



PERSPECTIVAS

**TERCERA
SECCIÓN**

CAPÍTULO 11/ PERSPECTIVAS

Los conceptos tratados en el último capítulo de la edición anterior del Balance de la Economía Argentina han crecido en importancia y se han impuesto como una temática obligada a la hora de analizar las tendencias futuras sobre la economía y la sociedad en su conjunto. En esta edición, se retoman las principales ideas y se analizan las tendencias que afectarán al futuro económico.

La tecnología ha dominado la última parte de este siglo que finaliza y será la fuerza líder en el siglo XXI. La Tecnología de Información se ha impuesto como una herramienta clave en los negocios, afectando nuestras formas de trabajo, estudio y vida cotidiana. Por su parte, la biotecnología se proyecta como la base para el desarrollo en el ámbito médico científico y en la producción de alimentos, al tiempo que plantea un interrogante ético en la sociedad.

11.1. NUEVO ESCENARIO ECONÓMICO

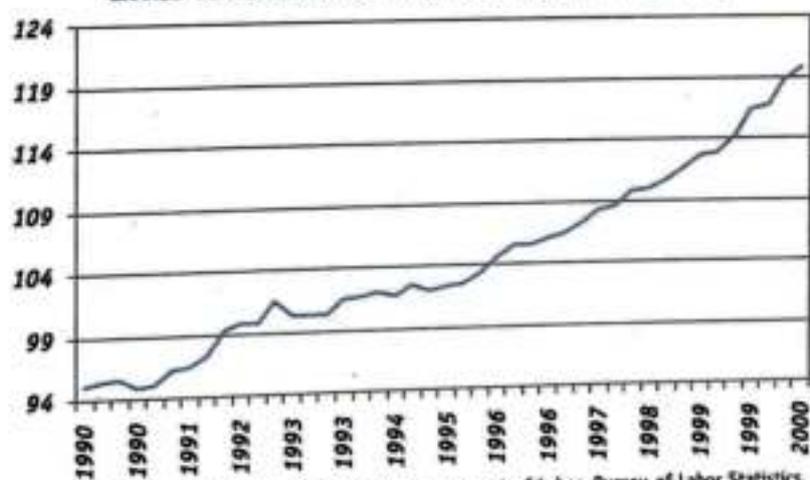
Durante los últimos diez años hemos sido testigos de la notable expansión económica en Estados Unidos, país que se encuentra viviendo el período de crecimiento más prolongado de su historia. Los grandes aumentos de la productividad, las bajas tasas de inflación y desempleo y la capitalización de sus empresas, es en gran parte consecuencia del impacto que ha tenido el desarrollo de las nuevas tecnologías. Esto le permitió a EE.UU. convertirse no sólo en la economía de mayor peso sino también en la más dinámica, con un gran impacto en el resto de las economías mundiales.

En el gráfico 11.1 se puede observar el crecimiento de la productividad en Estados Unidos. Después de más de dos décadas de un crecimiento de la productividad de aproximadamente 1,5% anual, durante los últimos diez años la productividad aumentó un 25%. Esto es una tasa del 2,5% promedio anual. Adicionalmente, si se considera el último lustro de la década pasada, la tasa asciende al 3,9% anual.

Este nuevo escenario se ha descrito como el traspaso de una economía

tradicional hacia una "Nueva Economía", la cual se puede caracterizar por la interrelación de tres grandes ejes. El primero está referido a una economía basada en la información y en el conocimiento. La "Nueva Economía" añade valor, genera productividad y consigue competitividad, esencialmente sobre la base de información y de conocimiento. Los recursos que resultan relevantes ya no son todos limitados (concepto básico de la teoría económica), sino que la fuente de riquezas son el conocimiento, la creatividad, la innovación, todos ellos factores que no tienen costo, que son aplicables a cualquier ámbito y sector, y que es posible perfeccionarlos de manera permanente con la capacitación y la formación.

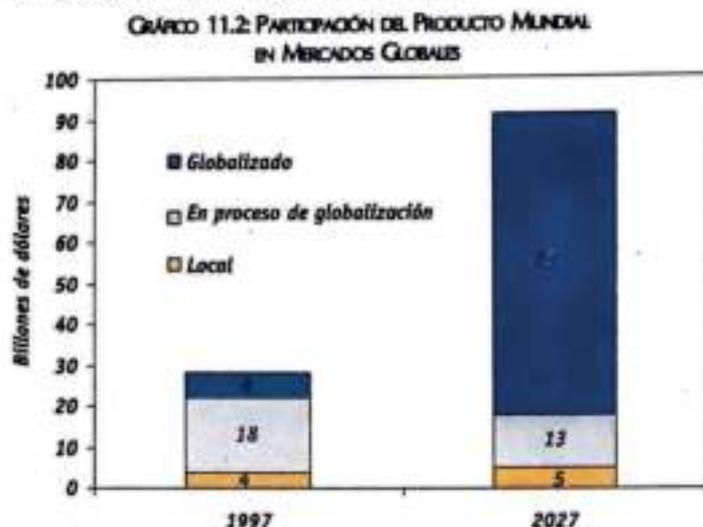
GRÁFICO 11.1: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN ESTADOS UNIDOS



Fuente: IIE en base a datos de U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics.

El concepto de que la información y el conocimiento son importantes en todas las economías no es nuevo. Sí es nueva la capacidad de procesamiento, en términos de velocidad y complejidad, gracias a nuevas tecnologías de información y de redes. Al aplicar este poder de procesamiento, es posible utilizar en tiempo real y en cualquier circunstancia la información y el conocimiento.

En segundo lugar, la "Nueva Economía" se caracteriza por ser globalizada, donde las actividades centrales y estratégicas de cada país, región y empresa pueden funcionar en tiempo real como una unidad. Durante la edición



Fuente: *Race for the World*, Lowell Beyon, James Fraser, Jeremy Oppenheim, Welhelm Rall. Harvard Business School Press, 1999.

del año pasado mostramos el gráfico 11.2, el cual consideramos nuevamente relevante destacar. En él se muestra la proyección del producto mundial en mercados globalizados.

Es decir, la nueva economía tiene la capacidad tecnológica necesaria, la capacidad organizativa (las unidades económicas están organizadas para acceder a mercados y consumos globales) y la capacidad institucional (el proceso de desregulación que se ha producido en todo el mundo permitió la circulación global de dinero, personas, bienes y servicios) para generar sinergia y aprovechar las

oportunidades en cualquier parte del mundo.

En tercer término, la "Nueva Economía" se destaca por estar compuesta por unidades económicas organizadas a través de redes. La empresa en la sociedad de la información es una "empresa-red". La gran ventaja de la red es la flexibilidad para adaptarse a un entorno cambiante. Su gran inconveniente es la articulación y coordinación de los distintos componentes de la misma. La tecnología de la información y de la comunicación permite mantener la flexibilidad y, además, asegurar la coordinación y el cumplimiento de objetivos.

Por último, se destaca una de las formas más elocuentes que se han utilizado para medir la magnitud e importancia del desarrollo tecnológico en la economía. En su estudio, Tom Peters compara el valor en dólares que tiene una libra (aproximadamente medio kilo) de distintos productos. Así, muestra que mientras una libra de chips de computadoras Pentium III vale US\$ 42.893, el de un ingeniero de la firma Cisco es de US\$ 19.000, el precio de una libra de un auto de lujo es de \$18 y una cantidad similar de acero alcanza los 19 centavos. Esta simple comparación deja de manifiesto que los elementos que conforman la "Nueva Economía" (conocimiento, globalización y tecnología) serán la base del escenario económico que regirá en el siglo XXI.

11.2. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y LA REVOLUCIÓN DIGITAL

Esta nueva sociedad denominada por muchos¹ como Sociedad del Conocimiento, obliga a replantear los paradigmas que rigieron la actividad durante los últimos siglos. Así, surge el concepto de economía digital que se refiere al aprovechamiento conjunto de la infraestructura tecnológica de la informática, telecomunicaciones e Internet para hacer más y mejores negocios mediante medios virtuales. En este nuevo esquema, la palabra clave es *Red* y su expresión técnica Internet.

¹ Entre ellos Nicholas Negroponte. Ver *Ser Digital*, Nicholas Negroponte, Editorial Atlántica.

11.2.1. EL CONCEPTO CLAVE: INTERNET

La tecnología de información, en particular Internet, ya forma parte de la rutina de los negocios y empresas, como así también en las familias y hogares. Hoy, ya son más de 370 millones los usuarios a nivel mundial, sumándose más de 6 nuevos navegantes por segundo. Si bien la mayoría de los cibernautas son habitantes de Estados Unidos, su participación muestra una tendencia decreciente a favor de regiones como Asia y Latinoamérica. En el gráfico 11.3 se muestra la participación de cada región del mundo en el total de usuarios de Internet.

Internet es la tecnología que mayor velocidad de adopción ha tenido en la historia de la humanidad. La electricidad como es conocida hoy fue descubierta en 1831. Debido a que requería una red que pudiera almacenar y transmitir su poder, el potencial de la electricidad tuvo que esperar 50 años hasta que la primera planta eléctrica fuera construida en 1882.

En el gráfico 11.4 se observa los años que le demoró a distintos tipos de tecnología alcanzar un mercado de 10 millones de usuarios

GRÁFICO 11.3: USUARIOS DE INTERNET EN EL MUNDO

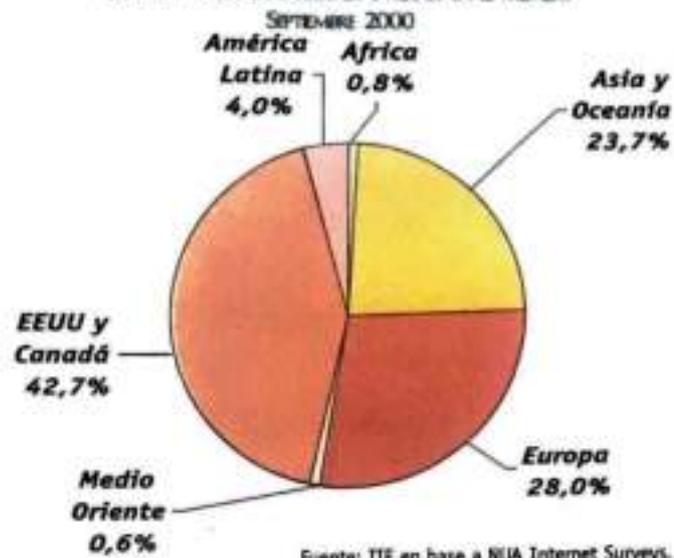
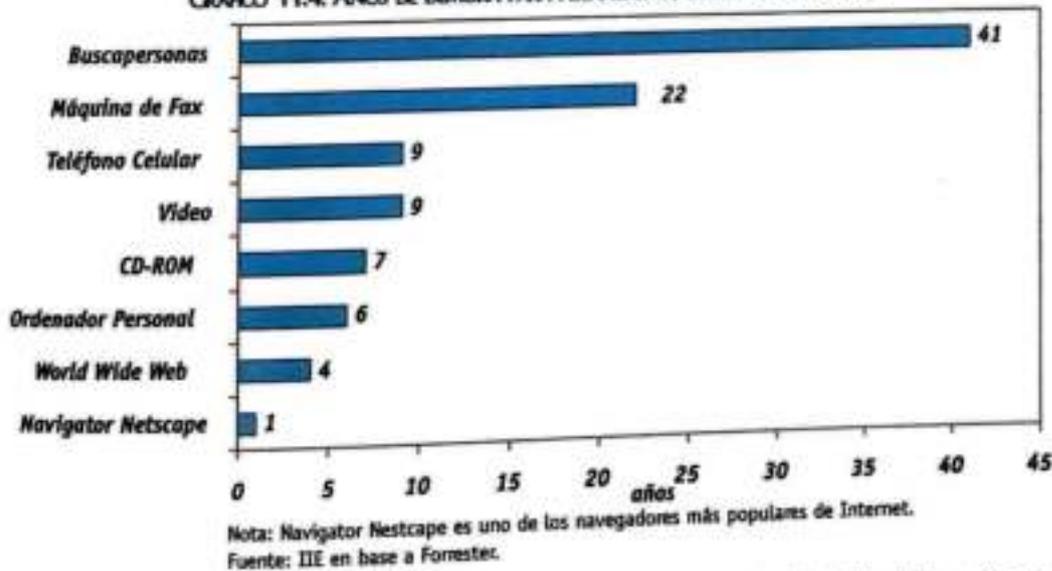


GRÁFICO 11.4: AÑOS DE DEMORA PARA ALCANZAR 10 MILLONES DE USUARIOS



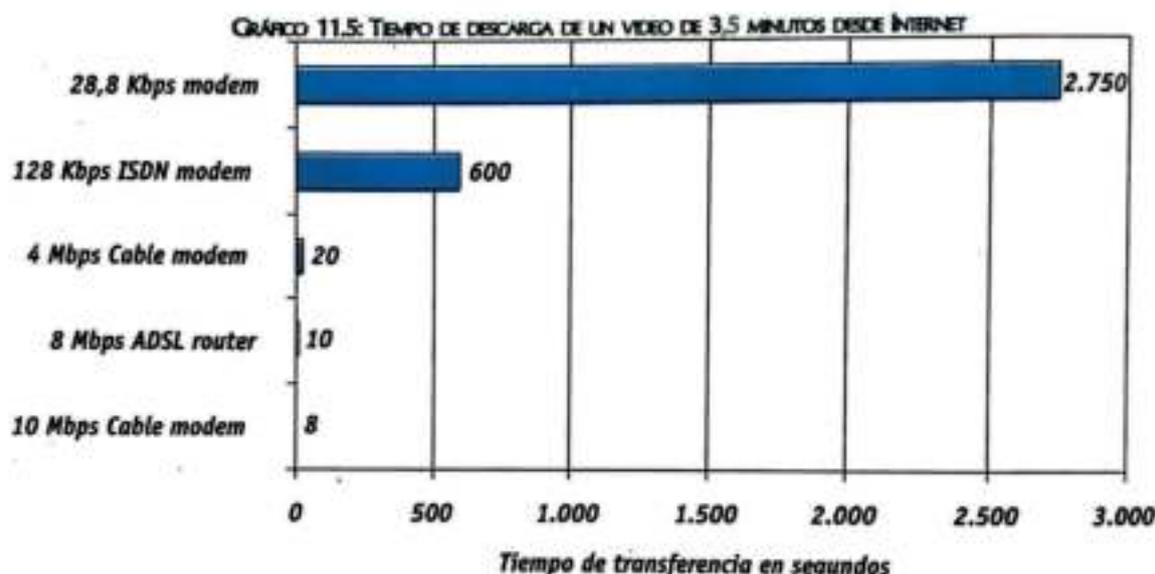
En la actualidad son muchos los beneficios que se obtienen con Internet: la utilización del *e-mail* permite una comunicación rápida, ágil y económica con cualquier parte del mundo; la Web permite acceder a todo tipo de información, comparar productos, traducir textos o realizar compras desde el hogar o la oficina; el chat permite comunicarse con cualquier persona en tiempo real, independientemente de dónde se encuentre. De todas maneras, esto es sólo el comienzo; las potencialidades de Internet parecen no tener límites.

Sin embargo, existe una serie de barreras que impiden el desarrollo de esta tecnología, en especial en la región de América Latina. El bajo nivel de ingreso per capita, los altos índices de pobreza y desempleo, los reducidos grados de penetración de teléfonos, PCs y celulares, son serios obstáculos que se suman a las características culturales de la región, impidiendo el logro de una "masa crítica" de usuarios que sea atractiva para empresas e inversores.

Tal vez una de las barreras más importantes esté relacionada con la infraestructura. Se espera que los próximos avances de esta tecnología pasen por una mejora del "ancho de banda", ya que hoy la gran "frustración" es la lentitud de Internet.

En la actualidad, el tipo de conexión más utilizado sigue siendo el *dial up* (conexión a través de una línea telefónica). Sin embargo, ya existen algunas alternativas para el servicio de ancho de banda, como es el caso de la línea de suscripción digital, Internet satelital, inalámbrica y móvil. La tecnología de mayor velocidad (la fibra óptica) ya está siendo instalada en los principales centros urbanos del país. De hecho, gran parte de las inversiones en infraestructura anunciadas este año por los operadores están destinadas a la ejecución de redes de fibra óptica que permiten multiplicar la velocidad de transmisión.

Para ejemplificar la importancia que tiene el ancho de banda, en el gráfico 11.5 se muestra la diferencia que existe en la descarga de un archivo utilizando distintos tipos de conexión, observándose que existen tecnologías capaces de reducir de manera notable los tiempos de transferencia.



Nota: Kbps: kilobits por segundo. Cada kilobit está formado por 1.024 bits.

ISDN: (Integrated Services Data Network) red diseñada para manejar datos como video, texto, voz, datos, imágenes, gráficos, etc., usando líneas telefónicas existentes.

ADSL: Asymmetrical Digital Subscriber Line (Línea de Suscripción Asimétrica Digital).

Mbps: megabits por segundo

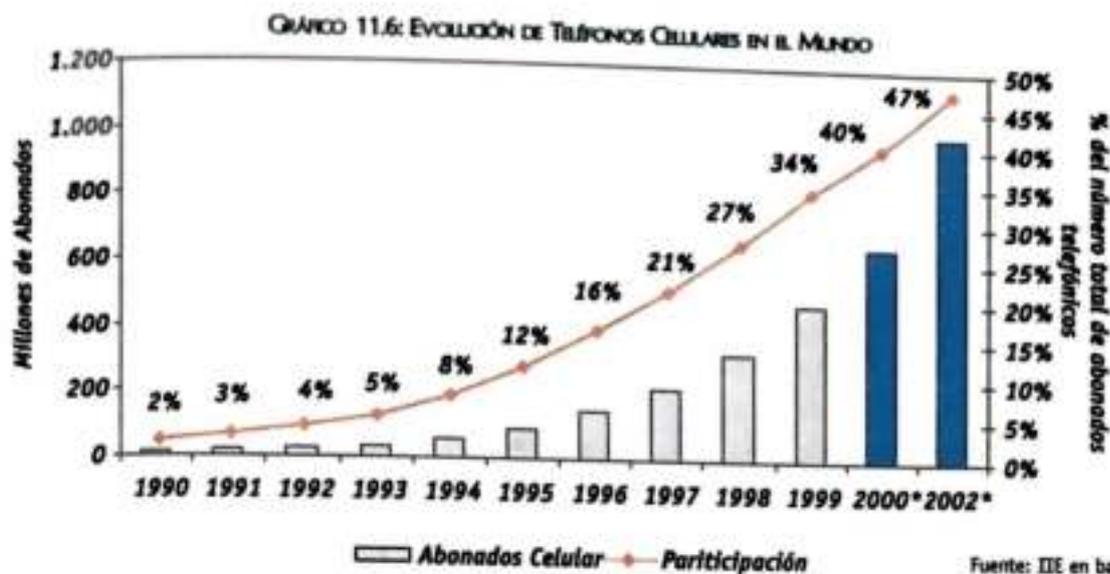
Fuente: IIE en base a Goldman Sachs Investment Research.

11.2.2. TENDENCIA HACIA LA CONVERGENCIA: TELECOMUNICACIONES E INTERNET

El crecimiento de las tecnologías de la Información en general, y el de las telecomunicaciones en particular, tendrán profundos efectos en el desarrollo económico futuro. Es el sector que manifiesta los mayores cambios tecnológicos y es una de las actividades más dinámicas, con un ritmo de crecimiento muy superior al resto de la economía.

El auge mundial de las comunicaciones móviles celulares ha sido realmente sorprendente. A fines de este año habrá más de 540 millones de abonados en todo el mundo, a partir de los escasos 11 millones correspondientes a 1990. La telefonía móvil celular ya representa más de un tercio del total de las conexiones telefónicas, y es muy probable que durante el primer decenio del próximo milenio el número de abonados al servicio móvil celular sobrepase al de abonados a líneas fijas tradicionales. En el gráfico 11.6 se puede observar el crecimiento de la cantidad de abonados a la telefonía celular y la participación que éstos tienen sobre el total de las líneas telefónicas disponibles.

² La cantidad de información que se puede enviar a través de una conexión.



El auge de las comunicaciones móviles celulares ha revolucionado el concepto de telefonía de diversas maneras. Ante todo, los usuarios ya no llaman a un sitio sino a una persona. Los pequeños aparatos portátiles han liberado a los usuarios del cordón que ataba los teléfonos a un emplazamiento geográfico, permitiéndoles estar disponibles en todo momento y en cualquier lugar. Por otra parte, en comparación con los teléfonos fijos, la telefonía móvil celular por lo general ofrece una gran variedad de opciones en lo que se refiere a las características funcionales y a las tarifas.

Si bien es difícil predecir lo que sucederá en el futuro, existen tendencias claras referidas al contexto del sector: sistemas de banda ancha, redes inalámbricas y satelitales, servicios personalizados y desarrollo de contenido para dispositivos móviles.

Ahora bien, el crecimiento conjunto de teléfonos celulares y de los usuarios de Internet (ver capítulo 5.15) parece proyectarse como uno de los principales desafíos para los operadores del sector y como una promesa para los consumidores, quienes serán los principales beneficiarios.

En este sentido, la infraestructura que cada país y región posea resultará fundamental para acceder a los nuevos servicios. Durante los últimos meses, un nuevo concepto se ha incorporado al vocabulario: es la denominada tercera generación (conocida también como 3G), que hace referencia al conjunto de teléfonos celulares, redes, servicios y telecomunicaciones que permitirá un incremento de la cantidad y calidad de servicios a través del sistema celular, en especial Internet móvil.

Los nuevos celulares serán activados con la voz del propietario, con pantallas de altísima resolución, cámaras incorporadas y permitirán su uso como tarjeta de crédito e incluso como máquina de fotos. Esto posibilitará que el usuario tenga un único dispositivo móvil, con un sólo número de identificación, desde el cual se podrán realizar las más diversas operaciones, desde la compra de bienes hasta videoconferencias con las ventajas de la multimedia.

Si bien muchos países recién comienzan a prestar los servicios de segunda generación (como es el caso de Brasil, que se prepara para licitar las bandas de comunicaciones celulares) ya existen experiencias importantes de Internet móvil en el mundo. Japón lidera el mercado con más de 15 millones de usuarios. Por su parte, Europa y Estados Unidos tienen aproximadamente un millón de moviernautas³ cada uno.

Actualmente, la tecnología utilizada es el Protocolo de Aplicación Inalámbrica conocida como WAP⁴. Esta tecnología es el lenguaje que hoy permite la creación de páginas web a las que se puede acceder desde un teléfono celular. Si bien resulta innovador, se espera que el protocolo WAP sea reemplazado en los próximos años por la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), teléfonos con pantallas de gran resolución,

³ Concepto utilizado para denominar a los nuevos usuarios de telefonía celular de tercera generación.

⁴ Wireless Application Protocol.

y gran ancho de banda, que permiten la transferencia de música, fotografías y videos en tiempo real. Estos dispositivos funcionarán como teléfono, PC, televisor, buscapersona, centro de videoconferencias y hasta como tarjetas de crédito. Son los celulares que accederán a un aprovechamiento máximo de la infraestructura de la tercera generación y por eso se los denomina "3G cell".

Internet tiene su base principalmente en textos e imágenes mientras que la telefonía se fundamenta en la transmisión de voz. Los nuevos sistemas de banda ancha permitirán confluir los textos, la voz e imágenes interactuando entre sí. Si bien existe aún mucha distancia con los servicios prestados en países del primer mundo, se espera que durante los próximos años los mismos se comiencen a prestar en el país, ya que está programada la licitación de banda de frecuencia para estos servicios a fines del 2001.

En Argentina, ya existen algunas empresas que ofrecen Internet a través del teléfono móvil pero con servicios restringidos, acceso limitado a contenidos y sin interactividad.

Sin embargo, este cambio tecnológico tiene un potencial importante, si se considera el crecimiento de usuarios de teléfonos celulares y su grado de penetración actual y potencial. En el gráfico 11.7 se observa la evolución de los teléfonos celulares en el país.



Nota: (1) noviembre de 2000 (2) Estimaciones privadas año 2000.

Fuente: IIE en base a CNC y diario Clarín

Por último, se debe destacar que la tendencia hacia la convergencia es tal vez una de las principales características en el futuro de la Tecnología de Información. Esta convergencia permitirá la aparición de nuevos modelos de negocios como las denominadas *e-telcos*, empresas que evolucionan de los servicios tradicionales a esquemas basados en la convergencia de los mercados de tecnología y telecomunicaciones. Así, veremos competir a los proveedores de Internet con empresas de TV por cable y compañías telefónicas, ofreciendo "paquetes" que incluirán diversos servicios de comunicaciones, utilizando una única vía para brindar todas las prestaciones.

11.2.3. NUEVA FORMA DE HACER NEGOCIOS: E-COMMERCE

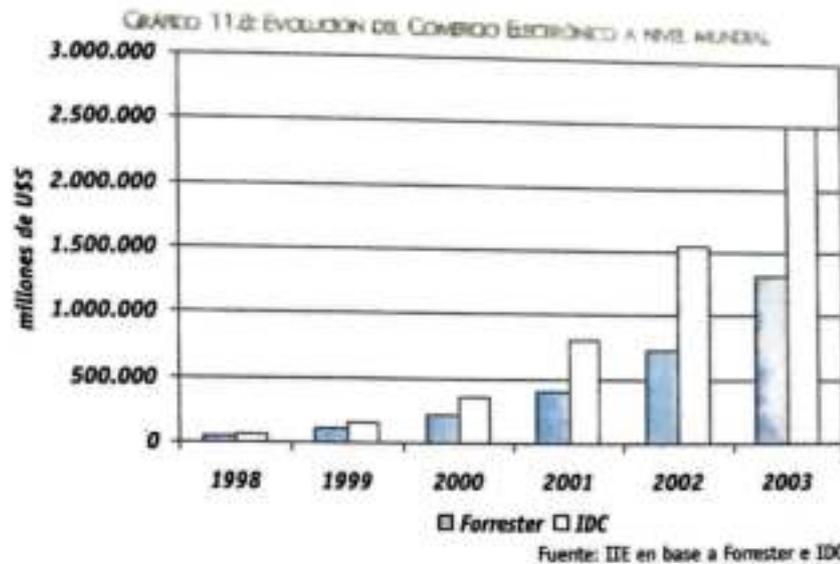
Internet está revolucionando el mundo de los negocios, acelerando y amplificando los flujos de información a escala mundial. Las tecnologías de la información, las telecomunicaciones y la creciente popularización de Internet ofrecen un nuevo canal de negocio. Los nuevos avances tecnológicos obligan a toda la cadena, desde el fabricante hasta el punto de venta y especialmente al distribuidor, a replantear su forma de hacer negocios y ofrecer valor añadido a sus clientes.

Los números del *e-commerce* varían según la fuente. Sin embargo, todas coinciden en que el crecimiento será notable. Actualmente, se estima que el volumen comercializado a través de la red es de alrededor US\$ 250.000 millones por año. En el gráfico 11.8 se puede observar las proyecciones de dos consultoras.

A pesar de los impresionantes números mostrados en el gráfico, en la actualidad el Comercio Electrónico representa menos del 1% del PBI mundial. Sin embargo, se espera que en los próximos años su incidencia sea cada vez mayor. En el gráfico 11.9 se muestra la proyección de la participación que el *e-commerce* tendrá sobre el comercio total en las distintas regiones del mundo para el año 2004.

El gran protagonista del Comercio Electrónico es Estados Unidos, aunque es de esperarse que las otras regiones del mundo crezcan a mayor tasa. En el gráfico 11.10 se muestra la participación de Estados Unidos en el comercio electrónico.

Los negocios electrónicos van a traer aparejadas muchas ventajas respecto de la forma tradicional de comerciar. En primer lugar, producirán una drástica reducción de los costos operativos en las transacciones comerciales. La automatización que traen las computadoras conectadas a la red permite ahorrar tiempo y dinero. Además, ello permite operar a nivel mundial las 24 horas de los 365 días del año. Sólo a título de ejemplo, en el cuadro 11.1 se muestra un comparativo del costo y tiempo requerido para el envío de un documento de 100 gramos con distintos métodos, mientras que en el gráfico 11.11 se observa el costo de realizar una transacción bancaria, notándose una importante diferencia al realizarla a través de Internet.

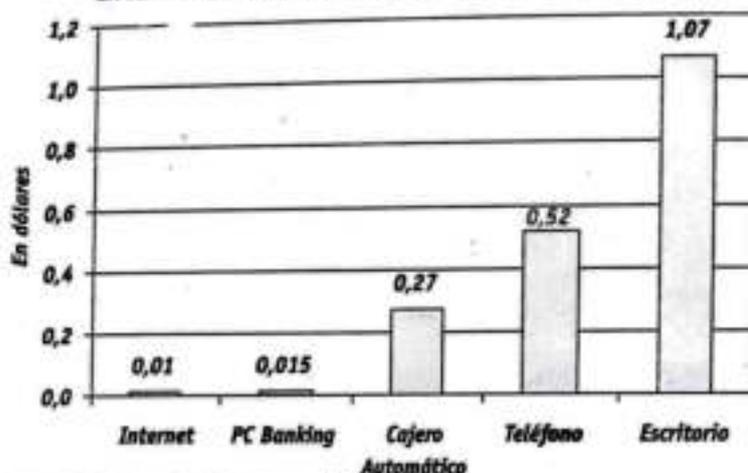


CUADRO 11.1: COSTOS Y VELOCIDADES PARA EL ENVÍO DE DOCUMENTOS
EN LAS DIFERENTES MODALIDADES

BUENOS AIRES - NEW YORK	COSTO \$	TIEMPO
DHL	\$ 6,40 (100 grs.)	1-2 días hábiles
CORREO ARGENTINO (CERTIFICADA)	\$ 4,50 (150 grs.)	7-10 días hábiles
FEDEX	\$ 6,00 (100 grs.)	2 días hábiles
FAX	\$ 7,04	7 Minutos
INTERNET (E-MAIL)	\$ 0,03	30 Segundos

Fuente: IIE.

GRÁFICO 11.11: COSTOS COMPARADOS DE UNA TRANSACCIÓN BANCARIA



Fuente: IIE en base a US Department of Commerce.

favoreciendo el acercamiento entre las partes y a un costo sensiblemente inferior a las otras formas conocidas más tradicionales.

A través de este medio, ambas partes de una operación comercial están en condiciones de conocer, en tiempo real, información vital para la concreción de las operaciones: precios, cantidades ofrecidas, cantidades demandadas, calidades, tiempos de entrega, entre otros.

Adicionalmente, la facilidad que provee el medio electrónico de comunicación y transmisión de datos permite potencializar las oportunidades a través del armado de redes de productores de bienes similares, cuya producción individual fuera insuficiente para satisfacer demandas externas, permitiendo aprovechar al máximo las ventajas de la asociatividad.

CUADRO 11.2: MODELOS DE NEGOCIOS

	Business	Consumer
Business	BtoB	BtoC
Consumer	CtoB	CtoC

Fuente: IIE, adaptación de Goldman Sachs Investment Research.

es la aplicación de las nuevas tecnologías a la actividad de negocios lo que permite avances de la productividad.

El modelo más conocido es el BtoC, también denominado *e-retail* o *e-tailoring*. En otras palabras, es el comercio electrónico minorista. Con este modelo, ya no es necesario acudir a una tienda a buscar información sobre los libros que hay en el mercado, de qué tratan los mismos, su precio o cuál será el más adecuado. Lo mismo ocurriría con un coche, una casa, ropa o cualquier otro artículo. La consecuencia es la eliminación de intermediarios y, consecuentemente, una reducción de los precios.

Tal vez el caso más conocido es el de Amazon.com, donde se destaca la velocidad con la cual atiende a sus clientes, desde el recibo de la orden hasta el despacho del producto y la atención posventa.

Adicionalmente, Internet brinda una nueva forma de acercar el producto al consumidor. Música, software, en-

Asimismo, se generarán nuevas oportunidades de negocios, tanto para los consumidores y usuarios como para las empresas. Para ambos, el mercado se potencia con una gran cantidad y variedad de nuevos productos, que se pueden adquirir en cualquier parte del planeta. A su vez, las empresas llegan a consumidores y lugares nunca antes imaginados.

La ventaja más elocuente es que permite acceder a la información necesaria para que exista una excelente concurrencia entre la oferta y la demanda,

tradas al cine, recibos, libros y periódicos, fotografías y videos pueden ser "descargados" desde una PC. La digitalización de productos permite incorporarlo en la red y evitar los costos de envío.

Como se mencionó con anterioridad, el modelo más conocido y publicitado es el BtoC. Sin embargo, el BtoB es el que se espera que

crezca de manera explosiva durante los próximos años. En el gráfico 11.12 se observa la evolución del comercio electrónico en Estados Unidos de acuerdo al tipo de negocio.

El BtoB es utilizado por industrias tradicionales como la automotriz. En noviembre de 1999 General Motors Corporation y Ford Motor Company anunciaron independientemente el

traslado de sus departamentos de compras a una versión on-line. Posteriormente, en febrero del 2000 estas dos compañías anunciaron que, conjuntamente con DaimlerChrysler, se asociarían para efectuar sus compras a través de la red, transformando tres departamentos de compras en uno solo virtual, el más grande de la actualidad. Según sus estimaciones, comercializarán autopartes por más de US\$ 250.000 millones en los próximos años y generaran una reducción del 10% de sus costos.

Experiencias similares en el mundo están ocurriendo con sectores como los supermercados, la industria aeronáutica y los laboratorios.

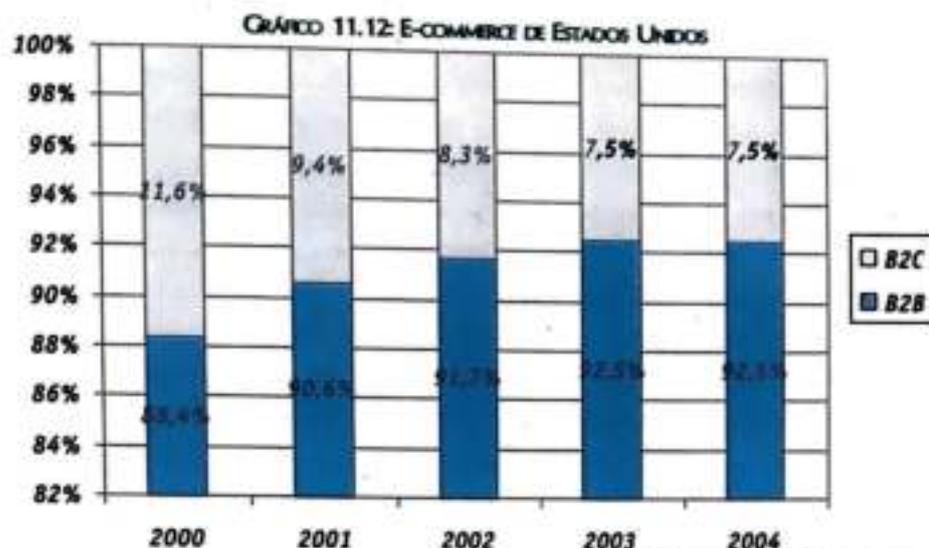
Pero no sólo los sectores manufactureros serán beneficiados con Internet. Otras actividades, en especial las de servicios, pueden aprovechar las ventajas que esta tecnología brinda. Esto es así porque modelos de negocios electrónicos obligan a centrarse más en el cliente y no tanto en el producto.

Entre los sectores más destacados se pueden nombrar los financieros, que podrán prestar servicios personalizados a menores costos, no sólo cuentas on-line sino también productos financieros más regulados y complejos, como los créditos hipotecarios o los seguros. Adicionalmente, los avances que se produzcan en relación al dinero electrónico y los distintos medios de pago serán uno de los pilares del sector.

Las actividades médicas atraen gran interés por parte de los navegantes, ya que pueden participar más activamente en los temas relacionados con su salud. Los doctores, por su parte, ya están utilizando a Internet como una importante fuente de información sobre las últimas novedades de investigación, al tiempo que pueden compartir las historias clínicas y antecedentes de pacientes con colegas de cualquier lugar del mundo. Internet también permite a los pacientes crear grupos de ayuda virtuales, en los cuales pueden intercambiar información, experiencias y otras novedades.

Por su parte, la educación a través de Internet permitirá dictar carreras y cursos en cualquier lugar del mundo en tiempo real y con todas las ventajas de la multimedia. El cine, la música y el entretenimiento en general también tienen gran potencial con el crecimiento de esta herramienta.

Existe una tendencia a la virtualización, hacia volver todo electrónico. Así, se anuncian nuevas formas de pensar sobre la utilización de tecnologías de Internet y se le coloca la "e" (de electrónico) a todo lo que se conoce en el medio actual, dando origen al *e-everything*, que no es otra cosa que la aplicación de las ventajas de Internet y las tecnologías afines en los distintos ámbitos donde desarrollamos nuestras actividades. Las alianzas entre empresas, la conexión de procesos de negocios mediante la utilización de las tecnologías de Internet y la extensión de las mismas a los procesos de negocios, son las tendencias que se presentan para ha-



cer factible esta virtualización. De esta manera, cada sector tendrá beneficios particulares que repercutirán en su actividad.

El notable avance y la adopción a nivel mundial de Internet, las redes digitales y las estrategias impuestas por el *e-commerce* están transformando las organizaciones y las prácticas en la actividad económica. Más allá de los modelos BtoB o BtoC y la magnitud que éstos tengan en el crecimiento de los productos de los países en los próximos años, los beneficios más importantes estarán relacionados con los aumentos de productividad, eficiencia y la optimización de los procesos internos y externos de las empresas, ya que la tecnología trabaja sobre dos aspectos fundamentales en los negocios: tiempo y costo.

Existen retos para la cristalización de estas tendencias, retos como la seguridad, la operación mancomunada de aplicaciones de sistemas de proveedores y clientes, la integridad de las transacciones y barreras políticas y culturales que se presentan entre empresas, culturas, países. Por otra parte, la potencia de Internet está aun limitada por las deficiencias en la infraestructura de las comunicaciones, que impiden conexiones más rápidas y dificultan la entrega de, por ejemplo, videos y audio en tiempo real. No obstante, cuando en los próximos años estas condiciones se superen, se presenciarán cambios importantes que obligarán a la reconversión no solamente de las empresas sino también de los trabajadores y de la forma de trabajar.

11.3. BIOTECNOLOGÍA

Los avances en las Ciencias Biológicas están creando un nuevo y gran potencial en la agricultura, la medicina y en la industria en general, que pronostica mejoras para la humanidad y el medio ambiente. En este sentido, la biotecnología se proyecta como la ciencia que revolucionará la producción agroalimentaria y los descubrimientos médicos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su declaración sobre Biotecnología, la define como "Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". En un sentido más estricto y moderno, el término "biotecnología" considera las nuevas técnicas de ADN, la biología molecular y las aplicaciones tecnológicas reproductivas, abarcando una gama de tecnologías diferentes, como la manipulación y transferencia de genes, tipificación del ADN y clonación de plantas y animales.

Esta definición implica una serie de desarrollos en técnicas de laboratorio que, durante las últimas décadas, ha sido responsable del fuerte interés científico y comercial en biotecnología, la creación de nuevas empresas y la reorientación de investigaciones y de inversiones en compañías ya establecidas y en Universidades. La biotecnología moderna está compuesta por una variedad de técnicas derivadas de la investigación en biología celular y molecular, las cuales pueden ser utilizadas en cualquier industria que utilice microorganismos o células vegetales y animales. Esta tecnología permite la transformación de la agricultura. También tiene importancia para otras industrias basadas en el carbono, como energía, productos químicos y farmacéuticos y manejo de residuos o desechos. La investigación en Ciencias Biológicas está efectuando avances vertiginosos y los resultados no solamente afectan una amplitud de sectores sino que también facilitan el enlace entre ellos. Por ejemplo, resultados exitosos en fermentaciones de desechos agrícolas, podrían afectar tanto a la economía del sector energético como a la agroindustria y adicionalmente ejercer un efecto ambiental favorable.

En el cuadro 11.3 se muestran las potencialidades y amenazas que presenta la biotecnología.

CUADRO 11.3: ASPECTOS GENERALES DE LA BIOTECNOLOGÍA

	BENEFICIOS	RIESGOS
GENERALES	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar genotipos mejores de todas las especies vivientes de forma rápida y selectiva. • Proporcionar nuevos métodos de investigación que contribuyan a la conservación y caracterización de la biodiversidad. • Reconocer y centrar los esfuerzos en lugares de caracteres cuantitativos, para incrementar así la eficiencia del mejoramiento genético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perder la biodiversidad, como consecuencia del desplazamiento de cultivares tradicionales por un número pequeño de cultivares modificados genéticamente. • Uso de la biotecnología con fines militares o en beneficio de intereses económicos nacionales o transnacionales.
AGRICULTURA Y ALIMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar la producción y productividad en agricultura, silvicultura y pesca. • Elevar rendimientos en zonas marginales. • Mejorar los productos en términos nutricionales. • Mejorar la calidad y consistencia de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de cruzamientos exteriores: desarrollo de malas hierbas más agresivas o de parientes silvestres con mayor resistencia a las enfermedades. • Efectos negativos en la salud humana.
SALUD Y MEDIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la transmisión de enfermedades humanas y animales (nuevas vacunas). • Prevenir enfermedades infecciosas y genéticas. • Facilitar el trasplante de órganos • Limpiar derrames de hidrocarburos y eliminar metales pesados en ecosistemas frágiles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferir toxinas de una forma de vida a otra. • Discusión ética de los límites en la utilización de la biotecnología en la salud y la reproducción humana. • Tensiones ambientales.

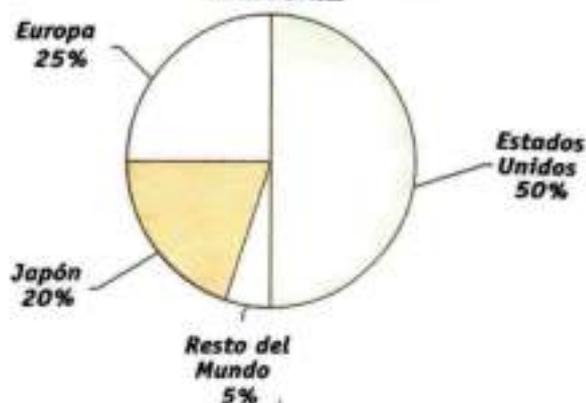
Fuente: IIE en base a fuentes varias.

11.3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIOTECNOLOGÍA

El sector de la biotecnología ha demostrado un crecimiento veloz en los últimos 20 años. Actualmente, se estima que la inversión mundial en Investigación y Desarrollo alcanza entre US\$ 8.000 y US\$ 10.000 millones anuales. En el gráfico 11.13 puede verse la participación en ese monto de las principales potencias mundiales.

En 1995, las ventas mundiales de la industria biotecnológica alcanzaron US\$ 9.300 millones, con una inversión acumulada en Investigación y Desarrollo de US\$ 7.700 y el empleo de aproximadamente 108.000 personas. El mercado continúa en expansión, estimándose que las ventas llegarán a US\$ 80.000 millones en el año 2000⁵.

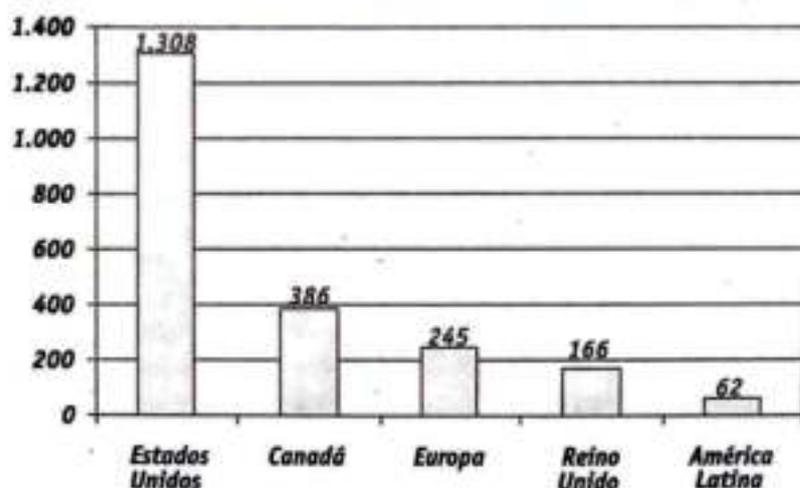
GRÁFICO 11.13: PARTICIPACIÓN SOBRE LA INVERSIÓN MUNDIAL EN I&D



Fuente: IIE en base a Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva, Programa de Biotecnología (1997).

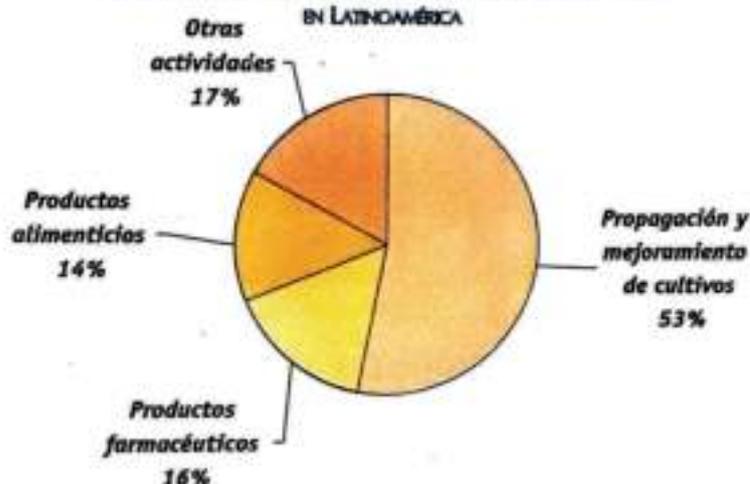
⁵ Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva, Programa de Biotecnología (1997).

GRÁFICO 11.14: NÚMERO DE EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS INSTALADAS (1995)



Fuente: IIE en base a Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva, Programa de Biotecnología (1997)

GRÁFICO 11.15: DESTINO DE LAS INVERSIONES EN BIOTECNOLOGÍA EN LATINOAMÉRICA



Fuente: IIE en base a Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva - Programa de Biotecnología (1997).

brada con plantas transgénicas (6,8 millones de hectáreas), después de Estados Unidos (29 millones). Canadá ocupa el tercer lugar, con 4 millones.

11.3.2. APLICACIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, en el sector biotecnológico existen diversos segmentos y varios sectores de investigación, de los cuales los más importantes son la salud (humana y animal), la agricultura y ganadería, la alimentación, los recursos marinos y el medio ambiente.

■ SALUD HUMANA

La biotecnología médica incluye dos grandes grupos de productos: los biofármacos y los reactivos de diagnóstico. Entre los biofármacos que ya han tenido notable éxito se incluyen varios antibióticos, insulina humana, la hormona de crecimiento, los interferones⁶ alfa, beta, gamma y γ , y otros factores estimulantes de células sanguíneas. Los reactivos de diagnóstico, por su parte, abarcan una importante gama de productos que incluyen oncología

En el gráfico 11.14 puede observarse que Estados Unidos concentraba en 1995 el mayor número de empresas biotecnológicas del mundo. América Latina, mientras tanto, sólo participaba con 62 empresas de este tipo.

Como se muestra en el gráfico 11.15, del total de actividades desarrolladas por las 62 empresas instaladas en Latinoamérica en 1995, el 53% estuvo destinado a proyectos para la propagación y mejoramiento de cultivos, seguido por los productos farmacéuticos y los alimenticios.

Con respecto a la comercialización de los productos derivados de la aplicación de la biotecnología, China fue el primer país en comercializar plantas transgénicas a comienzos de los noventa (tabaco resistente a virus). Desde 1996, se ha autorizado en nuestro país la comercialización de cinco cultivos transgénicos: soja, maíz resistente al herbicida glifosato, algodón y dos variedades de maíz resistentes a insectos. Argentina ocupa el segundo puesto mundial en superficie sembrada con plantas transgénicas (6,8 millones de hectáreas), después de Estados Unidos (29 millones). Canadá ocupa el tercer lugar, con 4 millones.

⁶ Interferón: familia de proteínas pequeñas que estimulan la resistencia a virus de las células.

molecular, determinación de antígenos de diferenciación leucocitaria, predisposición genética a enfermedades hereditarias, diagnósticos de cólera, de enfermedades infecciosas, de HIV, hepatitis B y C y mal de Chagas-Mazza, entre otras.

Por otro lado, cabe destacar en este ámbito que cualquier organismo puede ser identificado por composición molecular; en consecuencia, esta identificación puede ser usada para determinar las relaciones familiares en litigios de paternidad, para confrontar donantes de órganos con receptores en programas de trasplante o unir sospechosos con la evidencia del ADN⁷ en la escena del crimen (Biotecnología forense).

Finalmente, los avances exponenciales en genética durante los últimos años ya permiten el proceso de clonación. Desde un punto de vista positivo, la biotecnología aparece con el potencial de curar aquellas afecciones genéticas, permitiendo el nacimiento de personas más sanas, o la posibilidad de clonar órganos para facilitar trasplantes. Sin embargo, existe el riesgo de una manipulación genética desmedida, que plantea un caluroso debate sobre las consecuencias éticas, psicológicas, económicas y culturales de la biotecnología. Este debate está aún en sus comienzos y tendrá profundas consecuencias en muchos aspectos de nuestras vidas en el siglo XXI.

■ SALUD ANIMAL

La biotecnología animal ha venido desarrollándose durante las últimas décadas. Las aplicaciones iniciales se dirigieron principalmente a diagnósticos, nuevas vacunas y drogas, fertilización de embriones *in vitro*, uso de hormonas de crecimiento (administradas o vía transgénesis), con el fin de incrementar el crecimiento y la producción de leche, los alimentos animales y los aditivos de alimentos. Los animales transgénicos como el "ratón oncogénico" han sido muy útiles en trabajos de laboratorio para estudios de enfermedades humanas.

Entre los productos destinados a la salud animal se encuentran vacunas para diversas enfermedades, como por ejemplo la aftosa y la brucelosis en los bovinos. Del mismo modo, se han desarrollado (y algunas empresas ya exportan) vacunas para aves. Los antibióticos de uso veterinario constituyen un rubro significativo por su aplicación en el tratamiento de enfermedades del ganado.

Los adelantos alcanzados en la inseminación artificial permiten la transferencia de embriones sin cirugía. Esto ha llevado al desarrollo de otros servicios como el sexaje, técnicas de congelamiento y otros.

■ BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA

La transformación genética y otras técnicas de mejoramiento de cultivos han sido utilizados para lograr cuatro objetivos principales: cambiar las características de productos, mejorar la resistencia a patógenos y plagas en vegetales, incrementar la producción e incrementar el valor nutricional de alimentos. Los cultivos transgénicos tienen el potencial de contribuir a incrementar la calidad en los alimentos y la producción, la calidad en el ambiente (reduciendo los requerimientos de químicos) y la salud humana.

Con las técnicas de la biotecnología moderna, es posible producir —más rápidamente que antes— nuevas variedades de plantas con características mejoradas (por ejemplo mayor producción, tolerancia a condiciones adversas, resistencia a herbicidas específicos y a enfermedades), que puedan ser propagadas con mayor éxito.

Las plantas transgénicas, el control de las plagas biológicas, las técnicas de cultivos de tejidos para la agricultura, los productos microbianos para el ciclo de nutrientes, los diagnósticos de patógenos de cultivos, el desarrollo de nuevas vacunas y la elaboración del mapa genético de los principales cultivos, son sólo algunas de las potencialidades. En este campo debe mencionarse también la producción de insecticidas ecológicamente aceptables y los trabajos para control biológico de plagas.

Importantes empresas mundiales están desarrollando productos totalmente innovadores: semillas de algodón que producirán fibras de colores, maíz del cual se podrá generar hemoglobina y soja para aceites destinados a enfermos cardíacos con mayor sabor y más fácil de digerir.

⁷ Ácido desoxirribonucleico, material bioquímico de todas las células vivas portador de la información que controla las características hereditarias.

■ ALIMENTACIÓN

El sector de alimentos fue uno de los primeros en aplicar las innovaciones biotecnológicas. Las operaciones comerciales con aplicaciones de biotecnología moderna incluyen métodos de pruebas y controles, bioconversión de almidón a productos endulzantes, saborizantes y productos para destacar el sabor, procesamiento de jugos de frutas, aminoácidos y otros nutrientes especiales, pigmentos y vitaminas de microalgas, nuevos alimentos producto de fermentación, enzimas para producción de quesos, productos lácteos libres de lactosa e híbridos de levaduras. Más recientemente, se están aplicando técnicas moleculares muy exactas, sensibles y reproducibles para diagnóstico y control de calidad.

En Argentina, uno de los avances más importantes lo constituye el lanzamiento de leches BIO, elaboradas a partir de una cepa de lactobacillus desarrollada en laboratorios del CONICET. Esta cepa fue patentada por SANCOR y actualmente se exporta y licencia la tecnología asociada a países de América y Europa.

■ BIOTECNOLOGÍA MARINA

La biotecnología marina representa sólo un pequeño segmento de la industria biotecnológica, pero con gran potencialidad debido a la creciente demanda mundial. La acuicultura marina produjo en el mundo 14 millones de toneladas de pescado en 1991, con un valor de mercado aproximado de US\$ 28.000 millones.

■ BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

La biotecnología ambiental se refiere a la aplicación de los procesos biológicos modernos para la protección y restauración de la calidad del ambiente.

La biorremediación es el uso de sistemas biológicos para la reducción de la polución del aire o de los sistemas acuáticos y terrestres. Algunas aplicaciones son los tratamientos de aguas domésticas e industriales, aguas procesadas y de consumo humano, aire y gases de desecho, tratamientos de suelos y desechos sólidos.

Muchas aplicaciones benéficas de la biotecnología se encuentran en desarrollo activo: la producción de plásticos biodegradables en plantas transgénicas podría conducir a una reducción sustancial en el uso de plásticos basados en el petróleo; se están obteniendo buenos resultados con el uso de plantas transgénicas para la producción de proteínas terapéuticas y de fármacos e inclusive se están desarrollando vacunas comestibles; y plantas modificadas genéticamente han demostrado ser útiles para la descontaminación de suelos que contienen metales pesados y otras sustancias tóxicas.

El saneamiento biológico representa una gran fuerza de mercado en la tecnología biológica, cuyo potencial sólo se ha reconocido recientemente.

■ OTRAS ÁREAS DE APLICACIÓN

En la vanguardia del desarrollo de la biotecnología se encuentran productos y procesos aún poco conocidos pero con un enorme potencial. Tal es el caso de los biosensores, la bioelectrónica, los biomateriales y la bioinformática. Los biomateriales pueden ser especialmente importantes para fines militares y como material médico. Estos aspectos se tratarán sobre el final del capítulo.

11.3.3. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ARGENTINA

Los principales desarrollos biotecnológicos del país están orientados a la producción agroalimentaria. La Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) es el organismo responsable de evaluar los diferentes organismos modificados genéticamente (OMG) que las empresas quieren lanzar al mercado, controlando que no sean perjudiciales para el hombre y el ambiente.

Está constituida por representantes de los sectores público y privado involucrados en la Biotecnología Agropecuaria. En el ámbito del sector público participan los organismos responsables de la sanidad y calidad vegetal, de la sanidad animal, de la certificación, producción y comercialización de semillas, de la salud pública, del ambiente humano, de los institutos nacionales de investigación y de las universidades nacionales. La Asociación de Semilleros Argentinos (ASA), el Foro Argentino de Biotecnología (FAB), la Cámara Argentina de la Industria de

Productos Veterinarios (CAPRO-VE) y la Sociedad Argentina de Ecología conforman la participación del sector privado.

El gráfico 11.16 muestra la evolución de la cantidad de proyectos relacionados con la biotecnología presentados ante la CONABIA para su consideración. Se destaca el importante crecimiento observado entre los años 1996 y 1998, explicado en parte por la incorporación de estudios acerca del girasol, cereal no investigado por la biotecnología argentina con anterioridad (como se observa en el gráfico 11.17).

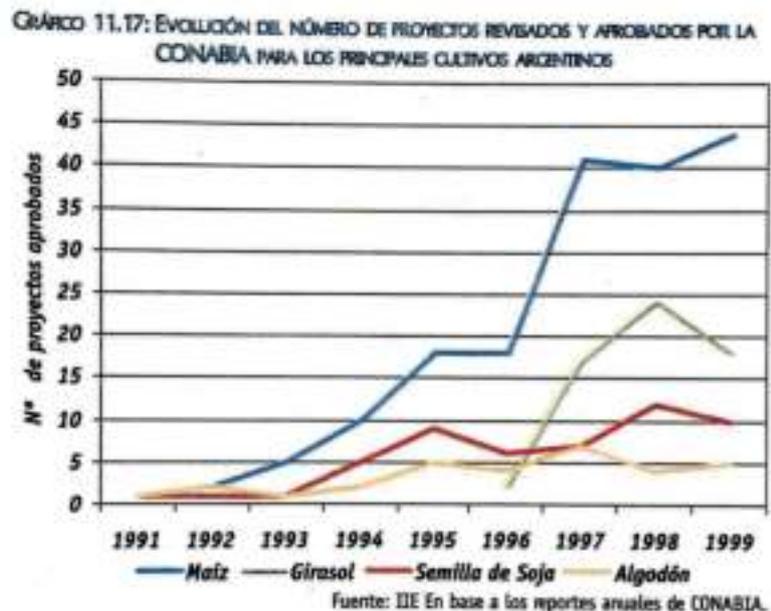
El impacto de la biotecnología en la producción granaria argentina durante los últimos años es innegable. Con la soja resistente a glifosato⁸, Argentina logró grandes ganancias en materia de productividad. Sin embargo, las dudas generadas en los consumidores en relación a los organismos genéticamente modificados deja lugar a incertidumbre acerca de la colocación de los granos y subproduc-

tos argentinos en los mercados mundiales, especialmente los europeos. En este sentido, llama la atención que por ejemplo, en Europa una gran parte de la población parece aceptar la ingeniería genética para aplicaciones relacionadas con salud tales como la producción de medicinas. Al mismo tiempo, se está incrementando el rechazo hacia los alimentos producidos utilizando las mismas técnicas.

Esta cuestión es de especial importancia para nuestro país, ya que Argentina cuenta con el 17% de la superficie total mundial implantada con este tipo de semillas, estimada en 40 millones de hectáreas. Durante la campaña 1999/2000, el 90% de la superficie sembrada de soja correspondió a transgénicos, mientras en el maíz este porcentaje llegó al 15%, aunque registrando una tendencia creciente. Esto indica que más de un tercio de la producción granaria argentina corresponde a OGM.

11.3.4. INVERSIÓN EN BIOTECNOLOGÍA⁹

La historia demuestra que en Argentina, al igual que en el resto de Latinoamérica, la economía se basó desde su inicio en producciones primarias agrícolas y ganaderas, de escaso valor agregado. La realidad exige un cambio



⁸ El glifosato es un herbicida atractivo por su bajo impacto ambiental y su baja toxicidad en mamíferos.

⁹ Extraído y adaptado de "Aspectos relevantes para un estudio de factibilidad de un fondo de capital de riesgo que financie proyectos de biotecnología en Argentina", Dr. Carlos Marschoff.

de mentalidad, tanto por parte del Estado como por parte del sector empresario, enfocado a la necesidad de "asumir la Investigación y Desarrollo como una condición para la supervivencia".

Acompañan esta tendencia los adelantos tecnológicos verificados continuamente, y la cantidad y calidad de los recursos humanos dispuestos a participar en proyectos relacionados con la biotecnología. Por otro lado, las instituciones académicas, de investigación y hasta las mismas empresas están realizando un trabajo conjunto importante. Tal es el caso de UBATEC S.A., que es una empresa privada fundada hace poco menos de diez años, por la Universidad de Buenos Aires (U.B.A.), en forma conjunta con la Unión Industrial Argentina, la Confederación General de la Industria y la Municipalidad de Buenos Aires.

En este marco, se observa un interés generalizado por participar en inversiones en biotecnología. Aquellos empresarios dispuestos a participar de un fondo de capital de riesgo podrán ser muy selectivos a la hora de elegir los proyectos que financien, gracias a la variada oferta disponible. Muchas universidades, el CONICET, algunos Consejos de Investigaciones de Provincias y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica otorgan subsidios a proyectos de investigación, basándose fundamentalmente en la calidad científica de las propuestas.

Dichas propuestas, que son presentadas por la institución y/o por los investigadores, no requieren la existencia de una empresa interesada, midiéndose su evaluación *ex post* en términos de la calidad científica de los resultados finales. Este tipo de subsidios no otorga sumas que permitan encarar proyectos de innovación de cierta envergadura, ofreciendo en promedio cerca de \$10.000 por año y por proyecto. Por otra parte, en el ámbito público existe un acuerdo entre Argentina y el BID que permite otorgar montos significativos para proyectos de innovación, a través del Fondo para la Ciencia y la Tecnología (que administra los recursos provenientes del Programa de Modernización Tecnológica).

En cuanto a los aspectos legales relacionados con la formación de un fondo de capital de riesgo, puede señalarse que:

- 1) No existen impedimentos para que los proyectos de desarrollo tecnológico sean financiados desde el extranjero.
- 2) Las eventuales ganancias que surjan de un proyecto de esta naturaleza están regidas por la ley 20.628 y sus modificaciones. Los beneficios que obtenga un inversor extranjero se encuentran gravados por el Impuesto a las Ganancias, debiendo pagar al Estado el 33% de los mismos.
- 3) El Estado ofrece financiación para proyectos de innovación tecnológica siempre que aprueben la verificación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Ley 23.877 y decretos reglamentarios). Las formas de financiación ofrecidas son subsidios, créditos de devolución contingente y créditos de devolución obligatoria.
- 4) La Biotecnología es uno de los principales temas incluidos en el Primer Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología, aprobado en diciembre de 1997 por el Gabinete Científico Tecnológico Nacional. Esto le otorga ventajas a la biotecnología a la hora de distribuir la inversión pública en Investigación y Desarrollo.

11.3.5. BIOSEGURIDAD

Todas las nuevas tecnologías deben ser evaluadas en términos de beneficios y costos. Un requerimiento esencial es revisar muy cuidadosa y críticamente los problemas potenciales que han sugerido los científicos y los ambientalistas en relación con el uso de organismos transgénicos.

La bioseguridad se define como el conjunto de políticas y procedimientos que se adoptan, con el fin de garantizar la seguridad en las aplicaciones de la biotecnología. Es indispensable que todo país que tenga un programa de biotecnología posea un sistema nacional de bioseguridad, con el fin de regular la producción y liberación de organismos genéticamente modificados. La obtención y liberación de OMG (transgénicos) ha originado inquietudes acerca de los posibles riesgos para la salud pública y para el ambiente. Por consiguiente, garantizar el cumplimiento de las regulaciones en bioseguridad es fundamental, con el fin de estimular la aceptación pública y el consiguiente desarrollo de la biotecnología moderna. La reglamentación en bioseguridad también es importante

con el fin de facilitar el acceso a desarrollos biotecnológicos generados en el extranjero, puesto que muchas instituciones y compañías internacionales no utilizarán organismos genéticamente modificados a menos que las pruebas y ensayos hayan sido aprobados por una instancia gubernamental responsable.

11.3.6. EL FUTURO DE LA BIOTECNOLOGÍA

A continuación, se detallan las tendencias más sobresalientes en el campo de la biotecnología y las potencialidades que estos avances representarán para nuestras vidas.

■ BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

La biotecnología puede ser utilizada para la evaluación del estado de los ecosistemas, transformar contaminantes en sustancias no tóxicas, generar materiales biodegradables a partir de recursos renovables y desarrollar procesos de manufactura y manejo de desechos ambientalmente seguros. Los investigadores están explorando propuestas biotecnológicas para la solución de problemas en muchas áreas del manejo ambiental y para asegurar la calidad tales como la restauración ecológica, detección de contaminantes, monitoreo, remediación, evaluación de toxicidad y conversión de basuras en energía.

■ BIOSENSORES

Un biosensor es un dispositivo al que se le incorpora una sustancia biológica (una enzima, un anticuerpo, una proteína, ADN, etc.) para poder medir de manera selectiva determinadas sustancias en cierto medio. El dispositivo traduce el cambio químico producido en presencia del compuesto de origen biológico en una señal eléctrica procesable.

Uno de los proyectos relacionados con la salud consiste en implantar biosensores a los pacientes de diabetes. Resulta muy útil para conocer en forma exacta la dosis de insulina que requiere el paciente y así evitar crisis de hipoglucemia o sobredosis. El ideal sería perfeccionar el implante y disponer de una máquina con un software que pueda analizar los datos y administrar directamente al paciente la cantidad de insulina adecuada, como lo haría su páncreas si funcionara normalmente.

Se espera que el desarrollo de este tipo de tecnología cambie totalmente la forma de pensar la salud humana. Por ejemplo, una persona podría mandar vía Internet los resultados de una muestra de sangre obtenida en casa, mediante un chequeo rutinario automático, al mejor experto del mundo.

En cuanto a la protección del medio ambiente, actualmente se utilizan biosensores para medir la demanda bioquímica de oxígeno (ensayo más importante que se le hace a un líquido contaminado).

En los alimentos, los biosensores se utilizan para controlar los procesos informatizados de elaboración de productos. Se está trabajando para que sean capaces de reconocer microtoxinas, salmonella, el virus de "la vaca loca" y las plantas transgénicas.

■ BIOMATERIALES

El área de biomateriales es una disciplina que propende por el uso, desarrollo, verificación, prueba, ensayos, etc., de materiales compatibles con la vida, empleados principalmente en el desarrollo de prótesis, órtesis, bioequipos y biopartes en general.

En este aspecto se espera que haya innovaciones en la técnica de reemplazamiento de tejidos y órganos enteros, desde nuevas posibilidades diagnósticas y terapéuticas y con base genética, lo que eliminaría la diferencia entre procesos biológicos y técnicas de ingeniería.

El progreso tecnológico ofrecerá mayor precisión en las intervenciones clínicas, con avances en miniaturización y en diagnóstico temprana, que permitirán formas menos agresivas de tratamiento.

■ BIOINFORMÁTICA

Se llama bioinformática a las aplicaciones de las tecnologías de la información y a las comunicaciones en biolo-

gía molecular. Esta rama de la informática brinda un soporte de almacenamiento para las enormes cantidades de información y la posibilidad de gestionar esa gran cantidad de datos y conocimientos.

Un tipo de producto de la bioelectrónica y la bioinformática son los biodispositivos. Reciben esta denominación aquellas aplicaciones de dispositivos electrónicos en los seres vivos, como los implantes de chips para controlar los temblores del Mal de Parkinson. En la biocomputación, por el contrario, se emplean sustancias biológicas con la finalidad de desarrollar nuevo hardware para procesos computacionales, como las memorias basadas en conformaciones proteicas y la computación con ADN¹⁰.

11.4. COMENTARIO FINAL

Las nuevas tecnologías de la información han entrado con ímpetu en nuestras vidas y, de todas ellas, Internet ha sido la que mayor expansión ha experimentado en los últimos años.

La innovación informática y la competencia global estimularán la reestructuración de las empresas y organizaciones, generando una transformación fundamental en los negocios, el trabajo y las relaciones en general. Como se mencionó con anterioridad, los grandes avances tecnológicos y las sucesivas "olas" de innovación permitirán generar crecimiento económico, aumentos de la productividad y reducción de costos.

Por su parte, la biotecnología se está moviendo a esferas muy importantes y de gran impacto. Después de la salud y los farmacéuticos (los principales sectores de aplicación) y los avances en agricultura y el sector alimenticio, la protección y restauración del ambiente serán un objetivo prioritario de la ciencia y tecnología.

La biotecnología agrícola puede convertirse en una aplicación muy importante en los países en desarrollo, en particular para Argentina y más específicamente para la Región Centro. Esto es así por dos razones principales. En primer lugar, la Región Centro es el área de mayor producción de agroalimentos de todo el país, siendo la ubicación ideal para el desarrollo y testeo de nuevos productos. Por otra parte, la Región, y en especial Córdoba, cuenta con una importante base de recursos humanos tanto en cantidad como en calidad, ya que posee numerosos alumnos y profesionales de carreras directamente relacionadas con la biotecnología, como son las ciencias biológicas, agronomía y veterinaria, medicina y química.

Todos estos avances impactarán definitivamente sobre nuestras vidas. Ante esta nueva realidad, se proyectan una serie de escenarios llenos de oportunidades y desafíos. El desarrollo y bienestar de nuestra región y país están directamente relacionados con la capacidad de asumirlos.

10 "Biochips y Bioinformática" Fernando Martín Sánchez y Guillermo López-Campos (1998).