

## **Cambio social y cambio tecnológico**

### *Social and technological change*

“Recibido el 31 de Agosto de 2016, aceptado el 18 de Octubre de 2016.”

Alejandro Fridman Lieberman\*

#### **Resumen**

En el presente escrito hemos intentado abordar algunas dimensiones relevantes en lo que hace a la relación ciencia, tecnología y sociedad. Centralmente se apuntó a ejes tales como el cambio tecnológico, las condiciones de contexto original del mismo, sus distintas modalidades y la relación de dependencia que se da entre los países centrales y periféricos en términos de transferencia o comercialización de tecnología. En este marco, se subraya la importancia de la existencia de políticas científicas y tecnológicas adecuadas y sostenibles a largo plazo, más allá de los elencos gobernantes, para los países periféricos.

En línea con lo anterior se desarrolla el caso de Cuba como ejemplo de desarrollo tecnológico autónomo exitoso en un segmento en particular: la biotecnología.

Es así como el presente artículo pretendió señalar algunas líneas de articulación existente entre los aspectos sociales y el cambio tecnológico propiamente dicho, siendo los primeros determinantes en las trayectorias del segundo.

---

\* Doctor en Economía, Universidad de la Matanza, Buenos Aires.

**Palabras clave:** Cambio tecnológico, sociedad, desarrollo, cambio social.

### **Abstract**

In this text we had try to address some relevant dimensions in the relation between science, technology and society. As a central point, the article is focused on technological change, his original context conditions, different modalities and the dependence relation that is founded between central and peripheral countries in terms of transfer and commercialization of technology. Beyond temporal go-vernments of peripheral countries, we stress how important is the existence of adequate and sustainable scientific and technological policies on a period of long term.

In line with the above, the case of Cuba is developed as an example of technological development, autonomous and successful, in an specific segment: biotechnology.

This article pretended to point out some factors of the linkage between social aspects and the technological change properly said; being the latter determined by the first aspect.

**Keywords:** Technological change, society, development, social change.

El reconocimiento de la importancia de la problemática ciencia-tecnología y sociedad ha llevado a la conformación de un nuevo campo de estudios relacionados con las distintas modalidades de articulación entre los aspectos sociales y científico-tecnológicos. Para clarificar estas primeras definiciones un tanto genéricas, vale mencionar algunos ejemplos más concretos. En efecto, cuando señalamos la pertinencia del nuevo campo de estudio nos estamos refiriendo a la influencia de la ciencia y la tecnología en los distintos escenarios económicos regionales y mundiales, y también, a la inversa, al efecto que produce el mar-

co económico sin dejar de considerar otras dimensiones importantes tales como la política (especialmente lo atinente al tema del poder) y la cultural.

En este sentido, la bibliografía que toca el tema hace eje en los tiempos de la revolución industrial (siglos XVII, XVIII y XIX en sus distintas etapas) para resaltar el inicio de una fuerte articulación entre ciencia y sociedad que dio como resultado a la tecnología<sup>1</sup>. De este modo, esta última

---

<sup>1</sup> En este sentido Nathan Rosenberg señala que la tecnología surge "... cuando la frontera de la técnica occidental empezó a desplazarse desde el "mundo visible" de la palancas, engranajes, válvulas, poleas y guinches hacia el mundo invis-

implicaría la aplicación del conocimiento científico teórico a cuestiones de orden práctico directamente vinculadas a lo social, en particular relacionadas al crecimiento de los mercados, y a la necesidad de aumentar la producción, y la productividad, para abastecerlos de bienes de todo tipo en gran número. Cabe resaltar el hecho de que una determinada coyuntura histórica es la que determina el desarrollo tecnológico y científico y no al revés. De hecho, los conocimientos teóricos que permitieron el desarrollo de la tecnología industrial ya existían desde hace siglos, solo que no hubo una “necesidad histórica” que hiciera imprescindible dicha transformación.

Más allá de todo esto, es cierto que también hubo indudables e importantes cambios sociales con el advenimiento de la revolución industrial entre los que podemos mencionar:

- \* Un proceso de urbanización o sea una fuerte concentración de la población en grandes ciudades ya que en estas, en sus alrededores, se encontraban casi todos los empleos industriales nuevos. A partir de esta situación la población los visualizó

---

ble de los “átomos, moléculas, electrones...virus. hubo entonces un cambio en la fuente principal del avance hacia la interacción entre el trabajo de los científicos básicos y el de los científicos industriales”. (citado por Ciapusio H. *El fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad*. Buenos Aires: Eudeba, 1994. P. 49)

como una oportunidad de mejorar el nivel de vida miserable que venían teniendo en el campo. Esto se dio en todos los países industrializados y también, aunque de modo más dificultoso y tardío, en aquellos que hoy tienen un nivel de industrialización medio.<sup>2</sup>

- \* Una vida social más impersonal y anónima ya que muchos encuentros cotidianos se dan con extraños. Esto es directa consecuencia de lo anterior y es una diferencia notable con la vida en la etapa preindustrial en la que la vida social estaba mucho más pautada y los contactos eran básicamente entre los vecinos de la aldea (incluidos los matrimonios).
- \* Las organizaciones a gran escala (como por ejemplo las corporaciones de negocios o las agencias gubernamentales) influyen decisivamente en la vida de quienes habitan en los conglomerados urbanos.
- \* Los sistemas políticos se tornan más complejos de lo que habían sido en las sociedades tradicionales. En este sentido, los estados nacionales consagran fronteras claramente delimitadas con amplios poderes sobre muchos aspectos de la vida de los ciudadanos.

---

<sup>2</sup> En Latinoamérica podemos citar a la Argentina, Brasil y México.

\* En relación con lo anterior, la asociación entre estado y capital privado se manifiesta muy especialmente con la aplicación de la tecnología industrial a lo militar, transportes y comunicaciones. Esta característica se mantiene hasta nuestros días ya que la abrumadora mayoría de lo que conocemos como innovación tecnológica tuvo como punto de partida a las actividades de investigación y desarrollo en la industria bélica

Es así como vemos que de todos modos la determinación central es la social. A este respecto Marx señala en “El Capital” que la “...historia humana se distingue de la historia natural en que la una está hecha por el hombre y la otra no. La tecnología nos descubre la actitud del hombre ante la naturaleza, el proceso directo de producción de su vida y, por tanto, las condiciones de su vida social y de las ideas y representaciones espirituales que de ellas se derivan.”<sup>3</sup> De este modo se define a la tecnología como proceso social, dejando de lado los determinismos tecnológicos y también la sobrevaloración de la obra de individuos geniales y extraordinarios aislados de sus contextos socio-económicos.

<sup>3</sup> Citado por Ciapuscio H. Op. Cit. Págs. 172-173.

Cabe hacer alguna aclaración terminológica antes de continuar, cuando nos refiramos al concepto de tecnología tomaremos la definición de Rath que por su amplitud nos será útil. Para este autor la tecnología es “... el conjunto de conocimientos específicos, organizaciones y procedimientos, maquinaria, herramienta y equipo, insumos materiales necesarios y habilidades humanas que se combinan para crear productos que la sociedad desea”.<sup>4</sup>

En lo que hace al cambio tecnológico en tanto factor clave para el desarrollo nacional es fundamental poder comprender una serie de factores contextuales que lo explican. La omisión de este entendimiento impide percibir el marco en que se da lo que ha llevado, por ejemplo, a intentos de transferencia tecnológica fallida desde los países centrales a la periferia capitalista con resultados lógicamente frustrantes, entre otros malos entendidos.

Se deben tener en cuenta entonces tanto los aspectos políticos y económicos por un lado, como la dimensión cultural y ambiental por otro. Los primeros remiten a la actitud del estado en lo que hace al apoyo de la

<sup>4</sup> Rath A. *Transferencia y Difusión de la Tecnología*, en Salomón J.J. Sagasti F. y Sachs C. Una Búsqueda Incierta. Ciencia, Tecnología y desarrollo. México: Editorial de las Naciones Unidas – Centro de Investigación y Docencia Económicas – El trimestre Económico (CFE), 1996. Pág. 422.

ciencia en el marco de agencias de sostenimiento, financiamiento, vinculación con el exterior y fomento de la investigación principalmente (aunque no solo) en las universidades públicas. En gran medida la voluntad política del estado hacia la investigación se ve reflejada en los montos de inversión como porcentaje de Producto Bruto Interno que destinan a dicho rubro.

En el cuadro 1 se puede tener una idea de lo que destinan a investigación algunos de los países centrales. Cabe mencionar un record en la materia en poder de Corea, que destina nada menos que un 7 % al mismo rubro.

**Cuadro 1 Porcentaje del PBI para investigación (Año 2014)**

Japón	3,58
Estados Unidos	2,73
Alemania	2,87
Francia	2,26
Reino Unido	1,7
Canadá	1,61
Italia	1,29

Fuente: UNESCO<sup>5</sup>.

De todos modos, al analizar estas cifras se debe tener cuidado con las conclusiones que saquemos ya que

<sup>5</sup> Consultado el 8/12/2016. [http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN\\_DS&lan-g=es](http://data.uis.unesco.org/Index.aspx?DataSetCode=SCN_DS&lan-g=es)

no estamos tomando valores absolutos iguales. En efecto, el producto bruto norteamericano en millones de dólares es notablemente superior al italiano o canadiense, cada punto porcentual significa en cada caso valores distintos. A pesar de lo anterior estos números nos sirven para un primer análisis del contexto político al que apuntamos.

En lo que hace a los factores económicos del cambio tecnológico, entra en juego un actor principalísimo: las empresas. Aquí también las diferencias entre centro y periferia capitalista son importantes además de estar vinculadas a un objetivo absolutamente prioritario que es la maximización de las ganancias y en esto se diferencian claramente con las metas que, al menos en teoría, tienen los estados nacionales que apuntarían a la defensa de los intereses de sus ciudadanos.<sup>6</sup>

La mayor parte de la tecnología que se produce en el mundo se da a partir de las necesidades de las corporaciones multinacionales (en su abrumadora mayoría norteamericanas más allá de esta denominación) quienes la utilizan y también, sobre todo, la comercializan hacia los países pobres. En este sentido, en ocasiones, el término “transferencia de tecnología” oculta lo que en realidad no es otra

<sup>6</sup> Esta cuestión se hace más compleja si tomamos en cuenta que también existe cooperación y has-ta trabajo conjunto entre algunos estados y las grandes corporaciones, sobre todo en los países centrales.

cosa que venta de tecnología lo que es muy distinto.

La dimensión cultural del cambio tecnológico tiene que ver centralmente con los valores, conductas, estilos de vida e incluso con los marcos institucionales que se desprenden de estos en las distintas sociedades.

El aspecto ambiental se relaciona con el contexto físico en el que se produce tecnología e incluye la geografía, el clima, los recursos naturales en general, que determinan fuertemente incluso el tipo de tecnología que es posible y deseable desarrollar. Por ejemplo en un país con buen clima y recursos en ganadería es más posible y más racional que se desarrolle tecnología apropiada para el desarrollo de dicha actividad, como ingeniería genética animal o producción de maquinaria para la actividad agropecuaria (como tractores o sembradoras), que en una zona sin esas características.<sup>7</sup>

Estas cuatro dimensiones política, económica, cultural y ambiental interactúan permanentemente e inciden, con distinto peso según el caso, en el cambio tecnológico.

En un texto citado por Román Gubern,<sup>8</sup> André Gorz nos ayuda

<sup>7</sup> Lo cual no implica especializarse exclusivamente en la producción primaria, sino atender esa ventaja sin descuidar la industria sin cuyo desarrollo no hay futuro posible para ninguna nación que pretenda tener mínimos márgenes de soberanía (excepción hecha de Ciudades Estado o de territorio y economía muy pequeña).

<sup>8</sup> Ver Gubern R. *El Simio Informatizado*. Buenos

a complementar y redondear el tema señalando los que, en su opinión, son los tres motores de la revolución tecnocientífica contemporánea:

1. La carrera armamentista
2. La necesidad de incrementar los beneficios empresariales reduciendo los costos de producción sobre todo con la sustitución de mano de obra por la automatización.
3. La necesidad de renovar las mercancías y servicios para acelerar la obsolescencia y su rápido reemplazo, con lo que se mantiene un elevado nivel de demanda.

En todos los casos vemos la fuerte articulación entre la tecnología, o más bien un tipo de tecnología y sus efectos sociales lo cual podría también verse (dialécticamente) como la articulación de lo social que coadyuva a la generación de cierto tipo de tecnología.

En este sentido, incluso se puede hablar de una tecnología dirigida, principalmente al menos, a un sector social, que es el que sostiene lo que los economistas denominan la demanda efectiva. Esto es muy especialmente notable en los puntos 2 y 3.

Aires: Eudeba - Fundación para el desarrollo de la función social de las comunicaciones. 1991, pág. 133.

## El cambio tecnológico y los ciclos económicos

En lo que hace al concepto de cambio tecnológico es importante distinguir, en línea con la conceptualización del tema que realizó el economista norteamericano Shumpeter, entre innovación e invención. Mientras que esta última ocurre en lo que podríamos llamar la esfera científico-técnica y puede permanecer allí para siempre o puede desaparecer por largo tiempo, la innovación en cambio es un hecho económico-social. El fenómeno que realmente interesa por lo tanto es el proceso de adopción masiva que implica esta última. Esta difusión es lo que en última instancia transforma lo que fue una invención en un fenómeno económico-social, o sea en una innovación.

Para ilustrar lo antedicho, podríamos citar como una profunda innovación tecnológica (y también organizacional) a la introducción de los métodos tayloristas y luego, fordistas, en la industria (y también en los servicios algo más tarde) revolucionando el proceso de producción de bienes que hasta entonces era predominantemente artesanal.

Para entender los distintos períodos históricos en lo que hace a las distintas innovaciones se debe conocer su relación con los ciclos económicos. El concepto de ciclo económico fue desarrollado por el economista

ruso N. D. Kondratieff (1892 – 1938) quien describió la existencia de ciclos prolongados en la economía mundial, aproximadamente de sesenta años, observando las tendencias en la fluctuación de los indicadores económicos (precios, inversiones, etc.) durante el siglo XIX.<sup>9</sup>

En forma simplificada en todo ciclo económico encontramos cuatro fases comunes<sup>10</sup>

1. Crisis: Es la fase descendente del ciclo. Se produce cuando hay un desequilibrio entre la producción y el consumo por lo que caen las ventas, se abaratan los bienes, se producen quiebras en las empresas, sube el desempleo, baja el nivel de producción y caen salarios.
2. Recesión o depresión: cesa la crisis pero se mantiene el estancamiento de la producción, comercio, salarios y desempleo. Esta etapa es la más prolongada de la de la crisis.
3. Reactivación: es la fase ascendente del ciclo ya que comienzan a mejorar las cifras de las variables mencionadas y finalmente,
4. Auge: tendencia a la mejora ininterrumpida de las variables hasta volver a una fase de crisis por el llamado

<sup>9</sup> Kondratieff, N. D. *The Long Waves in Economic Life*, Review of Economic Statistics, November 1935

<sup>10</sup> Cabe aclarar que las fases del ciclo no tienen principio ni fin, sino que se suceden de modo continuo. Aquí se las presenta en un orden (arbitrario) a los efectos de hacer más clara la exposición.

“recalentamiento” de la economía. A esta situación se llega ya que se producen rigideces debido a que la capacidad instalada está totalmente utilizada, casi no hay recursos ociosos, solo se puede seguir creciendo si hay nuevas inversiones para aumentarla.

En lo que hace a las teorías que intentan explicar estas fluctuaciones periódicas de la economía, en general lo hacen a partir de factores bien distintos tanto “internos” como “externos” a saber: los hábitos de crédito de los bancos, las expectativas (“optimistas” o “pesimistas”) de los eventuales inversores, los ciclos de reposición de material, las fluctuaciones en el sector de bienes de capital, las guerras, los descubrimientos de oro o petróleo y también el cambio tecnológico.

Aunque Kondratieff sugirió que cuando se estaba en medio de una fase de expansión económica los inventos que habían permanecido “latentes” podrían encontrar nuevas aplicaciones y salir a la luz, no él fue quien vinculó específicamente el ciclo económico y el cambio tecnológico. Quien lo hizo fue Shumpeter, que consideró al proceso de innovación como la fuente de las fluctuaciones en las actividades económicas y a su carácter discontinuo atribuyó la inestabilidad intrínseca del crecimiento capitalista, visión que contrastaba claramente con la de los economistas neoclásicos que postulaban siempre el equilibrio eco-

nómico general y el proceso continuo de sustitución y adaptación.<sup>11</sup>

De este modo, para Shumpeter el ciclo largo se relaciona con innovaciones llamadas “básicas” como por ejemplo los ferrocarriles, la electricidad y los vehículos de motor. En este sentido una vez que una innovación importante “demostraba” su rentabilidad, esto conducía a un comportamiento imitativo multiplicador en la medida en que muchas empresas se incorporaban y/o incorporaban dicha innovación, ya que de lo contrario quedaban fuera en términos de productividad, costos, eficiencia o cualquier otra variable importante.

En este sentido “(...) los autores neoschumpeterianos hacen hincapié en el papel de la difusión de adelantos tecnológicos importantes para la estimulación de un crecimiento económico renovado, y en el agotamiento

---

<sup>11</sup> Desde la izquierda la visión de Shumpeter fue criticada por Mandel quien señaló “Nuestra interpretación de las ondas largas, en comparación con las ofrecidas por Kondratieff y Shumpeter posee la ventaja de que no explica las ondas largas, su origen y su fin por la dudosa existencia de “proyectos de inversión madurados durante un largo período” de veinticinco o incluso cincuenta años de duración (que, obviamente, solo desempeñan una función marginal en la economía capitalista) o, peor todavía, por la súbita aparición de un gran número de “personalidades innovadoras (es decir por accidente biológico o genético), sino más bien por las oscilaciones a largo plazo de la tasa media de ganancia” Mandel E. *Las ondas largas del desarrollo capitalista. La interpretación marxista*. Madrid: Ed. Siglo XXI, 1986, pág. 21

de los sistemas tecnológicos más antiguos, como las fuerzas principales tras el punto superior de inversión del ciclo prolongado.”<sup>12</sup>

En este marco de articulación entre ciclo económico y cambio tecnológico, se postula que no toda innovación da lugar al mismo efecto sino que debe contar con ciertas y determinadas características para difundirse y repercutir en el en el sistema económico en

cuyo caso ya estaremos hablando de nuevos sistemas tecnológicos que generan a la vez nuevos paradigmas tecnológicos. El ejemplo, ya citado, de la innovación taylorista – fordista ilustra en parte la cuestión.

Para aclarar más el tema, presentamos sintéticamente en el cuadro 2 una clasificación de los cuatro tipos de innovación identificados por los estudiosos del tema.<sup>13</sup>

**Cuadro 2: Tipos de innovación**

<b>Innovaciones Graduales</b>	<b>Innovaciones Radicales</b>
Ocurren de manera continua en el ámbito industrial y de servicios en función de las presiones de la demanda, factores socioculturales, oportunidades tecnológicas, etc. Se dan como consecuencia de inventos y mejoras sugeridos por los ingenieros o propuestas de los usuarios. No tienen efectos drásticos en el sistema económico y pueden incluso pasar desapercibidos.	Implica la introducción de productos o procesos nuevos. Son discontinuos y no graduales. Se distribuyen desigualmente en los distintos sectores industriales y en diferentes etapas temporales y son resultado de proceso de investigación y desarrollo sistemático en universidades o empresas. Tienen efectos importantes a largo plazo, aunque poco significativos en el corto. Se ponen como ejemplos la energía nuclear o el nylon

<sup>12</sup> Rodríguez Pereira, P., *Las Nuevas Tecnologías: Oportunidades y Riesgos* en Salomón J.J. Sagasti F. y Sachs C, Op. Cit., pág. 500.

<sup>13</sup> Ver Rodríguez Pereira, P. Op. Cit, pág. 501-503.

<b>Nuevos Sistemas Tecnológicos</b>	<b>Nuevos Paradigmas Tecnológicos</b>
<p>También llamadas innovaciones sistémicas, afectan a varias ramas de la economía y dan lugar a sectores industriales totalmente nuevos. Se basan en el éxito combinado de innovaciones graduales, radicales, y también organizacionales que afectan a un gran número de empresas. De este modo se articulan como grupos técnica y económicamente interdependientes e interrelacionados. A partir de la petroquímica, por ejemplo, se pueden identificar varias familias de tecnologías, las fibras sintéticas que transforman la industria textil y de la confección; los plásticos cuya múltiple impacto como material estructural genera toda una familia de equipos o también el automóvil, la línea de ensamblaje, la estructura corporativa, las redes de proveedores de partes, de distribuidores y de estaciones de servicio son solo una parte de la constelación de interrelaciones técnicas, económicas y sociales estructurada alrededor del motor de combustión interna.</p>	<p>También llamadas revoluciones tecnológicas, implican cambios tecnológicos de muy largo alcance que ejercen influencia permanente en todo el sistema económico. Ejercen un efecto de “destrucción creativa” en todas las industrias que no se adaptan a la nueva modalidad. Este cambio de paradigma implica una combinación nueva y única de ventajas técnicas y económicas. La revolución industrial en Inglaterra, la “era del ferrocarril” a mediados del siglo pasado, la electricidad y el acero Bessemer en la “Belle Epoque”, el motor de combustión interna, la línea de ensamblaje y la petroquímica en el reciente “boom” de post-guerra, son todos ejemplos de este tipo de revoluciones de impacto generalizado capaces de transformar el modo de producir, el modo de vivir y también la geografía económica mundial.</p>

Cabe resaltar, sobre todo en lo que hace a la última tipología, que lo importante se da a partir del momento de entrelazamiento entre lo tecnológico y lo socioeconómico, reforzando los comentarios introductorios expresados más arriba.

En este sentido C. Perez expresa que “lo verdaderamente nuevo, entonces, no es el mero hecho técnico. La ruptura se produce cuando se entrelazan lo técnico y lo económico-social a través de una dramática reducción del costo relativo del insumo o conjunto de insumos clave, como consecuencia de una serie de eventos, algunos fortuitos otros motivados, incluyendo una constelación de innovaciones técnicas y organizativas radicales. Y estos saltos tecnológicos tienen mayor probabilidad de ocurrir - o de

ser plenamente reconocidos, explotados y ampliamente aplicados- cuando el conjunto de tecnologías basadas en el uso del factor clave de turno ha agotado su potencial para contribuir al aumento de la productividad.”<sup>14</sup>

### **Una comparación entre paradigmas**

De este modo el nuevo paradigma se desarrolla en tanto supere las limitaciones del paradigma anterior logrando un salto tecnológico importante, nuevas e inéditas oportunidades de inversión e inaugurando nuevas trayectorias de evolución tecnológica. La difusión de este nuevo paradigma revolucionario (en el

<sup>14</sup> <http://www.carlotaperez.org/>

sentido de Thomas Khun), continúa has-ta que los nuevos parámetros y el nuevo modelo ideal de óptima eficiencia pro-ductiva se transforman en “sentido co-mún” generalizado.

Se puede graficar la idea con la comparación de los paradigmas presente (electrónico) y previo (indus-trial, ya agotado o en proceso de ago-tamiento)

**Cuadro 3: Paradigmas industrial y electrónico**

	<b>Factor clave</b>	<b>Organización del trabajo</b>	<b>Sector económico líder</b>	<b>Perfil ocupacional</b>
<b>Paradigma previo (a partir de la segunda guerra mundial hasta principios de la década de 1980)</b>	petróleo barato, junto con materiales intensivos en el uso de energía, especialmente los plásticos	Taylorista-fordista	Empresas gigantes petroleras, petroquímicas, del automóvil y otras productoras de bienes masivos energo-intensivos para los mercados de consumo y militares.	Requería cantidades crecientes de mano de obra especializada y no especializada, tanto de planta como de oficina.
<b>Paradigma actual (desde principios de la década de 1980, consolidándose a partir de la década siguiente)</b>	Microelectrónica barata	Producción flexible: un conjunto variado y cambiante de bienes o servicios información-intensivos	Sector electrónico y de información, en particular componentes y bienes de capital, impulsados por e impulsando una vasta red infraestructural de telecomunicaciones.	Se reducen los requerimientos de calificaciones medias y aumentan los de los extremos superior e inferior de la escala, al mismo tiempo que demanda menos especialización estrecha y más capacidades básicas multipropósito para manejo de información.

Caben hacer algunas aclaraciones, este cuadro presenta un panorama algo esquemático en tanto generaliza situaciones que son diferentes según qué región e incluso que país se tome. Por lo tanto se debe tener en cuenta el muy diverso nivel de desarrollo y de acceso a la tecnología (y a la creación de tecnología local) en las distintas naciones.

En segundo lugar, valga una puntualización desde el punto de vista valorativo: el progreso tecnológico y económico no implica necesariamente un cambio positivo en lo social. Si bien esto último nos parece obvio a muchos, el pensamiento tradicional positivista occidental<sup>15</sup> siempre tendió al determinismo (cuanto mayor sea el progreso tecnológico, automáticamente será mayor el progreso y la felicidad de los pueblos). Esto fue desmentido por la historia; el progreso produjo la industrialización de la muerte con los campos de concentración, las bombas atómicas y demás armas “modernas” y varias catástrofes ecológicas como Chernobyl (por nombrar solo a una). Sin embargo también produjo la penicilina y demás medicinas y diversas mejoras en la calidad de vida (pero

---

<sup>15</sup> Augusto Comte hablaba de tres estadios de evolución lineal por los que habría pasado la historia de la humanidad, estos eran: metafísico, teológico y positivo. En este último el hombre llegaría al momento culminante de la felicidad gracias al progreso científico. Era el positivismo del “orden y progreso”

principalmente de quienes pueden acceder a dichas mejoras).

En síntesis, si bien el progreso tecnológico y económico no implica en forma determinante un progreso moral o social, un retroceso o estancamiento tampoco garantiza lo anterior.

### **La brecha tecnológica y la transferencia de tecnología**

Los estudiosos del tema acuerdan en que no solo existen brechas importantes entre la infraestructura tecnológica de los países centrales del capitalismo y los que juegan un rol periférico, sino que además esta brecha tendió a ampliarse en la mayoría de los casos durante las últimas décadas del siglo XX (tendencia que no se habría modificado en el inicio del presente siglo tampoco).

Lo que ha ocurrido es que en los países pobres, el estado nacional ha estado ausente en lo que hace a la elaboración de un programa de innovación o de especialización tecnológica de mediano o largo plazo. Esto se ha dado en casi todo este grupo de países periféricos con honrosas excepciones en las que ha habido algunas políticas destinadas a áreas puntuales con más o menos continuidad (lo que agrega otra dimensión al problema)<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Se puede mencionar el caso de Brasil hasta la presidencia de Collor de Mello en el sector informático e incluso el de Argentina con el sector nuclear hasta su casi desmantelamiento en

En este sentido, suenan muy pertinentes las propuestas de política pública para el desarrollo tecnológico sugeridas por Francisco García Fernández y Oscar Chassagnes Izquierdo que reproducimos:<sup>17</sup>

- **Por el lado de la Oferta:** debe impulsarse la creación de empresas públicas, el fomento de la infraestructura científica, tecnológica y educacional, que comprende, el desarrollo de laboratorios de investigación, universidades y de la educación en todos los niveles, la información, con la creación de redes y el apoyo a todo lo que facilite el acceso a ella (por ejemplo, bibliotecas, gestión de base de datos, etc.) y el suministro de financiamiento, en forma de préstamos, subsidios y de otros instrumentos de faciliten el acceso a los recursos financieros.
- **Por el lado del Entorno:** una política impositiva en sus diferentes modalidades con exenciones tribu-

---

la época de la presidencia de Carlos Menem. En ambos casos primaron las presiones de los países industrializados, en particular de E.E. U.U., para el abandono de esos sectores de punta en los países mencionados. En la primera década del presente siglo también hubo políticas en ciencia y tecnología en algunos países como la Argentina de Néstor Kirchner y Cristina Fernández y en el Brasil de Lula Da Silva y Dilma Rousseff. También se destacan algunas iniciativas en Bolivia con Evo Morales.

<sup>17</sup> Ver García Fernández F. y Chassagnes Izquierdo O. <http://www.revistaespacios.com/a02v23n03>. Año 2003

tarias, la política de patentes, leyes regulatorias del marco legal y fiscal en que opera la industria.<sup>18</sup>

- **Por el lado de la Demanda:** las compras gubernamentales a nivel local o estatal deben realizarse por ley, así como también los contratos para la innovación de productos, procesos y servicios y servicios públicos.

De este modo se pretende, además de resolver los problemas de escasez de producción de conocimientos científicos y tecnológicos, contribuir al problema básico de desarrollar capacidades de aprendizaje en las organizaciones para la adopción provechosa de nuevas tecnologías.

Estas hubieran sido, y podrían ser propuestas de base seria para una política de estado en los países periféricos, sin embargo durante las últimas dos o tres décadas del siglo XX los gobiernos de estas naciones hicieron todo lo contrario a partir de la aplicación de las políticas del “Consenso de Washington”.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Esto debe hacerse de manera muy estudiada y con fuertes controles de parte de estado de lo contrario se puede disfrazar de transferencia tecnológica ciertos flujos de fondos que en realidad ocultan cosas muy diferentes. En efecto, a veces se utilizan los contratos de vinculados a asistencia técnica o transferencia de tecnología como forma de girar utilidades al exterior y disminuir el pago de ganancias (ver *Suplemento Cash de Página 12* del Domingo 1 de Agosto de 2004, página 5.)

<sup>19</sup> El “Consenso de Washington” es un recetario

A partir de lo anterior, el cuadro, que ya era grave, resultó devastador: la destrucción o venta de las empresas estatales, el descuido de las universidades con las consecuencias lógicas en el ámbito de la investigación quedando esta casi totalmente en manos del sector privado (lo que sesga dicha actividad en otra dirección que no es la de un proyecto de nación sino de maximización de beneficios), un sistema tributario caótico, regresivo y con altos niveles de evasión y elusión que derivó en un grave perjuicio para las finanzas públicas, y un estado que, merced a los altos niveles de corrupción, compraba caro y mal a empresas que poco aportaban en términos de desarrollo en el ámbito científico y tecnológico local, dejando de lado y dilapidando de este modo recursos valiosos pertenecientes a las economías domésticas.

---

de políticas neoliberales elaborado en la década de 1980 por los sectores conservadores norteamericanos vinculados en su mayoría al partido republicano y al establishment financiero internacional, y promovido por el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Sintéticamente; en el se sostiene que para lograr el éxito económico, las naciones periféricas deben liberalizar el comercio (abrirlo al exterior en forma indiscriminada y unilateral, esto es sin contrapartida), se debe reducir el gasto público así como también la inflación (por vía principalmente de tasas de interés altas), fomentar la entrada de capital extranjero sin criterio regulatorio alguno, privatizar empresas públicas y garantizar la propiedad privada entre otras prescripciones de ese tenor.

Esto sucedió en mayor o menor medida en casi todos los países de la periferia capitalista, difiriendo lógicamente su situación en función de sus respectivas coyunturas políticas, su historia y sus posibilidades determinadas, a su vez, por sus recursos físicos y de infraestructura.

Con todo este panorama, los países pobres intentaron reducir la brecha a través de políticas de transferencia tecnológica más que con la producción de propia tecnología.

La transferencia de tecnología implica una intencionalidad, lo cual la diferencia de la difusión de tecnología que es menos planeada y se produce más bien por procesos de imitación, cuando el factor clave es abundante, barato y tiene potencial para el cambio tecnológico.

La transferencia de tecnología implica algún cambio en las instalaciones de producción o la ampliación de la infraestructura existente. Las vías para a dicha transferencia son varias:

- Bibliografía de todo tipo, incluso comercial con normas e información respecto de patentes.
- Educación y capacitación en el extranjero
- Reuniones, conferencias visitas a sitios de producción.
- Programas formales de cooperación técnica
- Asesoría de expertos extranjeros
- Importación de maquinaria con bibliografía e información técnica.

- Importación de productos intermedios de uso intensivo.
- Reingeniería
- Acuerdos de licencia para el uso de conocimientos prácticos exclusivos, patentes, procesos de producción.
- Inversión extranjera directa que incluye todos los conocimientos técnicos necesarios.

Como se ve la transferencia tecnológica se refiere tanto a innovación de tipo técnico propiamente dicho, como innovación de tipo organizacional, por ejemplo la llamada reingeniería.

Sin embargo se debe señalar que el término transferencia de tecnología es algo engañoso ya que, en general, oculta el hecho de que se está hablando de un proceso de compraventa en condiciones de mercado, como si fuera un proceso de “asistencia” de los países el Norte o sus empresas en beneficio de los del Sur.

Los estudiosos del tema, en honor a una mayor precisión, prefieren el concepto de “comercialización de tecnología” para describir esta situación. En este sentido la Oficina de Evaluación Tecnológica del Congreso de los Estados Unidos (OTA) distingue entre **comercio de tecnología** y **transferencia de tecnología**: el primero se refiere a las transacciones comerciales en que se compra y se vende un elemento tecnológico. Para que ocurra la transferencia se requiere el elemento adi-

cional de absorción y asimilación de la tecnología y la capacidad del organismo receptor de operar y mantener las instalaciones.

Esta distinción es importante porque no siempre se transfiere la capacidad de operar y mantener las instalaciones productivas, de aumentar la producción y de realizar cambios ulteriores, todo lo cual suele formar parte del lucro continuo de las empresas vendedoras.<sup>20</sup>

Esto no es todo, porque además es importante tener en cuenta que la tecnología que se transfiere debe ser razonablemente moderna en relación al precio que se paga, que no suele ser bajo. En muchos casos se transfiere tecnología obsoleta, descartada en los países del norte y que aún así es “novedosa” en el sur no desarrollado. El proceso de privatización de empresas públicas en la Argentina en la década de los '90 es un buen ejemplo de esto, sobre todo en compañías en donde por muchos años no se habían modernizado sus instalaciones. El negocio para el vendedor de tecnología era claro en tanto vendía tecnología obsoleta, ya amortizada a precio de mercadería “de punta”.

A esto se le suma el hecho de que la tecnología adquirida no siempre es adecuada por cuestiones de escala, por motivos culturales o de idiosincrasia, o porque no responden totalmente

---

<sup>20</sup> Rath, A. *Op. Cit.* pág. 431.

a las necesidades de los países periféricos ya que fueron diseñadas para realidades distintas. A raíz de esto deben ser adaptadas para reducir su incongruencia lo cual implica necesariamente una complicación adicional.

Estas y otras circunstancias asimilables se dan porque este mercado está integrado por numerosos compradores débiles y poco capacitados para evaluar lo que compran, y un número reducido de vendedores, mayormente corporaciones multinacionales, con estados fuertes que las apoyan, y que, lógicamente, aprovechan su situación e imponen sus condiciones.

Como ejemplo de la actitud de los estados de los países industrializados y su asociación con las empresas valgan un par de ejemplos: el primero de la industria automotriz norteamericana. Allí el estado le subsidia a la General Motors & Co. por 25 millones de dólares para el rediseño tecnológico de la fábrica Pontiac y el otro caso es el de Alemania que, en el 2005, dio un subsidio de 720 millones de dólares para una tecnología más segura en la motorización del diesel.<sup>21</sup>

### **Otros efectos negativos sufridos por los compradores de tecnología**

Como se ve, la relación es extremadamente desigual lo cual se ve re-

---

<sup>21</sup> Leyba C. *El Fantasma del Palacio* Revista De-bate, 23 de julio de 2004. Págs. 38 y 39

flejado en otras manifestaciones del fenómeno de transferencia de tecnología del norte al sur. Se pueden mencionar sobrepuestos en lo que hace a regalías y derechos de licencia, abastecimiento obligatorio de insumos incluidos en los contratos de venta (esto incluye insumos básicos, y, en ocasiones productos intermedios y hasta bienes de capital fabricados por el proveedor). De este modo “las compras obligatorias daban como resultado el control monopólico de los insumos por parte del proveedor de tecnología, incluso cuando se trataba de artículos fácilmente disponibles en el mercado”.<sup>22</sup>

Por lo demás se señalan sobrepuestos astronómicos en lo que hace a estas compras obligadas por contrato. El mismo autor, Rath, da varios ejemplos que, aunque con datos algo “viejos” (de mediados de los años 1970 en adelante) mantienen vigencia.

Lamentablemente, todas estas tendencias negativas parecen haberse agravado incluso con la globalización y la concentración económica y financiera lo que devino en el oligopolio de vendedores de “know how” ya mencionado.

A los efectos de mantener el control del mercado y optimizar sus ganancias, muchos contratos exigen que los receptores produzcan solo para un número establecido (y limitado) de mercados, incluso habitualmente solo

---

<sup>22</sup> Rath, A. *Op. Cit.* Pág. 435.

para el ámbito local con las consecuencias negativas imaginables para el sistema productivo en cuestión en lo que hace a la escala de producción que debe ser, como ya se dijo, obligatoriamente restringida. En ocasiones, se llega a prohibir cualquier adaptación o mejora del producto. En otros casos, sin llegar a lo anterior, se exige que el receptor informe al proveedor cualquier mejora o cambio, sin que exista una obligación de reciprocidad para este.

Otros de los efectos negativos sufridos por los compradores de tecnología es la incompatibilidad técnica debido a que esos productos provienen de trayectorias industriales históricas y culturales surgidas en los países centrales.

Por lo demás, puede haber incompatibilidad en lo que hace a la escala ya que las tecnologías vendidas están pensadas para la producción masiva y para la utilización de insumos más fácilmente disponibles en esos países, lo cual incrementa la dependencia para con las naciones industrializadas. Como señala Rath “la importación de conocimientos, capacidades de producción y bienes de capital podría minimizar los costos en las transacciones individuales, pero en el largo plazo, tendría efectos negativos en la capacidad local de solución de problemas y desarrollo de tecnología”.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Rath, A. *Op. Cit.* pág. 436.

A la concentración de la oferta de tecnología,<sup>24</sup> la incompatibilidad técnica, los sobreprecios, el control en lo que hace a los mercados de exportación y la dependencia tecnológica habría que agregar los peligros en lo que hace a la seguridad tanto en el ámbito industrial (peligro de espionaje industrial), el medioambiente (venta de tecnología descartada en los países industrializados por ser peligrosa desde el punto de vista ecológico), como en el ámbito de las políticas de defensa del estado. Algo de esto parece haber registrado el gobierno chino al decidir cambiar el sistema operativo común para todas las dependencias oficiales de Windows a Linux. Esto se debió a que los técnicos de seguridad identificaron “fallas de seguridad” que ponían en duda la confianza que podía brindar el producto de Microsoft.

---

<sup>24</sup> Esta situación se vio parcialmente atenuada a partir de los años `60 cuando la Unión Soviética y los países de Europa Oriental pasaron a constituirse en importantes fuentes de transferencia de tecnología a los países del sur, transfiriendo bienes no disponibles o de difícil disponibilidad en los mismos. La transferencia de productos farmacéuticos, acero, electricidad y maquinaria permitieron el desarrollo de una capacidad inicial en estos sectores. Naturalmente, esta situación cambió con la desaparición de los países socialistas.

**Cuadro 4: Aspectos negativos que afectan la transferencia  
(comercialización) de tecnología Norte - Sur**

Fuerte concentración monopólica de los vendedores de tecnología y una demanda numerosa, débil, fragmentada y carente de capacidades de evaluación de lo que compra.	Incompatibilidad técnica y cultural e inadecuación de la tecnología “transferida” en términos de escala de mercado.	Dependencia tecnológica permanente.
Control de los proveedores en lo que hace al uso comercial de la tecnología adquirida y también a la política de mejoras.	Vulnerabilidad en cuestiones de seguridad industrial.	Sobrepuestos en la tecnología propiamente dicha así como también en lo que hace a insumos y demás elementos necesarios.

Cuando no se pagan los precios que establecen las corporaciones multinacionales, el proceso se convierte en una farsa con resultados deplorables. Es el caso citado por Rath de transferencia de tecnología de proveedores europeos a La India donde “los proveedores mostraban menos interés por ofrecer tecnología con un gran potencial de ganancias futuras y, cuando se acordaban transferencias, los elementos de producción incluidos eran escasos, fragmentados, y no cubrían todos los conocimientos pertinentes. (...) lo que se transferían eran troqueles, dibujos, especificaciones, no conocimientos prácticos y mucho menos teóricos. (De esta manera) adquirirían una fracción ínfima de la tecnología.”<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Rath A. *Op. Cit.* pág. 445.

**Las excepciones exitosas. El caso de Cuba**

Es importante señalar que más allá de las experiencias frustrantes de transferencia de tecnología a los países del tercer mundo, se evalúan como exitosas aquellas experiencias en las que con el tiempo se logra sustituir los elementos importados reduciendo de este modo la dependencia del proveedor. En este sentido, la adaptación al contexto en que se transfieren los métodos, procesos y conocimientos que constituyen el know-how es clave.

Aquí entran en juego una multiplicidad de factores: el tiempo en que tarda la adaptación, el precio que se paga, el grado de participación tanto del proveedor como del receptor, las condiciones en que se da dicha trans-

ferencia (que son negativas en la medida que la asimetría de poder permita que el proveedor ejerza algún control de tipo permanente sobre el comprador, como ya se mencionó más arriba).

El caso de Cuba es interesante de señalar como ejemplo de transferencia de tecnología exitosa ya que parecen haberse cumplido en gran parte los requisitos que venimos comentando, particularmente, aunque no solo, en el área de la biotecnología.

En efecto, este proceso de adquisición de conocimientos se inició entre fines de la década de 1970 y principios de la siguiente. Como señalan García Fernández y Chassagnes: “Si en un inicio la biotecnología cubana debutó como “adoptador temprano” de tecnologías desarrolladas por otros, lo que para algunos le confirió determinadas ventajas, es un hecho que la transferencia inicial de la tecnología extranjera, generó un proceso interno de aprendizaje que llevó, paulatinamente, a mejorar las tecnologías importadas, desarrollando capacidades innovativas propias y permitiendo desarrollar nuevos conocimientos que están muy cerca de la frontera tecnológica. (...) El aprendizaje externo fue el punto de partida del proceso de creación de las capacidades tecnológicas. Una tecnología ya existente y cuya disponibilidad la hizo accesible a un país con escasos recursos financieros. Como es sabido, el elemento más importante en este proceso, es el hombre

y sus capacidades de aprendizaje. Un grupo inicial de científicos con una preparación suficiente se apropiaron in situ del conocimiento (conocimiento tácito), que sólo así, pudo inicialmente adoptarse y transferirse. Pero indudablemente, el desarrollo posterior, y sobre todo la acumulación posterior del conocimiento que hizo posible su difusión a otros centros, solo fue posible por la combinación que resultó del aprendizaje externo e interno.”<sup>26</sup>

A partir de esta exitosa experiencia el gobierno cubano creó una serie de instituciones de apoyo a la ciencia, en particular a esta área (biotecnología), y las dotó de gran capacidad económica y operativa. Se destacan el Centro de Investigaciones Biológicas, fundado en 1982 y, a partir de 1986, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), donde se instalan capacidades para aplicar las técnicas más avanzadas de la biotecnología moderna.

Estas instituciones, entre otras, han desarrollado alrededor de 200 productos biotecnológicos, que en su conjunto, representan a largo plazo, un potencial de cientos de millones de dólares de ingresos externos anuales. Entre los principales resultados obtenidos se encuentran:

---

<sup>26</sup> García Fernández F. y Chassagnes Izquierdo O. <http://www.revistaespacios.com/a02v23n03>. Año 2003

- Interferones recombinantes (Alfa y Gamma)
- Proteínas del virus del SIDA.
- Factor de crecimiento epidérmico recombinante.
- Anticuerpos monoclonales.
- La Interleucina-2, proteína de elevado potencial para inhibir metástasis en diferentes clases de tumores.
- Vacunas y preparados vacunales, entre las que se destacan la vacuna contra la meningitis meningocócica grupo B, única en el mundo, con registro sanitario o en vías de aprobación, en más de 19 países de todos los continentes y con patente de invención en otros 25, y la vacuna recombinante contra la hepatitis B.

El éxito logrado en el área de la biotecnología, se debió a una serie de factores que fueron decisivos a saber:

1. **La voluntad del Estado en el desarrollo de las Ciencias** desde los inicios del proceso revolucionario, promoviendo cambios institucionales (creación de la Academia de Ciencias, el Ministerio de Educación Superior con importante grado de autonomía con relación a la primera, lo que propició la aparición de instituciones científicas a él subordinadas) y el diseño de una política que paulatinamente fue creando una red de instituciones científicas, directamente intervenidas, que cooperan y que ha-

rían posible el surgimiento de las capacidades científicas endógenas que facilitaron el desarrollo de las biociencias y la biotecnología en particular.

2. **Los cuantiosos recursos invertidos a partir de 1959, para la materialización de una política en materia de Educación** que convirtió a ésta en derecho de todos los ciudadanos y en una obligación por parte del Estado; consecuencia de lo anterior fue la creación de una sólida infraestructura, el perfeccionamiento de los planes para todos los niveles de la enseñanza y el establecimiento de una escolaridad obligatoria de nueve grados de educación general. Todo ello hizo posible la existencia del nivel suficiente de calificación de los recursos humanos, condición previa esencial para el aprendizaje tecnológico sectorial y el manejo de la nueva tecnología.
3. La importancia conferida a la creación de **un Sistema Nacional de Salud diseñado para toda la población**, permitió en poco tiempo el desarrollo de un sistema médico sofisticado que incluía facilidades de entrenamiento y preparación en universidades y otras instituciones científicas nacionales y extranjeras para los profesionales y trabajadores del sector, entre los que se encontraban los futuros biotecnólogos. El Sistema de Salud esta-

blecido originó al mismo tiempo demandas de perfeccionamiento a sus instituciones científicas, que fueron presionadas a acercarse a la frontera de los logros mundiales en este campo, lo que incluía el desarrollo de la biotecnología, que en este caso debía responder a las demandas de evolución ulterior del Sistema Nacional de Salud.

4. **La prioridad**, dentro de la política científica del país, **al desarrollo y financiamiento de los proyectos incluidos en el programa de desarrollo de productos biotecnológicos y farmacéuticos y otros asociados a la biotecnología**, como el de biotecnología agrícola. También el apoyo y seguimiento que ha tenido por parte de las máximas instituciones del Estado la investigación y producciones biotecnológicas.<sup>27</sup> El éxito fue (y es) tan importante que traspasó las fronteras políticas. Una empresa de biotecnología de California, CancerVax Corp. recibió permiso del gobierno estadounidense para patentar tres fármacos experimentales contra el cáncer, desarrollados originalmente en Cuba. En pleno momento electoral, y con el Presidente ultra conservador George W. Bush aliado a los sectores cubanos que propician un reforzamiento del bloqueo que mantiene Estados Unidos contra

<sup>27</sup> García Fernández F. y Chassagnes Izquierdo O. <http://www.revistaespacios.com/a02v23n03>. Año 2003. Pag. 15

la isla hace más de treinta años; el Departamento del Tesoro le dio permiso a la empresa para patentar los fármacos y comenzar a realizar la pruebas pre-vias a su venta al público en ese país.<sup>28</sup>

Siguiendo con otros ejemplos, aunque de menor envergadura que el caso de Cuba, se puede mencionar los casos de La India, Corea del Sur y hasta Argentina, Brasil y México como proveedores de tecnología en áreas tan disímiles como energía nuclear, informática y también biotecnología. Todo esto, naturalmente, en una escala acorde a su carácter de actores periféricos de capitalismo mundial.

## 8. La Biotecnología. Un caso especial y controvertido

El área de la biotecnología merece un tratamiento específico por las polémicas que se han levantado acerca de algunos de sus usos, especialmente en las últimas décadas. Existen quienes defienden sus logros (no solo las empresas que lucran) y también verdaderos movimientos políticos y agencias internacionales que la cuestionan fuertemente como es el caso de "Greenpeace".

El concepto de biotecnología se refiere toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la

<sup>28</sup> Ver *Clarín Económico*, Domingo 28 de Julio de 2004. Página 28.

creación o modificación de productos o procesos en usos específicos.

De acuerdo al campo de aplicación la biotecnología puede ser distribuida o clasificada en cinco amplias áreas que interactúan a saber: **Biología en salud humana** (que sirve en la determinación de relaciones familiares en litigios de paternidad, para confrontar donantes de órganos con receptores en programas de trasplante, unir sospechosos con la evidencia de ADN en la escena del crimen (biotecnología forense), **Biología animal** (básicamente se ocupa de mejoras de razas animales), **Biología Industrial** (uso industrial de los microorganismos, como por ejemplo; producción de vacunas recombinantes y medicinas tales como insulina, hormonas de crecimiento e interferón, enzimas y producción de proteínas especiales), **Biología Vegetal** (que desarrollaremos a continuación en lo que hace a la ingeniería genética) y **Biología ambiental** (la aplicación de los procesos biológicos modernos para la protección y restauración de la calidad del ambiente como la limpieza del agua residual, que fue una de las primeras aplicaciones, seguida por la purificación del aire y gases de desecho mediante el uso de biofiltros).

En este marco, y para no extendernos demasiado nos centraremos en lo que se conoce como ingeniería genética que apuntaría, en este caso,

al mejoramiento de cultivos. En términos operativos la ingeniería genética implica el proceso de transferir ADN<sup>29</sup> de un organismo a otro. Se apunta entonces a los siguientes objetivos principales: cambiar las características de productos, mejorar la resistencia a patógenos y plagas en vegetales, incrementar la producción y aumentar el valor nutricional de alimentos.

Para lograr resultados en el sentido de lo expuesto con este procedimiento, se obtienen organismos genéticamente modificados. La aplicación exitosa de la transferencia de genes y de la ingeniería genética requiere la identificación del gen o grupo de genes que controla caracteres económicamente ventajosos y su aislamiento.

Algunos de los productos resultantes de estas técnicas son la producción masiva, el comercio global y la rápida introducción de nuevas variedades, la producción de material libre de enfermedades, resistencia a herbicidas, control de malezas y plagas, etc.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> El ADN o ácido desoxirribonucleico es un ácido que está presente en todas las células y cuya importancia reside en que constituye la base material de la herencia que se transmite de una a otra generación. El ADN codifica la información para la reproducción y funcionamiento de las células y para la replicación de la propia molécula de ADN. Representa la copia de seguridad o depósito de la información genética primaria.

<sup>30</sup> El ejemplo de la soja transgénica, de uso generalizado en gran parte del planeta es ilustrativo.

En este sentido se sostiene que las innovaciones derivadas de la biotecnología en general y de la manipulación genética en particular permitirán triplicar el rendimiento de las cosechas sin requerir tierras de cultivo adicionales, salvando así los bosques naturales y el hábitat de los animales. Otras innovaciones pueden reducir o eliminar la dependencia de agroquímicos (lo que puede contribuir a reducir la degradación del medio ambiente) y otras preservarán el suelo y los medios hídricos.

A esto se suma el hecho de que estas nuevas aplicaciones tecnológicas podrían ayudar a atenuar el hambre en el mundo ya que hoy en día, si bien se produce suficiente alimento, todavía existe un octavo de la población mundial (2000 millones de seres humanos) que vive crónicamente desnutrida.

Por todo esto, se pronostica un aumento de la población mundial que agravaría un cuadro ya crítico, un argumento que remite al pensador inglés Thomas Malthus (1766-1834) quien señalaba que el crecimiento de la población era significativamente superior a la capacidad económica para satisfacerla.

En este sentido se señala que las actuales prácticas agrícolas estarían contribuyendo a destruir la fertilidad de los suelos. Es por eso que, en los últimos años, el fenómeno de la desertificación se convirtió en uno de los temas centrales de las agendas

gubernamentales. De este modo, la biotecnología podría jugar un rol importante para ayudar a resolver estos problemas.

Sin embargo, las cosas no están tan indiscutiblemente claras. En primer lugar, el argumento malthusiano ya referido es fácilmente rebatible. En efecto, las hambrunas medievales ya desaparecieron hace rato en términos de “escasez de comida”. La cantidad de comida en el mundo que se produce es más que suficiente para alimentar a toda la humanidad. Es evidente que el problema no se soluciona incrementando aún más esa capacidad. El problema real es la escandalosa desigualdad de la distribución de la riqueza a nivel mundial y aquí el problema es político y no técnico.

Como bien ilustraba el economista argentino Claudio Lozano “sobre 6.500 millones de personas que habitan el planeta, 3.000 millones viven con menos de U\$ 2 diarios y 1.500 millones lo hacen con menos de U\$ 1 diario. El proceso histórico nos indica además que las distancias sociales no sólo no se reducen sino que aumentan. Las diferencias entre 20% más rico y el 20% más pobre eran de 30 a 1 en 1960, llegaron a 60 a 1 en 1990 y en 1997 alcanzó a 74 a 1. Asimismo, el 20% más rico es dueño del 86% del Producto Bruto Mundial, participa con el 82% de las exportaciones, y recibe el 68% de las inversiones. A su vez, el 20% más pobre tiene el 1% en todos

estos rubros. Las tres personas más ricas del mundo tienen activos superiores al Producto Bruto Nacional sumado de los 48 países más pobres. En este marco, la propia ONU califica de grotescas las desigualdades actuales y señala que con sólo el 1% de la riqueza de las 200 personas más ricas del mundo, se podría garantizar el acceso a la educación primaria de todos los niños del planeta.”<sup>31</sup>

Por otro lado, dado que los cultivos transgénicos están patentados, los consecuentes costos prohibitivos de las nuevas tecnologías, patentes biotecnológicas, semillas y herbicidas marginan a los pequeños productores locales, quienes pierden los derechos sobre sus propios cultivos y quedarían asfixiados a manos de las grandes corporaciones.

En este sentido es ilustrativo el dato que brinda la organización internacional ETC (erosión, tecnología y concentración) al señalar que 10 empresas controlan aproximadamente la tercera parte del comercio mundial de semillas. Las 10 mayores empresas de agroquímicos controlan 84% del mercado mundial; las 10 empresas farmacéuticas mayores controlan cerca del 50% de las ventas y finalmente son 10 empresas las que controlan el 61% del mercado veterinario. Estas empresas

llamadas también gigantes genéticos, curiosamente resultan ser siempre las mismas. Syngenta (fusión de Novartis y Astra-Zeneca), Aventis (fusión de Hoechst y Rhone Poulenc), Monsanto, Du Pont, Dow, Bayer y BASF.

En otras palabras, el hambre en el mundo no puede encararse como un problema de tecnología o biotecnología, es claramente un problema de asimetrías de poder económico y po-lítico.<sup>32</sup>

Pero las controversias relativas a los productos transgénicos no se limitan solo a cuestiones de discusión y crítica del orden económico internacional, también existen dudas en lo que hace a la peligrosidad que podría implicar su producción y consumo.

De este modo se teme el efecto de la “polución genética”, producto de la liberación de organismos transgénicos al medioambiente, que producirían efectos impredecibles, se teme que esta polinización cruzada de lugar a supermalezas y superpestes que arrasen con otros cultivos y alteren la biodiversidad de una región. Además se señala que no están suficientemente testeados los efectos y las consecuencias de consumir organismos genéticamente modificados (genes resistentes a los antibióticos podrían ingresar en nuestro patrón genético a través de

<sup>31</sup> Lozano C. *Globalización: Tecnología del siglo XXI y política del siglo XVIII* www.periodicoahora.com.ar Número 4 • Agosto 2001

<sup>32</sup> El grave problema de la obesidad, muy extendida en la población de los Estados Unidos, frente a la desnutrición en muchos países de África, ilustra bien el problema referido.

la cadena alimentaria e inmunizarnos a nosotros también, lo que originaría, por ejemplo, pandemias sin fin). Incluso se ha mencionado el descubrimiento de tumores en ratas alimentadas con papas transgénicas. Por lo demás se señala la complejidad que implica evaluar la toxicidad de los alimentos transgénicos.

### **Recapitulación y conclusión**

En el presente escrito hemos intentado abordar algunas dimensiones que consideramos importantes en lo que hace a la relación ciencia, tecnología y sociedad.

En este marco, se hizo especial énfasis en cuestiones tales como el cambio tecnológico y algunas de sus implicancias sociológicas, sus condiciones de surgimiento, las distintas modalidades que van adquiriendo los momentos de innovación, y los aspectos atinentes al proceso de transferencia de tecnología como intento de atenuar la brecha entre los países centrales y periféricos, intentando ver su complejidad en términos de entender que no todo proceso de transferencia de tecnología es siempre positivo para las partes receptoras, en particular teniendo en cuenta las asimetrías existentes entre un mercado con una oferta oligopólica y una demanda atomizada y poco capacitada para evaluar el producto o servicio a comprar.

Es a partir de este último punto, que surge la necesidad de resaltar la importancia de la existencia de políticas científicas y tecnológicas de largo plazo para los países periféricos. Estas deben ser “políticas de estado” adecuadas y sostenibles más allá de los grupos gobernantes y, en la medida de lo posible, deben estar más allá de los intereses de las empresas (sin perjuicio de que existan coincidencias en algunos casos, como los ejemplos vistos de los países centrales). Sin este contexto político y sin apoyo económico suficiente y continuo, las asimetrías norte-sur se mantendrán o se incrementarán.

Por último, se trató el tema de la biotecnología como alternativa tecnológica posible para los países del sur pobre (con algunos ejemplos exitosos como el de Cuba) aunque sin olvidar los enfoques críticos hacia la misma.

Volviendo al principio, la idea central de este escrito fue mostrar (y si fuera posible o necesario demostrar) la fuerte articulación existente entre los aspectos sociales y el cambio tecnológico propiamente dicho, ya que en muchas ocasiones se estudió esto último como algo total o casi totalmente separado. Por supuesto que el tema no está agotado ni mucho menos, sino simplemente se analizaron algunas cuestiones consideradas de importancia como un humilde aporte disparador del debate.

## Bibliografía

Ciapuscio H. El fuego de Prometeo. Tecnología y Sociedad. Buenos Aires: Eudeba, 1994.

Salomón J.J. Sagasti F. y Sachs C. Una Búsqueda Incierta. Ciencia, Tecnología y desarrollo. Editorial de las Naciones Unidas – Centro de Investigación y Docencia Económicas – El trimestre Económico (CFE). México 1996.

García Fernández F. y Chassagnes Izquierdo O <http://www.revistaespacios.com/a02v23n03>. Año 2003 Gubern R. El Simio Informatizado. Buenos Aires: Eudeba - Fundación para el desarrollo de la función social de las comunicaciones, 1991.

Kondratieff, N. D. “The Long Waves in Economic Life”, Review of Economic Statistics, November 1935.

Lozano C. *Globalización: Tecnología del siglo XXI y política del siglo XVIII* [www.periodicoahora.com.ar](http://www.periodicoahora.com.ar) Número 4. Agosto 2001

Mandel E. Las ondas largas del desarrollo capitalista. La interpretación marxista. Madrid: Ed. Siglo XXI, 1986.

Perez C. <http://www.carlotaperez.org>

