

## LA TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE LOS PAISES DE LATINOAMERICA

Laura Guadalupe Flores Negrete

### Parte 1

#### Introducción

El país que tiene un desarrollo tecnológico e industrial promoviendo la elaboración de productos en ese país impulsa a la economía y al desarrollo social de mismo al ser autosuficiente.

En el sector educativo es importante desarrollar una cultura de desarrollo tecnológico aprovechando a la población intelectual y creativa, inventiva e iniciativa para que apoyados de estas ventajas pasar de ser un país que compra y copia tecnología a un país que desarrolle tecnología. Es Vital tener una mentalidad positiva, optimista, de excelencia y de pro actividad para que se vaya conformando esta estrategia, considerando que estas nuevas generaciones serán incluso las encargadas de hacer los cambios respectivos a nivel político e industrial para que se establezcan las estrategias que orienten las acciones industriales hacia la investigación y el desarrollo, esto tendrá que ver con el incremento de presupuestos para

estimular, premiar y respaldar legalmente los esfuerzos por el desarrollo de patentes e investigaciones, basados en el trabajo de excelencia: en la ética de actuación en todos los sectores, también es tarea para obtener el éxito en este ámbito, de lo contrario aunque se desarrolle el conocimiento de las nuevas tecnologías si no se trabaja en el factor actitudinal y cultural en los alumnos , no tendremos el éxito que han tenido países que han crecido tecnológicamente y en el ámbito de la calidad de la actuación industrial y social.

El aumento de los niveles de vida va unido al progreso tecnológico, los inventos modernos han cambiado los métodos de producción, permitiendo a los trabajadores producir una mayor cantidad que hace algunas generaciones. El progreso tecnológico también nos ha permitido consumir nuevos bienes y servicios, que van desde viajes en avión hasta cremalleras, que no existían hace 100 años.

Observando que el cambio tecnológico ha sido un poderoso motor del crecimiento nos planteamos dos preguntas. En primer lugar ¿a que se debe el propio progreso tecnológico? En segundo lugar, aunque el cambio tecnológico parece una explicación evidente del crecimiento de la productividad en los países más ricos en los últimos doscientos años, ¿pueden explicar las diferencias tecnológicas las diferencias actuales de productividad entre los países?

Ahora entonces examinaremos la naturaleza del progreso tecnológico, prestando atención a los incentivos de los inventores para crear tecnología. A continuación vemos como afectan los cambios de los recursos dedicados a la creación de tecnología, a la tasa de crecimiento de la producción y como traspasa el progreso tecnológico las fronteras nacionales. Asimismo se observan las barreras que impiden la transferencia de tecnología de los países ricos a los pobres.

En otra sección veremos los determinantes del progreso tecnológico, para preguntarnos a que ritmo se debe esperar que mejore la tecnología en el futuro. Y en que medida pueden atribuirse las diferencias de productividad entre los países ricos y los pobres a diferencias de tecnología.

## Desarrollo

### La creación de tecnología

Requiere la realización de inversiones. Deben utilizarse recursos que podrían dedicarse a alguna otra cosa con el fin de crear, refinar y poner en práctica una idea productiva. La naturaleza de esta inversión en tecnología ha variado mucho de unos lugares a otros y a lo largo del tiempo. Las economías modernas dedican inmensos recursos a investigación y desarrollo (I+D) en un intento de crear nuevos productos o procesos.

En 2000, los Estados Unidos dedicaron un 2,7 % por ciento de su PIB a I+D. La tabla 1 muestra datos del número de investigadores (que son profesionales dedicados a la concepción o a la creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas) que trabajan en los países del G-5, así como el porcentaje de la población activa que se dedica a la investigación y la cantidad que se gasta en investigación. También muestra las cifras totales del grupo de 30 países ricos de la OCDE.

Cuadro 1: **INVESTIGADORES Y GASTO EN INVESTIGACION EN LOS PAISES DEL G-5, 2000**

—|—c—c—c—c—

Estados Unidos	1.261.227	0,90	265,2	2,7
----------------	-----------	------	-------	-----

Japón	647.572	0,96	98,4	3,0
-------	---------	------	------	-----

Alemania	257.774	0,64	53,6	2,5
----------	---------	------	------	-----

Francia	172.070	0,65	32,9	2,2
---------	---------	------	------	-----

Reino Unido	157.662	0,55	27,2	1,9
-------------	---------	------	------	-----

<b>3.368.087</b>	<b>0,63</b>	<b>604,6</b>	<b>2,3</b>
------------------	-------------	--------------	------------

Fuente: Base de datos Main Science and Technology Indicators de la OCDE. Los datos de la población activa de los Estados Unidos se refieren a 1999 y los del Reino Unido a 1998.

La I+D es realizada en su mayor parte por empresas privadas que tratan de maximizar los beneficios. Sin embargo, el singular carácter de la tecnología lleva hace tiempo al Estado a desempeñar un importante papel en la investigación. Por poner un destacado ejemplo, Internet se creó y se ha alimentado bajo los auspicios del Estado. Sin embargo, la ayuda más importante del Estado a la I+D es la proyección legal que ofrece a los inventores de patentes.

## Las patentes, los secretos comerciales y el Gen Terminator:

El preámbulo de la ley de patentes de Venecia de 1464

menciona que: Si se tomaran medidas para proteger las obras y artefactos descubiertos por los genios, de manera que otros que lo vieran no pudieran construirlos y desposeer al inventor del honor, más hombres utilizarían su genio y construirían artefactos de gran utilidad para nuestra comunidad. La constitución de los Estados Unidos autoriza igualmente al Congreso a aprobar leyes, "para promover el progreso de la ciencia y las artes útiles, garantizando durante un tiempo limitado a los autores y los inventores el derecho exclusivo a sus respectivos escritos y descubrimientos".

Una patente es una concesión del Estado que reconoce al creador de un invento el exclusivo derecho a hacer, utilizar y vender ese invento durante un periodo de tiempo fijo (en los Estados Unidos, generalmente 20 años). Son artículos patentables los nuevos productos y procesos, los compuestos químicos, los diseños ornamentales e incluso las nuevas variedades de plantas. Para obtener una patente, el inventor debe producir algo que sea original (es decir, algo que aun no se conozca) y que no sea obvio.

A veces las patentes no son para las empresas el mejor instrumento para proteger sus innovaciones ya que para patentar un invento hay que hacer una detallada descripción pública. Esa descripción puede permitir a los competidores encontrar fácilmente un sustitutivo cercano y, cuando expire la patente, otros podrán copiarla exactamente. Por este motivo, la formula de Coca-Cola nunca se patento y se ha mantenido en secreto durante mas de cien años. Según una encuesta realizada en 1994 a los directivos de laboratorios de I+D, estos consideraban que el secreto era el doble de importante que las patentes para proteger los nuevos procesos de producción.

Las patentes sólo son útiles si pueden imponerse sanciones legales por copiar los inventos. En el caso de un producto como las patatas, el agricultor que compra patatas de siembra a una empresa puede utilizar patatas de siembra de la cosecha del primer año para sembrar el segundo y puede incluso proporcionar patatas de siembra a sus amigos. Esa conducta puede ser ilegal desde el punto de vista técnico, pero en la práctica las empresas que venden las patatas de siembra no pueden hacer nada. Por lo tanto, una empresa que ha hecho grandes inversiones en la creación de una nueva variedad de una planta se encontrara con que tiene escasas posibilidades de vender sus semillas, por lo que será reacia a realizar esas inversiones. En un interesante e inesperado giro, Monsanto Corporation trato de resolver este problema desarrollando un "gen terminator" que permitía cultivar normalmente el producto el primer año, pero que conseguía que las semillas resultantes fueran estériles.

Una vez que una empresa ha desarrollado una tecnología, actúa como un monopolista y maximiza sus ingresos cobrando un elevado precio y limitando así los beneficios de la tecnología. Los posibles usuarios de una tecnología o los que no pueden pagar el alto precio del monopolista, a menudo se indignan por los beneficios que genera la protección de una patente. Últimamente esa cuestión ha explotado en el caso de los medicamentos recién desarrollados.

## La transferencia de tecnología

La diferencia entre la tecnología y los factores de producción convencionales (como el capital físico y humano) se halla en que mientras que los factores de producción convencionales son objetos, las tecnologías son esencialmente ideas que carecen de existencia física concreta.

Una de las consecuencias de que la tecnología no sea física es que mientras que los factores de producción son rivales en su uso, la tecnología no es rival. El hecho de que una persona utilice una tecnología no impide en absoluto que la utilicen otras con la misma eficacia. Thomas Jefferson señaló esta propiedad de la tecnología: "Su peculiar carácter también es que nadie posee menos porque otro la posea toda. Quien recibe una idea mía, aprende de mi sin que yo sepa menos; el que enciende una vela con la mía, recibe una luz sin quitármela a mí".

De hecho es la base de la labor del docente.

La ventaja de

transferir la tecnología se evidencia si un país es pobre porque carece de capital, sólo puede aumentar su renta realizando la cara inversión de construir un nuevo capital. La transferencia de capital de un país rico a uno pobre mejoraría el bienestar del país pobre, pero empeoraría el del rico. En cambio, si un país es pobre porque carece de tecnología, es posible transferir tecnología de otro sin que empeore el bienestar del país del que procede.

La cualidad mágica de la tecnología tiene un lado negativo: el hecho de que las ideas no sean rivales suele ir unido a unas escasas posibilidades de impedir que otros las utilicen.

El propietario de

la idea no puede obtener un rendimiento cobrando a otras personas por su uso, como consecuencia, a menudo una persona que ha creado una nueva tecnología no recoge la mayor parte de los beneficios de su creación, lo cual reduce los incentivos para crear tecnología.

### **Determinantes del gasto en investigación y desarrollo.**

Las empresas realizan muchos esfuerzos en retocar los procesos de producción con el fin de aumentar la calidad o reducir los costos. Por lo tanto, el ritmo de cambio tecnológico depende de las decisiones de las empresas privadas, y si queremos comprender los determinantes del gasto en I+D, debemos analizar el problema al que se enfrenta una empresa que tiene que decidir si va a hacer I+D y, en caso afirmativo, ¿cuánta?, para ello se consideran los siguientes factores:

.

La cantidad que quiera gastar la empresa en I+D depende de la ventaja que le dé un nuevo invento.

.

La empresa tomara su decisión teniendo en cuenta las dimensiones del mercado en el que puede vender su producto.

.

La empresa tendrá en cuenta la duración de la ventaja que le dará un nuevo invento.

.

La incertidumbre que rodea al proceso de investigación influirá en el gasto de la empresa en I+D.

El economista Joseph Schumpeter llamó destrucción creativa al proceso por el que los nuevos inventos generan beneficios a las empresas, estos beneficios son un incentivo para realizar investigación y las nuevas tecnologías así creadas (a menudo, junto con las empresas que las han creado) acaban siendo suplantadas por tecnologías aun mas nuevas.

Como el cambio tecnológico puede ser tan destructivo, establecer un sistema económico que lo fomente puede ser una delicada tarea. Como los sistemas económicos no siempre aciertan con los incentivos que deben dar, a menudo se impide la adopción de nuevas tecnologías.

## LA TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA

En 1950, Eiji Toyoda, un ingeniero cuya empresa familiar había fabricado camiones para el ejército japonés durante la Segunda Guerra Mundial, visitó la planta de automóviles que tenía Ford Motor Company en River Rouge (Michigan). En aquella época, la planta de River Rouge se encontraba entre las fábricas de automóviles más avanzadas del mundo desde el punto de vista tecnológico y Toyoda se dedicó durante dos meses a observar atentamente sus operaciones. No se sabe porque Ford se mostró dispuesto a dejar que Toyoda estudiara su planta con tanto detalle, pero probablemente la dirección pensó que una pequeña empresa de Japón, país devastado por la guerra, no podía ser una amenaza. Fue una decisión que Ford lamentó amargamente cuando la empresa de Toyoda, rebautizada con el nombre de Toyoda, se convirtió más tarde en una superpotencia automovilística mundial.

Europa, que se convirtió en poco tiempo en una exportadora de tecnología avanzada, se benefició enormemente en la Edad Media de las tecnologías que importó del resto del mundo, por ejemplo, el papel y

la pólvora de China y el sistema decimal (números arábigos) de la India. Y cuando los europeos llegaron por primera vez al Nuevo Mundo, una de las cosas más importantes que se llevaron consigo fue la "tecnología" que contenía el ADN de los nuevos productos de cultivo: las patatas, el maíz, los tomates y la guindilla, entre otros.

A veces se ha considerado que los avances tecnológicos son una preciosa mercancía que debe mantenerse dentro de las fronteras nacionales. Por ejemplo, en los siglos XVIII y XIX Gran Bretaña prohibió la emigración de artesanos calificados y la exportación de algunos tipos de máquinas, en un intento de impedir que se difundiera su tecnología. Esas barreras no fueron, sin embargo, totalmente eficaces. En 1789, Samuel Slater salió disfrazado de Inglaterra habiendo memorizado la tecnología de vanguardia para la fabricación de textiles. Más tarde construyó en los Estados Unidos la primera fábrica textil hidráulica en Pawtucket (situado en el estado de Rhode Island) y se convirtió en el padre de la Revolución Industrial de los Estados Unidos.

Aunque algunos gobiernos han intentado impedir que se difundan las tecnologías, otros han hecho todo lo posible para importar tecnologías de los países más avanzados. En 1697, el zar Pedro el Grande adoptó una falsa identidad y aceptó un empleo en unos astilleros holandeses para aprender tecnologías avanzadas y llevar a Rusia. Durante la Revolución Industrial los rivales europeos de Gran Bretaña, celosos de la superioridad tecnológica de ese país, intentaron imitar las tecnologías británicas de varias formas: fomentando la inmigración de trabajadores calificados, estableciendo proyectos públicos de investigación e incluso mandando espías industriales. Tras la restauración del emperador Meiji en la década de 1860, Japón se embarcó en un ambicioso programa para importar la mejor tecnología extranjera. En uno de los casos más raros de transferencia de tecnología, la Unión Soviética encontró una valiosa fuente de información para su intento de desarrollar su propia bomba de hidrógeno: el análisis de la lluvia radiactiva procedente de las pruebas que realizaban los Estados Unidos y que circulaba por todo el planeta.

Aunque algunos gobiernos han intentado impedir que se difundan las tecnologías, otros han hecho todo lo posible para importar tecnologías de los países más avanzados.

Actualmente, los países raras veces intentan restringir la transferencia internacional de tecnología por razones económicas (aunque sí por razones de seguridad nacional), debido en gran medida a que las empresas que hacen I+D ven en las competidoras nacionales la misma amenaza que en las

rivales extranjeras. Las grandes multinacionales reducen aun más la importancia de las fronteras nacionales. Si Ford desarrolla una nueva técnica en su fabrica de Detroit, es posible que este dispuesta a intercambiar la innovación con sus filiales extranjeras, pero luchará por mantenerla fuera del alcance de sus competidoras nacionales con la misma intensidad con que trataran de impedir que la copien las compañías extranjeras.

Algunos países en vías de desarrollo se han embarcado en ambiciosas estrategias para fomentar la transferencia de tecnología. Entre los que han tenido mas éxito se encuentran Taiwan, que fomento la inversión extranjera (por medio de aranceles y subvenciones) con la condición de que las empresas extranjeras contribuyeran a la creación de capacidad tecnológica local, por ejemplo, comprando en el país los componentes de los productores.

### **Conclusiones.**

Los países productores de tecnologías establecen las tendencias globales y los lineamientos de los modos de producción, en la medida que los países en vías de desarrollo se involucren en la transferencia de tecnología

les permitirá ser más competitivos en los mercados internacionales ya que el establecimiento de normas que regulan la calidad de los productos están considerando un nuevo factor: el *medio ambiente*, donde tecnologías obsoletas sólo serán un lastre para el desarrollo mundial.