

95
290



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA ECONOMIA MUNDIAL Y EL DESARROLLO ECONOMICO DEL TERCER MUNDO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A

ERNESTO SANCHEZ PACHECO



TESIS CON FALSA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL IMPACTO DE LAS
NUEVAS TECNOLOGIAS
EN LA
ECONOMIA MUNDIAL
Y
EL DESARROLLO
ECONOMICO DEL TERCER MUNDO.

INDICE.

	PAGS.
PREFACIO.	I
INTRODUCCION.	III
CAPITULO I.- LAS REVOLUCIONES CIENTIFICO-TECNOLOGICAS.	
1.- Ciencia y Tecnologia. Definiciones.	3
2.- La Primera Revolucion Cientifico-Tecnológica: La Máquina De Vapor.	13
3.- La Segunda Revolucion Cientifico-Tecnológica: La Máquina De Combustión Interna.	26
4.- La Tercera Revolucion Cientifico-Tecnológica: Las Nuevas Tecnologías:	31
a) La Informática.	31
b) La Robótica.	59
c) La Biotecnología.	68
d) Los Nuevos Materiales.	104
CAPITULO II.- EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LAS ECONOMIAS DESARROLLADAS.	
1.- La Organización Del Proceso De Trabajo Capitalista.	111
2.- Empleo.	166
3.- Informática y Lucha Obrera	190
4.- Alianzas.	200
5.- Parques Tecnológicos.	209
6.- Electrónica Y Control Social.	217
CAPITULO III.- EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LAS ECONOMIAS SUBDESARROLLADAS.	
1.- Los Nuevos Paises Industrializados.	227
2.- La Transferencia De Tecnología.	239
3.- La Obsolescencia Tecnológica.	256
4.- Los Nuevos Materiales. Efectos En El Tercer Mundo.	262

S.- La Biotecnología Efectos En El Tercer Mundo.	267
--	-----

**CAPITULO IV.- CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO
ECONOMICO Y SOCIAL DEL TERCER MUNDO.**

1.- Situación Económico-Social Del Tercer Mundo.	273
2.- El Avance Científico Y Tecnológico. El Caso De México.	284
3.- La Sustitución De Importaciones.	297
4.- La Creación De Una Capacidad Científico-Tecnológica Autónoma Y Soberanía Económica.	301
5.- La Creación Y El Desarrollo De Una Tecnología Autónoma Para El Tercer Mundo. Obstáculos Y Limitaciones.	318

A MODO DE CONCLUSIONES.	343
BIBLIOGRAFIA.	370

PREFACIO.

Gran parte de los países subdesarrollados o del tercer mundo se caracterizan por su atraso económico, político, social, cultural y educativo. Por los altos índices de población, analfabetismo, desempleo y miseria.

Para superar ésta grave situación, se proponen medidas de diversa índole: tanto morales, económicas, monetarias, de cooperación nacional e internacional, como políticas, etc.

Dentro de estas medidas se encuentra la búsqueda por desarrollar una ciencia y una tecnología endógena capaz de garantizar un desarrollo económico, político y social autónomo e independiente de las naciones desarrolladas y en particular de las transnacionales. Este desarrollo científico y tecnológico endógeno se apoyaría en la aplicación de las nuevas tecnologías como la electrónica, la robótica, la biotecnología y los nuevos materiales.

Se busca que la ciencia y la tecnología sea una alternativa que haga suyos los problemas relativos a la satisfacción de las necesidades básicas de la población: salud, alimentación, educación, vivienda, trabajo y que eleve, en sí, los niveles de riqueza material y cultural.

No obstante, la propuesta de solución planteada con respecto a la superación del atraso y la dependencia económica, política, social, científica y tecnológica encierra ya un problema. ¿Realmente es posible superar el atraso económico del tercer mundo mediante la aplicación de las nuevas tecnologías? ¿Cómo se llevarían a cabo las metas propuestas dentro de los marcos del capitalismo? Con la aplicación y desarrollo de una ciencia y una tecnología autónoma ¿se podrá superar el atraso económico beneficiando a los sectores mayoritarios de la población del tercer mundo? Pero, sobre todo, ¿existen las condiciones y los mecanismos necesarios para llevar a cabo la creación de una ciencia y una tecnología autónoma en el tercer mundo?

El objetivo del presente trabajo es analizar la viabilidad o inviabilidad de la propuesta arriba señalada y si en verdad existen las condiciones económico, político y sociales para llevarla a cabo.

También nos proponemos criticar tales medidas -apologistas- a partir del análisis marxista y ver las tendencias que existen detrás de este planteamiento.

Para este propósito nos hemos apoyado en la descripción de las nuevas tecnologías y los efectos que ocasionan al ser aplicadas en el proceso productivo y en la economía capitalista en general.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

En primer lugar al Licenciado Alberto Carbajal González, director y asesor de tesis, por el apoyo, los comentarios, las críticas y la amistad que me brindó a lo largo de la elaboración de la tesis.

A las compañeras secretarías Dulce María Aparicio Angeles, Blanca Lidia De La Garza Avila y Anabell Gómez Vidal, incansables en la tarea de copiar una y otra vez las páginas del original del trabajo de tesis, por la atenta y amable ayuda, así como por el tiempo que me ofrecieron en todo momento.

Dedico el presente trabajo a mi madre Francisca Pacheco, a mi hermano Jorge y, en especial, a mi hijo Olmo Sanchez Diaz.

INTRODUCCION

La investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología son algunos de los factores que determinan, por una parte, el poder económico de una empresa o una nación y, por la otra, la superación de las crisis económicas por las que atraviesa el capitalismo.

Con la aplicación de la ciencia y la tecnología al proceso productivo y de circulación el capitalista busca hacer frente a la fuerte competencia internacional, a la caída de la tasa de ganancia, a la baja productividad y a los altos costos financieros que implica la producción y venta de las mercancías, así como impulsar el desarrollo económico, y con ello obtener mayores ganancias.

Como se sabe, es una característica, y una condición de existencia del sistema capitalista, modificar o revolucionar de manera ininterrumpida tanto los instrumentos como los métodos de producción.

Actualmente, dentro de estos avances (en los métodos, técnicas e instrumentos de producción) destaca el impulso, desarrollo y aplicación de las llamadas nuevas tecnologías (electrónica, robótica, biotecnología y nuevos materiales) al interior de la economía capitalista, principalmente en los países desarrollados.

La característica de estas tres revoluciones científico-tecnológicas es que, en primer lugar las nuevas tecnologías pueden ser aplicadas en un gran número de actividades económicas; en segundo lugar, estas tecnologías ofrecen grandes posibilidades de crecimiento y desarrollo económico para las naciones; en tercer lugar la aplicación de dichas tecnologías tiene repercusiones de gran trascendencia. Se producen cambios significativos en la forma de organización y en la división del trabajo de los procesos productivos. Se dan cambios drásticos en la hegemonía y dominio en el mercado internacional por parte de

las grandes empresas así como entre las naciones. Se experimentan cambios en los requerimientos de mano de obra y de calificación. Se generan modificaciones en la industria, el comercio y los servicios. La correlación de fuerzas y la lucha entre las clases sociales se hace más aguda, esto es, se fortalece el poder capitalista debilitando, con el uso capitalista de la ciencia y la tecnología, el poder y la decisión obrera a escala internacional; en cuarto lugar, la ciencia y la tecnología se convierten en elemento y arma de dominio y sometimiento para otras naciones con menor desarrollo económico.

Por otra parte la mayoría de los países del tercer mundo se caracterizan por ser naciones con una estructura económica política y social atrasada. Cuentan con pocos recursos financieros y la mayoría de su población atraviesa por necesidades básicas no satisfechas. En gran parte, esto se debe a la dependencia económica, científica y tecnológica que guardan con respecto a los países o economías desarrolladas.

Por lo tanto, en opinión de algunos investigadores, organismos e instituciones de la ciencia y la tecnología, es necesario que los países del tercer mundo, basándose en las nuevas tecnologías, puedan crear las condiciones para generar y aplicar la ciencia y la tecnología que les permita lograr la superación del atraso económico, la creación de una tecnología propia, autónoma, para romper la dependencia económica con la metrópoli y así poder satisfacer las necesidades más elementales de la población, mejorando su calidad de vida y poder lograr, a su vez, la independencia y soberanía económica.

Abordar el estudio de la ciencia y la tecnología y sus efectos en la economía mundial es ya de por sí un problema complejo. Sus aplicaciones y repercusiones en el ámbito económico son amplios y variados, por lo que nos vemos en la necesidad de analizar sólo algunos de sus aspectos más sobresalientes que nos permita tener una panorámica muy

general -y limitada- de la problemática científica y tecnológica, para poder analizar con más detenimiento nuestro objeto de estudio: las nuevas tecnologías, su impacto en la economía mundial, los países subdesarrollados y la lucha por la superación del atraso económico mediante la aplicación de una tecnología propia y autónoma. Para tal propósito, hemos dividido el trabajo en cuatro apartados o capítulos.

En el capítulo primero se describe, a grandes rasgos, el surgimiento y desarrollo de las tres grandes revoluciones científico-tecnológicas y, en especial, las llamadas nuevas tecnologías, así como sus aplicaciones en la economía capitalista.

En el capítulo segundo se analizan los efectos que se dan al interior del proceso productivo, las nuevas reestructuraciones de las grandes corporaciones internacionales a través del establecimiento de alianzas y la creación de importantes parques tecnológicos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología como producto de la aplicación de las nuevas tecnologías y, en especial de la electrónica, dentro de los países desarrollados. Asimismo, se examina el control social de la población de los sindicatos fuertes y de los grupos de oposición contra determinado régimen o gobierno, que se hace posible, y a gran escala, gracias a la aplicación de los ordenadores y el uso de enormes bancos de datos.

En el capítulo tercero nos adentramos al análisis de los efectos o el grave impacto que causará en las economías subdesarrolladas la aplicación de las nuevas tecnologías. El estudio de este apartado se centra básicamente en los efectos que tiene la aplicación de las nuevas tecnologías en el ámbito de la circulación como: el enorme y crítico desequilibrio que enfrentan y enfrentarán en relación a las ventajas comparativas dentro del mercado internacional las naciones subdesarrolladas como producto de los avances de la

biotecnología, los nuevos materiales y la transferencia de tecnología en condiciones desfavorables.

La aplicación de la electrónica en estos países causará efectos similares a los de las naciones desarrolladas como el desempleo, la descalificación y el mayor control del trabajador dentro y fuera de la empresa.

El acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología será un obstáculo para las naciones subdesarrolladas. Les dificultará superar el atraso económico. El tercer mundo tendrá que hacer mayores esfuerzos para impulsar la ciencia y la tecnología a nivel interno ya que se enfrenta al crítico problema de la obsolescencia. Los pocos países que cuentan con un desarrollo económico importante, como los nuevos países industrializados, verán disminuirse las ventajas económicas obtenidas en años anteriores con la aplicación de la electrónica y la reubicación geográfica por parte de las empresas transnacionales que se dirigen y se trasladan a sus lugares de origen.

En el capítulo cuarto se describe y analiza la situación y el desarrollo económico que caracteriza a las naciones subdesarrolladas, las medidas que han tomado los diferentes gobiernos y empresarios para salir del atraso económico, como la sustitución de importaciones, las propuestas planteadas para hacer posible el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica autónoma e independiente, que permita solucionar los graves problemas de pobreza por los que atraviesa la mayoría de la población, así como los obstáculos y limitaciones a los que se enfrentan para hacer efectivo dichos logros.

"Nos hallamos ante la presencia de un gran hecho característico del siglo XIX, que ningún partido se atrevera a negar: Por un lado, han despertado a la vida unas fuerzas industriales y científicas de cuya existencia no hubiera podido sospechar siquiera ninguna de las épocas históricas precedentes. Por otro lado, existen unos síntomas de decadencia que superan en mucho a los horrores que registra la historia de los últimos tiempos del Imperio Romano.

Hoy día, todo parece llevar en su seno su propia contradicción. Vemos que las máquinas, dotadas de la propiedad maravillosa de acortar y hacer más fructífero el trabajo humano, provocan el hambre y el agotamiento del trabajador. Las fuentes de riqueza recién descubiertas se convierten, por arte de un extraño maleficio, en fuentes de privaciones. Los triunfos del arte parecen adquiridos al precio de cualidades morales. El dominio del hombre sobre la naturaleza es cada vez mayor; pero, al mismo tiempo, el hombre se convierte en esclavo de otros hombres o de su propia infamia. Hasta la pura luz de la ciencia parece no poder brillar más que sobre el fondo tenebroso de la ignorancia. Todos nuestros inventos y progresos parecen dotar de vida intelectual a las fuerzas materiales, mientras que reducen la vida humana al nivel de una fuerza material bruta. Este antagonismo entre la industria moderna y la ciencia, por un lado, y la miseria y la decadencia, por otro; este antagonismo entre las fuerzas productivas y las relaciones sociales de nuestra época es un hecho palpable, abrumador e incontrovertible. Unos partidos pueden lamentar este

hecho: otros pueden querer deshacerse de los progresos modernos de la técnica con tal de verse libres de los conflictos actuales; otros más pueden imaginar que este notable progreso industrial debe complementarse con una regresión completa igualmente notable. Por lo que a nosotros se refiere, no nos engañamos respecto a la naturaleza de ese espíritu maligno que se manifiesta constantemente en todas las contradicciones que acabamos de señalar. Sabemos que para hacer trabajar bien a las nuevas fuerzas de la sociedad se necesita únicamente que estas pasen a manos de hombres nuevos, que tales hombres nuevos son los obreros."

Karl Marx. Discurso
pronunciado en la fiesta de aniversario
del People's Paper *

CAPITULO I

LAS REVOLUCIONES CIENTIFICO-TECNOLOGICAS

1.- La Ciencia y la Tecnología. Definiciones.

Desde el punto de vista económico, el progreso tecnológico es uno de los factores fundamentales que impulsa el crecimiento económico, conjuntamente con la acumulación de capital. Este progreso o cambio tecnológico implica un proceso de invención e innovación, así como la creación de instituciones de investigación y desarrollo para la ciencia y la tecnología que haga posible la aplicación, renovación y difusión de los resultados obtenidos en toda actividad económica.

La invención. - Es la obtención de una idea o modelo a través del ingenio, la meditación o la casualidad, para un nuevo producto o proceso productivo.

En el proceso de invención participan diversos organismos del Estado como los institutos de investigación, empresas estatales y universidades; los laboratorios o departamentos de investigación y desarrollo de empresas privadas o corporaciones multinacionales, e inventores independientes.

De una actividad espontánea y aislada, la búsqueda de la invención se ha transformado en una actividad organizada a gran escala, propiciada y sostenida en gran parte por el Estado. Se concentra en el mundo en unas cuantas grandes potencias (EUA, Japón, Francia, Reino Unido, RFA, Italia) y en las empresas transnacionales, que son las que efectúan los mayores esfuerzos de investigación y desarrollo. El papel de los inventores independientes es cada vez menos importante.

La actividad inventiva se concentra principalmente en sectores clave como la electrónica, aeronáutica, química, energía nuclear, automóvil, biotecnología, etc.

La innovación. - Es la introducción de ese nuevo método, producto, sistema o proceso, en el sistema productivo, esto es, la aplicación principalmente industrial de la invención.

Es el proceso total que comprende desde el descubrimiento científico o la invención hasta el surgimiento final del nuevo método, producto, sistema o proceso, para ser enviado al mercado o a un servicio social determinado

La innovación es la responsable de impulsar hasta en un 50% el crecimiento económico. Su objetivo es crear, adecuar, modificar, aplicar y difundir los procesos o productos, incluso industrias, dentro del marco industrial; se mejoran o modifican procesos instalados o productos fabricados mediante la asistencia técnica para que operen de acuerdo con normas o fórmulas previamente establecidas con fines a proporcionar utilidad y progreso a quienes lo consumen, permitiéndoles, a su vez, fortalecer su posición en el mercado.

Actualmente, la innovación se lleva a cabo en centros o departamentos especializados de investigación y desarrollo, sostenidos principalmente por el Estado y las empresas transnacionales.

Se caracteriza por ser la primera etapa del proceso de generación y difusión del cambio tecnológico. Para ser posible dicho cambio, es indispensable cubrir los requisitos siguientes:

- a) Desarrollar o inventar la idea o modelo que se busca;
- b) Concebirlo técnicamente;
- c) Diseñarlo y aplicarlo en una planta piloto;
- d) Estudiar el mercado para su comercialización;
- e) La legalización mediante patentes, derachos de

autor, licencias de uso o fabricación, regalías, etc.:

- f) Contar con recursos económicos que permitan satisfacer o contar con una infraestructura experimentada de investigación y desarrollo;
- h) Un cuerpo de expertos asesores, asistentes y personal especializado;
- i) Un favorable régimen fiscal;
- j) Créditos a largo plazo para financiamiento a la industria;
- k) Régimen de patentes con eficiente protección:
 - l) Una permanente información actualizada;
 - ll) Expertos en mercadotecnia, y sobre todo, una madurez de la industria.

La innovación se hace posible gracias a la invención y la investigación. Esta investigación es de dos tipos: la investigación básica o fundamental y la aplicada.

La investigación básica o fundamental. - Es la actividad que busca nuevos conocimientos sin pretender aplicarlos a algún fin específico. Es el desarrollo conceptual encaminado al entendimiento de nuestro entorno; es decir, no busca objetivos prácticos determinados.

La investigación aplicada. - Es la búsqueda de conocimientos nuevos cuyo objetivo es resolver un problema predeterminado, esto es, busca el avance del conocimiento científico con un propósito práctico específico.

Los resultados de la investigación básica y aplicada, así como los conocimientos empíricos, son utilizados para desarrollar procesos y/o productos nuevos para impulsar la actividad económica.

La investigación básica y aplicada se debe apoyar en los requisitos siguientes:

- 1) Una información científica actualizada;
- 2) El entrenamiento de recursos humanos;

- 3) La recolección sistemática de estadística de interés general;
- 4) Formulación de ensayos y pruebas experimentales;
- 5) Asistencia técnica de ventas;
- 6) Asistencia técnica legislativa de patentes;
- 7) Diseño, desarrollo, construcción y prueba de prototipos o plantas piloto.

En los países del tercer mundo se lleva a cabo la investigación básica por ser la que requiere de menos recursos humanos y económicos, y por estar menos sujeta a restricciones externas.

La investigación va a determinar la obsolescencia ¹ y esta última, la búsqueda de nuevos inventos que permitan innovar el proceso productivo.

Actualmente, el cambio técnico es tan rápido que no pocas innovaciones quedan casi anticuadas antes de llegar a su producción comercial. A pesar del gran número de innovaciones que se llevan a cabo cada año, sólo un número muy reducido llega a realizarse en el mercado. Esto se debe a que la mayoría de innovaciones son frenadas por intereses económicos y políticos principalmente de las grandes empresas o instituciones cuyos intereses creados desean proteger o bien, impedir que surjan posibles competidores.

Por otra parte, este progreso técnico es inducido y determinado por la fuerte competencia, la búsqueda por

¹ Por ejemplo, "En 1950, el 80% de los bulbos electrónicos eran fabricados en Estados Unidos por tres grandes compañías: General Electric, RCA y Sylvania. Dos décadas después, estas empresas sólo conservaban el 18% del mercado, habían sido desplazadas por Texas Instruments, Fairchild y Motorola que conquistaron el 17%, 13% y 14% respectivamente. En realidad, este mercado era de productos con un alto contenido de innovación tecnológica." Santiago, Amado: Invencción, Investigación, Innovación. México, UNAM, 1985 pag. 47.

economizar costos de producción, una mayor productividad y obtener altos beneficios principalmente. 2

La invención, la innovación y la investigación, no se pueden concebir sin el apoyo de la ciencia y la técnica, elementos constitutivos de la tecnología. Es decir, la ciencia y la tecnología son los elementos fundamentales que hacen posible el surgimiento y desarrollo de la invención, la innovación y la investigación.

La ciencia, - Equivale a conocimiento. Los conocimientos abarcan todos los fenómenos materiales o espirituales, teóricos y empíricos. Presuponen su descripción, así como su interpretación y son respaldados por leyes. Con los resultados obtenidos prevé diferentes fenómenos, objetos y acontecimientos con el fin de controlar y dirigir los procesos.

Estos conocimientos son ordenados y agrupados de acuerdo a determinados principios teóricos.

El objetivo principal de la ciencia es conocer las leyes de la naturaleza. Para poder llegar a ellas se apoya en diversos pasos o métodos que le posibilitan y facilitan la aprehensión del fenómeno a estudiar. Su forma de acercamiento es sistemática: observa, analiza, sintetiza, descarta, retoma, etc. y establece leyes. Los métodos que utiliza son varios, por ejemplo, el método dialéctico, el método experimental, el método inductivo-deductivo, etc. Esto le permite sistematizar, generalizar e interpretar los conocimientos obtenidos.

2 "El ritmo del cambio (el tiempo de innovar) es de 3.6 años en Japon y de 6.4 años en Estados Unidos. Esta diferencia en el tiempo de la adopción de la novedad (no el de la creación) podría explicar el crecimiento industrial de Japon (346%) y de Estados Unidos (97%) para el periodo de 1960-1976.

Esta diferencia en el ritmo de crecimiento se vió acompañada de un aumento en la productividad de 240% para Japon y de 123% para Estados Unidos." Idem. pag. 140, 141.

El método científico comprende el conjunto de todos los métodos arriba señalados, sus procedimientos y formas de investigación.

El conocimiento científico pretende descubrir las causas, desarrollo e importancia de los hechos, así como establecer sus nexos regulares entre los mismos. Para esto elabora hipótesis que pueden llegar a convertirse en teorías.

La actividad productiva aparece como el consumidor más importante de los resultados del conocimiento científico de la naturaleza y el suministrador de los medios científicos para la obtención de dichos conocimientos, como aparatos, maquinaria e instrumentos, esto es, proporciona la técnica necesaria para que pueda desarrollarse la ciencia.

Cada época, sociedad o economía concreta determina su desarrollo científico según sus necesidades de crecimiento económico.

A medida que avanza la competencia en toda actividad productiva, se exige constantemente el avance de la investigación científica. Para que sea posible un desarrollo acelerado de la investigación científica, la ciencia debe apoyarse cada vez más en la técnica y en la tecnología que su sociedad concreta le brinda.

La técnica. - Hace referencia a dos elementos: por una parte, al conjunto de procedimientos bien definidos y transmisibles destinados a producir ciertos resultados que son considerados como útiles. Entre el conjunto de procedimientos se puede mencionar, por ejemplo, a la organización del trabajo. Dicha organización abarca cualquier cambio en materiales, equipo, método, organización o producto que altere la calidad o cantidad de la mano de obra que necesita una unidad de trabajo. Se toman en cuenta también los procesos intelectuales empíricos, los procesos físico-químicos, mecánicos y procesos industriales para lograr un resultado u objetivo deseado.

Por otra parte, los medios necesarios para la producción, principalmente, como son: maquinaria y equipo, herramientas, instrumentos de precisión, etc. 3

La técnica, por lo tanto es cualquier instrumento o procedimiento específico que sirva para transformar la realidad, sea material o inmaterial 4

Ya sea como objeto tangible o intangible, la técnica tiene una serie de características en cuanto a precisión, versatilidad, adaptabilidad, confiabilidad, que la hacen un instrumento o procedimiento útil para la producción. Sus características imponen, en cierta medida, determinada utilización de mano de obra calificada y no calificada, necesaria para aprovecharla adecuadamente.

En estudios y tratados sobre el tema de la tecnología es frecuente encontrar que se aplican los términos de técnica y tecnología indistintamente.

Si bien la técnica y la tecnología se relacionan entre si, son diferentes en contenido y significado.

3 "Una técnica, antes de la Revolución Industrial, es el conjunto indisoluble de un medio de trabajo o de una herramienta, y de un obrero, formado en su utilización por aprendizaje y hábito. La técnica es esencialmente individual, incluso si la organización del trabajo es colectiva... La herramienta y el obrero reflejan un único y mismo movimiento." Marx, Karl: Progreso técnico y desarrollo capitalista, México, Siglo XXI Editores, pag. 27.

4 "...Parece posible asociar la evolución del vocablo con la disolución gradual de las corporaciones artesanales, hasta su prohibición oficial al finalizar el siglo XVIII, el concomitante proceso de ruptura de los secretos de los oficios. En la ruptura de tales secretos participan los tilosoros, indagando en las oficinas artesanales, registrando los conocimientos técnicos de los artesanos para conseguir el saber y el dominio de la naturaleza. La Enciclopedia o Diccionario Razonado de las Ciencias, las Artes y los Oficios (1751-1772) de D. A. Lambert y Diderot, constituye el caso clásico de divulgación de tales secretos... La tecnología es, desde el capitalismo, la ciencia de la producción. Las técnicas en cambio, son tan antiguas como el hombre mismo y se las encuentra en todas las sociedades." Saldaña, Juan José: Historia de las técnicas ¿para qué? en "Información Científica y Tecnológica" No. 104 México, CONACYT, 1985, pag. 64.

La tecnología. - Es la aplicación de la ciencia (conocimiento científico) y la técnica (conjunto de medios y procedimientos) al ámbito productivo y se extiende prácticamente a todas las actividades de la sociedad. Su finalidad es producir bienes y servicios.

La tecnología es un bien productivo directo, materializado en planos, manuales de proceso, instrucciones, métodos, maquinaria, el conocimiento asimilado en el especialista, instrumentos, sistemas de control, normas, nuevas patentes, documentos científicos, fórmulas, manuales de diseño y operación, etc.; su objetivo primordial es optimizar los recursos con los que cuenta la empresa para lograr la eficacia productiva, economizar tiempo de trabajo por unidad de producto, esto es, incrementar la productividad; su logro dependerá de la etapa histórica concreta de la que se hable y de los recursos científicos y tecnológicos con los que cuente en la etapa histórica de que se trate.

Para implementar y desarrollar una tecnología se debe tomar en cuenta el riesgo, el costo de construcción de un prototipo y la inversión necesaria para la investigación, el desarrollo y la comercialización de la tecnología obtenida.

La tecnología se puede clasificar en: elemental, intermedia y avanzada o de punta.

La tecnología elemental. - Da respuesta inmediata a un problema específico. Es poco eficaz, ya que se basa exclusivamente en el empirismo y no toma en cuenta a la técnica. Para su ejecución utiliza el recurso humano ampliamente; la inversión financiera es mínima.

La tecnología intermedia. - Posee algún antecedente de solución intermedia. Con ayuda de la técnica y el empirismo, busca elevar el nivel de eficacia en las soluciones. La inversión financiera se eleva. La mano de obra se reduce en cantidad y es compensada en calidad, esto es, tiene preparación y entrenamiento.

Tecnología avanzada. - Requiere de un conocimiento amplio y profundo de las bases científicas en que se apoya para su aplicación. Utiliza estudios detallados del problema al que se refiere. La eficacia en la solución de las propuestas es elevada. Para su ejecución, requiere de una alta inversión financiera. El uso de personal es mínimo pero altamente especializado. La tecnología tiene un periodo rápido de obsolescencia.

Ninguno de los tres niveles es suficiente por sí mismo para solucionar los problemas tecnológicos; se debe analizar el impacto global de cada uno de estos y así definir cual es el más adecuado en cada región y área en que se ha propuesto alguna solución.

El modo de producción capitalista abarca tres grandes revoluciones científico-tecnológicas - o comunmente llamadas REVOLUCIONES INDUSTRIALES - que son: La Máquina de Vapor, La Máquina o Motor de Combustión Interna y Los Ordenadores o Procesadores de Información.

Para dividir las revoluciones científico-tecnológicas en tres fases, nos hemos apoyado en la caracterización que hace Ernest Mandel sobre las mismas en su "Tratado de Economía Política" 5

La Primera Revolución Científico-Tecnológica abarca desde 1743 hasta 1893 y se caracteriza por la utilización de la máquina de vapor 6. Para su funcionamiento utiliza el

5 Mandel, Ernest: Tratado de Economía Política. Tomo I Mexico. Ed. Era. 1974. pag. 235. Ver también: El Capitalismo Tardío. Ed. Era.

6 Para Marx, a diferencia de Ernest Mandel, la máquina de vapor no representó la primera revolución científico-tecnológica y argumenta que: "la propia máquina de vapor tal como fue inventada a fines del siglo XVIII, durante el periodo manufacturero, y tal como siguió existiendo hasta comienzos del decenio de 1780, no provocó revolución

carbón como combustible. Se lleva a cabo principalmente en Inglaterra y Francia.

La Segunda Revolución Científico-Tecnológica abarca desde 1894 hasta 1913 y se caracteriza por la utilización del motor de combustión interna. Se hace posible gracias a que existe un nuevo combustible: el petróleo. La electricidad será otro elemento necesario en que se apoye dicho motor.

industrial alguna. Fue, a la inversa, la creación de las máquinas-herramientas lo que hizo necesaria la máquina de vapor revolucionada." Marx, Karl: El Capital Tomo I Libro 2 Mexico, Siglo XXI, 1975, pag. 456, 457.

"La máquina de la que arranca la revolución industrial, reemplaza al obrero que manipula una herramienta única por un mecanismo que opera simultáneamente como una masa de herramientas iguales o parecidas a aquella y que es movido por una fuerza motriz única, sea cual fuere la forma de esta... no será sino con la máquina de vapor de doble efecto cuando se dé su aplicación universal.

Sólo con la segunda máquina de vapor de Watt, la denominada de doble efecto, se encontro un primer motor que mediante el consumo de carbón y agua genera el mismo su fuerza motriz, un motor cuya potencia energética está por entero bajo el control humano: que es móvil y un medio de locomoción: urbano y no, como la rueda hidráulica, rural; que permite concentrar la producción en ciudades en vez de dispersarla por el campo, como hacia aquella: universal en sus aplicaciones tecnológicas; relativamente poco condicionado, en cuanto a su ubicación geográfica, por circunstancias locales. El gran genio de Watt se pone de manifiesto en la especificación de la patente que obtuvo en abril de 1784 (que la describe) como agente general de la gran industria." Idem, pag. 459.

Desde el momento en que la participación directa del hombre en la producción se reduce solo al hecho de que empieza a actuar como simple fuerza, desde ese momento da principio la producción a máquina. El mecanismo va era evidente: la fuerza motriz podía ser sustituida después por el agua, el vapor, etc.

"Después de esta primera gran revolución industrial, el empleo de la máquina de vapor, como máquina que produce movimiento, constituyó la segunda revolución." Marx, Karl: Capital y tecnología Mexico, Editorial Terra Nova, 1980, pag. 77.

La Tercera Revolución Científico-Tecnológica abarca desde 1940-45 hasta nuestros días. Se caracteriza por la utilización de ordenadores o computadores para procesar información. Se basa principalmente en el uso de la electricidad y la electrónica.

Sin embargo, más que un determinado periodo de tiempo, se deben considerar a las revoluciones científico-tecnológicas como un proceso de descubrimientos, cambios y aplicaciones que las hacen posibles. Las fechas en todo caso sirven como mera referencia de ubicación en el espacio y en el tiempo.

2.- LA MAQUINA DE VAPOR

La máquina de vapor es una máquina que utiliza el calor como fuente de energía capaz de producir un movimiento mecánico mediante un procedimiento a base de vapor de agua. Su rendimiento se rige por las leyes de la termodinámica.

Antes del siglo XVIII la actividad industrial, al igual que la de otros países, dependía del empleo de cuatro fuentes básicas de energía: animal, humana, del viento y del agua; en cuanto al uso de animales, era necesario el descanso frecuente de los mismos, por lo que era un inconveniente para la industria. Su uso estaba limitado por el número y por el reducido espacio en que tenían que trabajar, a la par de su escasa y limitada potencia. El viento se caracteriza por su inconsistencia así como la imposibilidad de regularizar la cantidad de energía que es capaz de proporcionar. Por lo que se refiere al uso del agua, ésta sufre del inconveniente de localizarse en lugares limitados por el número de cursos de agua existentes y del descenso del agua a lo largo de ellos; la caída y el caudal de agua no estaba bien distribuida en el territorio. Cuando la caída del agua era aprovechada con la mayor eficacia y

cuando todos los lugares de aprovechamiento de la fuerza hidráulica quedaban ocupados, ya no era posible un ulterior crecimiento. Por consiguiente, existía un poderoso incentivo económico para la búsqueda de una solución alternativa.

Con la máquina de vapor son desplazadas la rueda o motor hidráulico, el molino de viento, la fuerza muscular humana y el uso de animales como fuentes generadoras de energía.

La transición de la sociedad feudal a la capitalista se caracteriza por la sustitución de la herramienta manual por la máquina. El desarrollo de la producción capitalista exige una nueva base energética. El motor hidráulico - mecanismo principal del período manufacturero - se convierte en obstáculo para el progreso económico debido, entre otros factores, a que:

- 1) Se haya subordinado a la existencia de saltos de agua, con lo que su aplicación queda limitada en el espacio.
- 2) Estando distribuidos los mismos en áreas extensas, la producción resultaba diseminada en muchas localidades.
- 3) La cantidad de energía disponible en cada punto era fija y limitada.
- 4) La estación ejercía una influencia decisiva sobre la potencia generada.
- 5) Los motores eran relativamente pequeños.
- 6) La construcción era complicada, las ruedas lentas y el peso propio muy considerable.

Por lo tanto, la industria capitalista requería la creación de un motor que se ajustara a las siguientes condiciones:

- a) Producción de la energía en cualquier punto de la tierra, en cantidades independientes de las

- posibilidades naturales y facilidad de concentración en las ciudades.
- b) Los motores deberían desarrollar gran potencia.
 - c) El trabajo podría cumplirse en cualquier época del año.
 - d) El motor sería universal, vale decir, se aplicaría indistintamente a cualquier tipo de maquinaria.
 - e) Posibilidad de controlar y regular su funcionamiento.

A la máquina de vapor le correspondería el privilegio de dar solución a estas demandas.

Es la minería inglesa la que promueve la aparición de la máquina de vapor. A medida que se profundizan las minas, acrecentábase las dificultades para extraer el agua subterránea y elevar el carbón y el mineral a la superficie; por lo tanto, la primera aplicación de la máquina de vapor fue la de extraer el agua de las minas sirviendo, a su vez, de inspiración para las subsiguientes máquinas de vapor.

Las primeras máquinas de vapor se construyen con métodos manufactureros y artesanales.

DENIS PAPIN

Las primeras máquinas de vapor fueron llamadas máquinas atmosféricas. En 1680 Huygens, científico holandés, utilizaba la explosión de la pólvora en un cilindro cerrado por un pistón: los gases y parte del aire interior eran expulsados a través de válvulas de escape. Al enfriarse, las válvulas se cerraban y se creaba un vacio parcial en el interior del cilindro, en consecuencia, la presión atmosférica llevaba al pistón hacia el fondo del cilindro. Mas, al volver a cargar el cilindro con pólvora resultaba peligroso. Por estas razones el ayudante de Huygens, Denis Papin, dirigió su atención hacia el vapor de agua - 1690 -

con el cual se podía conseguir un vacío muy perfecto convirtiendo el vapor en agua por medio de la condensación.

La máquina construida por Papin consistía en un tubo vertical de aproximadamente tres milímetros de diámetro, cerrado por su parte inferior, que contenía un émbolo con un vástago.

Se colocaba un poco de agua en el fondo del cilindro, se introducía a continuación el émbolo y se hacía hervir al agua calentando la parte inferior del tubo. El vapor generado hacía subir el émbolo, el cual era sostenido en el punto más alto de su recorrido por medio de un pasador. Se enfriaba entonces el aparato con lo que el vapor se condensaba para convertirse de nuevo en agua, creando el vacío debajo del émbolo; cuando se quitaba el pasador, el émbolo era empujado hacia el fondo del cilindro por la fuerza de la presión atmosférica. Al actuar la presión atmosférica externa sobre el émbolo, lo obligaba a efectuar la carrera descendente, durante la cual arrastraba consigo la cuerda -unida al pistón- y la carga que pendía de ella. Este dispositivo no tenía importancia práctica, pero establece el principio de la utilización del vapor en el movimiento del émbolo hacia arriba y hacia abajo en el interior del cilindro. A este invento se le llamó la válvula de seguridad.

Este mecanismo o motor, a pesar de que en su tiempo no hallara aplicación práctica, estaba construido para efectuar trabajo útil solamente durante la carrera descendente y desde el momento que lo hacía a expensas de la presión atmosférica fue denominado motor atmosférico.

El uso de la válvula de seguridad fue rápidamente trasplantado al terreno de la práctica por Savery, Newcomen y Smeaton.

THOMAS SAVERY.

A Savery, capitán militar inglés, le corresponde el honor de la construcción de la primera gran máquina de vapor utilizable. Obtiene la patente en 1698. Este nuevo invento se destina para la elevación o extracción del agua por medio del fuego.

Servía también para crear una fuerza motriz para toda clase de trabajos productivos, para el desagotamiento de minas, aprovisionamiento de agua de las ciudades y accionamiento de las fábricas más diversas. Sin embargo, la altura máxima a que podía elevar agua no era suficiente; consumía una cantidad excepcionalmente grande de material en ebullición y resultaba difícil construirla a causa de sus enormes dimensiones.

Consta de dos calderas, la de mayor tamaño produce el vapor y se destina la otra para alimentar a aquella. Dos recipientes iguales que trabajan sucesivamente, aseguran el funcionamiento continuo de la máquina.

El vapor -en la máquina de Savery- que procedía de una caldera era conducido a través de un tubo provisto de una válvula, a un recipiente de forma oval lleno de agua; ésta era expulsada hacia arriba por la irrupción del vapor a través de un segundo tubo. Cuando el recipiente oval estaba lleno de vapor, éste era condensado bañando el exterior del recipiente con agua fría, con lo que se creaba un vacío parcial, de manera que cuando el recipiente era conectado por medio de otro tubo con el agua que estaba situada a un nivel inferior, la presión atmosférica hacía subir el agua, llenando el citado recipiente oval. Tenía dos recipientes que se llenaban y se vaciaban alternativamente, siendo controlado el ciclo total de las operaciones por medio de válvulas convenientemente distribuidas. Se reinicia, en seguida, la sucesión de las operaciones, admitiendo vapor, enfriando, etcétera.

Como se dijo anteriormente, la elevación del agua no era lo suficiente, alcanzando una altura de 5 a 10 metros, requiriéndose una máquina de mayor potencia debido a que las

necesidades del momento exigían una elevación de 50 a 100 metros.

Debido a la necesidad de una alta presión se usó el ascenso del agua por etapas, utilizando más de una máquina Savery. Por otra parte, existía el peligro constante en las minas debido a las frecuentes explosiones de las calderas; su funcionamiento presentaba problemas de irregularidad.

Su merito principal, con respecto al modelo ideado por Papin, consistió en que la caldera estaba separada del motor propiamente dicho. Se empleaba un pistón para la acción del vapor.

Se produce la condensación del vapor de una forma más rápida y más fría. Sin embargo, el trabajo del vapor y su condensación seguía realizándose en un mismo recipiente, causa por la cual debíase calentar y enfriarlo ininterrumpidamente. El consumo de combustible era, por consiguiente, muy elevado.

Tras aparecer en 1712 la máquina de Newcomen, que aventajaba en muchos aspectos a la de Savery, ésta deja de evolucionar en el aspecto del drenaje de minas; sin embargo, se siguió utilizando durante todo el siglo XVIII.

THOMAS NEWCOMEN

Newcomen, asociado con Jhon Cawley, arma finalmente la primera máquina de vapor de éxito resolviendo así el problema de bombear las profundas minas. Se construyen en tamaños apropiados para grandes cantidades de agua.

Newcomen, ferretero y herrero de Dartford, Inglaterra, basa su máquina en la obra llevada a cabo por Savery. Adopta el cilindro y el pistón propuestos por Papin. Esta máquina se movía por presión atmosférica.

Con Newcomen la caldera se independiza del cilindro, pero este último agrupa aún dos funciones: condensador y motor propiamente dicho.

El funcionamiento era el siguiente: cuando el vapor se introducía por la parte inferior del cilindro, el propio peso del vástago del segundo pistón, que colgaba del otro extremo del balancín, hacía subir el primer pistón. Cuando el cilindro estaba lleno de vapor y su entrada cerrada por medio de una válvula, se introducía en él un chorro de agua fría para condensar el vapor a través de una llave de inyección y en consecuencia el pistón era empujado de nuevo al fondo del cilindro por la presión atmosférica. Al tiempo que el peso del vástago de un pistón hacía descender un extremo del balancín, el otro extremo se levantaba, arrastrando consigo el vástago del otro pistón, el cual aspiraba el agua. Para lograr la continuidad del ciclo, la válvula del vapor y la llave (o robinete) de inyección de agua fría se abrían y cerraban automáticamente por medio del movimiento de la bomba de inyección (que suministraba el agua fría necesaria para condensar el vapor) la cual, a su vez, estaba unida al balancín; el ciclo del bombeo podía ser repetido hasta 14 veces por minuto, que, después de cada dos carreras del émbolo solo una era de trabajo, la otra era inútil, cada uno de los cuales extraía aproximadamente 45 litros de agua de una profundidad de unos 46 metros por medio de una serie de bombas escalonadas.

Como el vapor servía de mero intermediario -se le utilizaba para obtener el vacío- y quien realizaba el verdadero trabajo era la presión atmosférica, esas máquinas pertenecían aún al tipo de las "atmosféricas".

Por otra parte, para ajustar el pistón a los bordes del cilindro y evitar de esta forma la entrada y salida de aire. Lo que hizo fue cubrir el pistón con un disco de cuero flexible para mantenerlo hermético cubriéndolo con una capa de agua,

Esta máquina atmosférica, llamada después sólo "Newcomen", aseguraba un desperdicio mínimo de vapor, a diferencia de los anteriores, a su vez, daba la posibilidad de producir cualquier movimiento ya que esta fuerza mecánica

se empleaba no sólo en las minas sino también en el molino de viento e hidráulico de la manufactura.

Sin embargo, la máquina de Newcomen todavía no estaba completa, sobre todo en lo que respecta a la condensación de agua en el cilindro de la máquina. Por este motivo se desperdiciaba una gran cantidad de calor, además, el cilindro no se enfriaba nunca de manera completa, y su interior era imperfecto. Debido a que el consumo de combustible era aun considerable, las máquinas de Newcomen se seguían utilizando en lugares o regiones en donde abundara el carbón como, por ejemplo, en las comarcas mineras.

En 1711 en los yacimientos carboníferos de Warwickshire se coloca el primer motor de Newcomen y Cawley. La invención se extendió a ocho países sólo durante los primeros cuatro años.

En 1729 se usaba ya en Hungría, Francia, Bélgica, Alemania, Austria y Suecia.

JHON SMEATON

Smeaton, uno de los grandes ingenieros ingleses de la época, es el primero que estudia científicamente el funcionamiento de un motor de vapor. Después de varias investigaciones realizadas sobre diversos tipos de motores atmosféricos, observa que varios de ellos gastan desiguales cantidades de vapor para realizar el mismo trabajo. Ante todo, crea un nuevo tipo de motor atmosférico a vapor, exento de muchos de los defectos anteriores, aumentando así su rendimiento. El cilindro es más perfecto y de gran tamaño. Esto se da a fines de la década de 1760.

La eficacia térmica de estas máquinas fue casi el doble que las otras del mismo periodo.

A pesar de los grandes avances y perfeccionamientos obtenidos en la elaboración de la máquina de vapor, los motores atmosféricos de Savery, Newcomen y Smeaton, se

revelaron incapaces de dar amplia solución a todos los nuevos problemas planteados por el desarrollo de la gran industria que seguía reclamando la construcción de un motor universal, apto no sólo para elevar agua de las profundidades sino, también, para poner en movimiento cualquier máquina operativa.

Ninguna otra máquina surgió para sustituirla o competir con ella sino hasta décadas más tarde.

JAMES WATT

El impetuoso desarrollo de la gran producción capitalista que iba mecanizándose a pasos acelerados, creciendo el número y variedad de máquinas operatorias, hizo imprescindible la aparición de máquinas de vapor más perfeccionadas que hicieran posible el ahorro de combustible, un mayor rendimiento y eficacia para la producción. La máquina de James Watt reunía las características exigidas por un avance ilimitado de los medios mecánicos de trabajo. Fue el motor universal tanto tiempo esperado.

James Watt, mecánico escocés, trabajaba en la construcción de instrumentos para la universidad de Glasgow en 1763 cuando se le pidió que reparase un modelo de máquina "Newcomen" utilizado para las clases. Lo primero que observó, y que serviría para sus posteriores aportaciones, fue que la máquina no aprovechaba el vapor de manera eficiente. Para superar dicho problema inventa el condensador separado ya que la causa principal del mal funcionamiento de la máquina era el hecho de tener que enfriar el cilindro con el objeto de condensar el vapor entre movimiento y movimiento del pistón.

El objetivo era mantener el cilindro siempre caliente para obtener una mejora en el rendimiento. Debido a que el vapor acuoso es un vapor elástico era posible dilatarlo e introducirlo en un espacio o recipiente vaciado. Este

recipiente establece una comunicación con el cilindro para que el vapor pase del cilindro al recipiente en donde se puede condensar sin necesidad de enfriar el cilindro. Con esta modificación el cilindro podía ya permanecer caliente sin necesidad de enfriarlo y volverlo a calentar en cada ciclo.

Así, en 1769 Watt formula la idea de un condensador separado con el fin de reducir el consumo de vapor.

Existía un problema en la construcción de la máquina de Watt. La mayor dificultad estribaba en barrenar un cilindro suficientemente perfecto para que no permitiera ningún escape de vapor entre sus paredes y los bordes del pistón. Para construir el cilindro adecuado y hacer de su invento un éxito comercial era necesario un capital considerable, por lo que se asocia con Jhon Roebuck, hombre de negocios que dirigía la siderurgia Carron Iron Works en Stirlingshire y explotaba yacimientos de carbón. J. Roebuck facilita el capital, el material y los obreros necesarios para dicha construcción. Esta ayuda le mereció a Watt el triunfo sobre sus competidores.

Años después se da la quiebra de J. Roebuck. En 1774 Matthew Boulton, acreedor de Roebuck y fabricante de Birmingham, acepta la participación de Roebuck en la patente de la máquina de Watt para zanjar su cuenta.

La colaboración entre Boulton y Watt se extendería a lo largo de todo el último cuarto del siglo XVIII.

En 1780 el cilindro va se mantenía a una temperatura elevada por medio de un baño de vapor; existía un condensador independiente, vaciado por medio de una bomba de aire. Cuando el pistón alcanzaba el punto más elevado de su recorrido, la válvula de escape se abría y simultáneamente se hacía entrar vapor por medio de otra válvula de admisión en el espacio comprendido entre el pistón y la parte superior del cilindro; la presión del vapor y la presión atmosférica combinadas hacían descender el pistón. Cuando el pistón alcanzaba el punto inferior de su recorrido, las dos

válvulas anteriores - la de admisión y la de escape - se cerraban y se abría una válvula de equilibrio. Todo ello servía para igualar la presión a ambos lados del pistón, que era entonces llevado de nuevo a la parte más alta de su recorrido por el peso del vástago de la bomba de agua.

Cuando el émbolo llega a su posición inferior se abre la válvula reguladora, dejando cerrada la de escape. El vapor vuelve a llenar todo el cilindro, igualándose las presiones sobre ambas caras del émbolo. Bajo el efecto del contrapeso colocado en el otro extremo del balancín el émbolo sube, sin realizar esfuerzo útil. En seguida se reanuda el ciclo, de manera que sólo una de las dos carreras - la descendente bajo la acción del vapor - era de trabajo.

Watt, al igual que en la máquina Newcomen, empleó un cilindro vertical de vapor y un brazo horizontal pivotante. En vez de inyectar agua y condensar el vapor en el cilindro, añade un recipiente separado, algo menor que el cilindro, en el que podía tener lugar la condensación. Se buscaba mantener el cilindro de vapor a temperaturas altas y el condensador a temperaturas bajas.

Watt consigue el objetivo de ahorrar vapor y combustible en comparación a la que utilizaba la máquina Newcomen. La eficacia térmica doblaba a las anteriores. Se obtiene este resultado rodeando el recipiente de vapor por una camisa de madera la cual mantiene la temperatura del vapor circundándolo con una capa de vapor y la condensación del vapor en un recinto separado para mantenerlo a la temperatura ambiente, utilizando agua u otro cuerpo frío.

Con Denis Papin, el cilindro concentra la caldera, el motor y el condensador; con Savery y Newcomen, se separa la caldera; Watt es el primero en distinguir los tres órganos fundamentales: caldera, cilindro, motor y condensador, obteniendo así la economía en el consumo de vapor y de combustible. Se diferencia de los demás motores en la medida en que es el vapor y no la presión atmosférica el fluido motor.

No obstante este tipo de máquina trabajaba por sacudidas, careciendo de la necesaria regularidad y rapidez de movimiento; por lo tanto, se hacía imprescindible transformar previamente la traslación rectilínea del émbolo en un movimiento circular uniforme. Para hacer posible este cambio, Watt dota a su máquina de dos carreras motoras, es decir si antes una de las dos carreras - la descendente - era de trabajo, ahora se trataba de hacer trabajar los dos extremos del balancín, dando como resultado la invención de la máquina de doble efecto, en el año de 1782, utilizable en todos los ramos de la industria, debido a su doble potencia por medio de la inyección alternativa de vapor a cada lado del pistón comunicando, cada vez, el espacio opuesto con el condensador.

Los motores de Watt utilizaban sólo una parte insignificante de la potencia calorífica contenida en el combustible. Pese a ello, su rendimiento térmico resultaba varias veces superior al que se obtenía con las máquinas de Newcomen; eran, además, más seguras para el trabajo y era posible fabricarlas para potencias muy superiores a las que solían encontrarse en los sistemas antiguos. Todo esto contribuyó a que la máquina de doble efecto de Watt se transformara en el motor primario común a la industria en general, esto es, en motor universal.

Durante las dos últimas décadas del siglo XVIII, los motores a vapor se difundieron en las principales ramas industriales de entonces en calidad de palanca principal de la industria capitalista.

Entre 1785 y 1795 se construyeron 144 motores; 47 se destinaron para tejedurías de algodón y sólo 22 para minas carboníferas. Sin embargo, la firma Boulton - Watt no fue la única vendedora de máquinas de vapor debido a la gran demanda de éstas por los industriales. Se consumían también máquinas de Savery y Newcomen por ser más baratas. La creciente demanda que de ellos hacía la manufactura capitalista estimulaba el desarrollo de su fabricación.

La historia subsiguiente de los motores de vapor consistió en la superación de las fallas y el perfeccionamiento de la misma. Estos perfeccionamientos se refieren, en general, a mecanismos secundarios tales como: el aumento de la presión, el aumento de la velocidad de la máquina y un considerable ahorro del combustible; de ocupar el menor espacio posible.

En 1800 Watt abandona sus actividades. Aparecen nuevos competidores de la máquina de Watt. Tal es el caso de Richard Trevithick, ingeniero, en Inglaterra y Oliver Evans, fabricante de ruedas, en Estados Unidos, que construyen máquinas de vapor de alta presión, prescindiendo por completo del condensador y evacuando el vapor utilizado directamente en la atmósfera.

Durante los primeros años del siglo XIX el aumento más regular que espectacular de la utilización de máquinas de vapor fijas se vio acompañado por las primeras aplicaciones con éxito en el desarrollo de formas más modernas de transporte.

En un primer momento, la máquina de vapor se difundió rápidamente en las minas, la manufactura y la industria en general. Posteriormente se le utilizó en las locomotoras (en 1804 Trevithick demuestra la primera locomotora que funciona con éxito. Sólo se podía emplear una máquina de vapor como fuente de energía locomotriz si esta máquina era potente, ligera, compacta y barata), barcos y carruajes.

Es solo a partir de la introducción de la máquina de vapor que se hace posible concentrar la producción en las ciudades.

Una vez que el motor de vapor hubo alcanzado su forma más perfeccionada, fue posible fundar un sistema mecánico automático, en el que las máquinas operatorias representaban órganos de trabajo de un motor central. Sólo con su aparición pudieron progresar libremente los sistemas de máquinas.

3.- EL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

Las desventajas del volumen, el peligro de explosión y el excesivo calor con pérdidas de energía de la máquina de vapor provocaron un esfuerzo constante para encontrar un motor mejorado que remplazara por completo a dicha máquina. Este fue el motor de combustión interna. Sustituye al vapor en las locomotoras, tractores agrícolas, buques y en los primeros automóviles, al hacerse manifiestas las ventajas de la precisión en la maquinaria.

Como en la primera, la segunda revolución científico-tecnológica modifica esencialmente la fuente de energía para la producción y los transportes. Al lado del carbón y del vapor, el petróleo y la electricidad hacen ahora girar las ruedas y las máquinas. Para fines del siglo XIX el motor de explosión y el motor eléctrico relegan a un segundo plano a los motores primarios movidos a vapor. Esta revolución energética transforma radicalmente el conjunto de la vida industrial.

Esta revolución científico-tecnológica modifica la importancia relativa de las diferentes ramas industriales en la economía mundial. Durante un siglo el algodón y el carbón habían sido los productos más importantes.

Ahora el acero pasa a ocupar el primer lugar seguido inmediatamente por la construcción mecánica y la producción de automóviles.

En el motor de combustión interna el combustible se quema dentro de los cilindros sin que medie ningún otro fluido como el vapor. Tiene mucho en común con las máquinas de vapor en lo que se refiere a los principios generales en los que se basa su funcionamiento; la parte fundamental de ambos es un pistón movido en el interior de un cilindro.

La idea fundamental del funcionamiento del motor de combustión interna había sido concebida mucho antes de que existiesen los medios para llevarla a la práctica de forma

satisfactoria o el incentivo necesario para ponerla en funcionamiento

Durante el siglo XIX la disponibilidad efectiva de gas de hulla (carbón de piedra, combustible de mayor rendimiento, por destilación, que el coque -carbón calcinado de la hulla-, el alquitrán -destilación de la hulla-, el gas y el amoniaco) y posteriormente de los volátiles derivados del petróleo para los que no existía demanda, hicieron que los proyectos se encaminasen hacia los motores de combustión interna. Al mismo tiempo, el creciente conocimiento y dominio de la electricidad ofrecían un sistema muy adecuado de ignición (acción de encenderse; acción y efecto de atar un cuerpo encendido o incandescente).

MOTORES DE GAS

EN 1859 Etienne Lenoir, ingeniero francés, construye un motor de gas diseñado en muchos aspectos de acuerdo con la práctica seguida en la construcción de la máquina de vapor.

La ignición de la mezcla explosiva de gas y aire contenida en el cilindro se efectuaba por medio de una chispa eléctrica generada por una bobina de inducción. Carecía de un sistema para comprimir la mezcla antes de ser quemada. A pesar de que su rendimiento no admitía comparación con el de las máquinas de vapor contemporáneas de la misma potencia, su importancia radicaba en que era el primer motor no movido por vapor de agua capaz de trabajar de forma continuada a nivel industrial.

El éxito completo se obtiene en 1876 por N.A. Otto, ingeniero alemán, quien encuentra un buen sistema para comprimir la mezcla combustible en el interior del cilindro antes de la ignición dentro del motor horizontal. Este motor funcionaba sobre la base del llamado ciclo Otto, usado casi universalmente y a partir de 1890 en todos los motores de combustión interna.

El ciclo Otto controlado por válvulas que regulan la entrada de combustible y la explosión de los productos de la combustión, es un ciclo de cuatro tiempos. En el primer tiempo la mezcla explosiva se introduce en el cilindro; en el segundo, la mezcla es comprimida por el émbolo y luego encendida; durante el tercero, la fuerza de la explosión lleva al émbolo a su posición de partida; y durante el cuarto, el émbolo en su recorrido de vuelta expulsa los productos gaseosos de la combustión, quedando todo dispuesto para la operación del ciclo.

A fines de siglo las mejoras en el tamaño, rendimiento y seguridad y la preparación de combustibles gaseosos, especiales, hicieron que fueran competitivas con las máquinas de vapor.

En 1881 el motor de gas de mayor potencia tenía más de 20cv; en 1917, año en que alcanzaría el máximo de su popularidad, se usaban ya motores de 5 000cv.

Como se señaló anteriormente, el combustible de los primeros motores de combustión interna era el gas de hulla, el cual, al depender enteramente de la proximidad a una reserva de combustible, o del reabastecimiento frecuente a partir de la misma, no ofrecía posibilidades obvias a la locomoción. Por otra parte, la relación peso-energía era muy alta y las revoluciones que desarrollaban demasiado bajas. Solo en los últimos años del siglo hicieron su aparición los motores de gasolina ligeros y muy revolucionados. En consecuencia, todos los motores de combustión interna de la primera época eran fijos y estaban diseñados para usos industriales.

MOTORES DE ACKITE PESADO.

Ya para entonces los combustibles líquidos derivados del petróleo empezaban a desplazar el gas derivado de la hulla. Solo se podía disponer entonces de gas en los lugares relativamente cercanos a las fábricas donde era

manufacturado. Las fábricas abastecían a los consumidores domésticos o industriales de una sola zona urbana.

El nuevo combustible líquido presentaba grandes ventajas: se podía almacenar y transportar fácilmente; podía ser introducido en el interior del motor por la simple fuerza de la gravedad y daba más calor por unidad de peso que el carbón.

Fueron utilizadas primero las fracciones del queroseno más pesados. El procedimiento era de la siguiente manera: se preparaba una mezcla de combustible y aire en el interior del cilindro capaz de hacer explosión, se vaporizaban los combustibles líquidos o se pulverizaban en partículas extremadamente pequeñas. Una vez puesto en marcha el motor, la vaporización del combustible y la explosión de una mezcla equilibrada en el interior del cilindro, de un motor de aceite pesado se podía obtener de forma espontánea a causa del gran calor generado por la carrera de compresión. Una mezcla de combustible y aire en el interior del cilindro capaz de hacer explosión haciendo funcionar así el motor.

No obstante, existían grandes desventajas: el alto grado de compresión necesario para obtener una ignición espontánea exigía una estructura muy fuerte, y por lo tanto muy pesada, de manera que los motores de aceite pesado no se adecuaban al esquema de peso reducido y baja potencia; además, funcionaban mal a baja velocidad. En consecuencia, dichos motores fueron utilizados en las versiones más pesadas de vehículos para transporte por carretera y como grandes motores fijos o marinos. No tuvieron buena acogida en los automóviles.

Un motor de aceite pesado de mayor éxito, con una potencia que llegaba a los 100cv, fue patentado por Dent y Priestman en 1886. Funcionaban según el esquema de cuatro tiempos del ciclo Otto y se ponía en marcha precalentando el cilindro.

También en Inglaterra, en 1890, el motor Ackroyd-Stuart tuvo un éxito considerable manufacturado en grandes cantidades por la firma Ruston y Hornsby, de Lincoln.

Rudolf Diesel patenta en 1892 el motor Diesel manufacturandose con éxito por primera vez en 1897. Al cabo de los años la diferencia fundamental entre el motor Diesel y el resto de los motores de aceite pesado sería el grado de compresión excepcionalmente elevado el cual favorecía un alto rendimiento térmico.

MOTORES DE GASOLINA

Los principios esenciales del motor de gasolina no variaban en relación a los motores de combustión interna anteriores. Las diferencias esenciales se presentaban en los sistemas de inyección e ignición del combustible y en el hecho de que se trataba ya de un motor muy revolucionado.

A pesar de que se dice que Siegfried Markus, ingeniero austriaco, construyó en el período 1864-1874 varios vehículos impulsados por motores de gasolina, se reconoce por lo general como iniciador de estas experiencias al ingeniero alemán Gottlieb Daimler. Su primer motor de gasolina, patentado en 1885, era una máquina de un solo cilindro vertical refrigerado por aire a través de la gasolina dentro de una cuba de nivel constante y se encendía por medio de un tubo calentado desde el exterior e incerto en la culata del cilindro. Tres años después, Daimler había construido un motor de dos cilindros donde dos pistones movían un solo eje. Este motor fue fabricado en gran número para la industria del automóvil y para las pequeñas embarcaciones y utilizado como motor fijo en la industria.

Al mismo tiempo, otro ingeniero alemán, Karl Benz, se dedicaba a la construcción de motores pesados específicamente para automóviles. El motor construido por Benz en 1885 con un solo cilindro difería del de Daimler en que dicho cilindro mantenía una posición horizontal,

disponía de un sistema eléctrico de ignición y era capaz de moverse a velocidades relativamente reducidas. Aplicado inicialmente a un vehículo de tres ruedas, el motor tuvo un notable éxito en 1893 al ser utilizado en un vehículo de cuatro ruedas. La producción de este motor se prolongó hasta 1901. Su sistema de ignición provocada por medio de una bobina eléctrica de inducción alimentada por un acumulador y provista de un sistema de contacto rotatorio movido por el mismo motor a fin de que la chispa se produzca en el momento adecuado del ciclo de cuatro tiempos fue adoptado muy pronto por otros fabricantes de motores. La chispa era producida por medio de una bujía desmontable situado en la culata del cilindro. El carburador era de radiación; el calor del escape contribuía a la volatilización e iba provisto de un obturador que servía como estrangulador del aire para controlar su admisión.

La aplicación moderna más importante se da en el transporte por tierra, mar y aire.

Hasta principios de siglo sólo se usaron motores de gasolina de uno o dos cilindros; los motores de múltiples cilindros harían su aparición posteriormente.

4.- LA INFORMÁTICA Y LAS NUEVAS TECNOLOGIAS

Aparte de la informática, las nuevas tecnologías abarcan a:

- 1.- La Robótica.
- 2.- La Biotecnología
- 3.- Los Nuevos Materiales.

A).- INFORMÁTICA.

La informática es una técnica que trata la captura, el procesamiento, almacenamiento, manejo y selección de la información. por medios automáticos.

La informática afecta a todos los factores susceptibles de ser transmitidos o almacenados

El Ordenador o Computador electrónico es una máquina que procesa la información mediante impulsos eléctricos. Existen diferentes clases de ordenadores según las necesidades: industriales, comerciales, de servicios, financieros o científicos.

El computador se compone de dos elementos:

- a) El Hardware. b) El Software.

HARDWARE. Todo lo que es material. Ocupa un volumen (ordenadores y periféricos): periféricos de entrada, unidad central, periféricos de salida.

SOFTWARE. Todo lo inmaterial (lenguajes, programas).

1.- APARATOS O PERIFÉRICOS DE ENTRADA (INPUT)

La computadora cuenta con dispositivos o aparatos que le permiten introducir, leer, almacenar y memorizar las instrucciones o datos; es decir, alimentan a la computadora de instrucciones y datos para las operaciones. Estos aparatos son los siguientes: a) Ficha o tarjeta perforada;
b) Cinta de papel; c) Lectoras de tarjetas perforadas; d) Lectoras de cinta de papel; e) Teclado; Semejante al de una máquina de escribir; f) Pantalla o tubo de rayos catódicos. Similar a la de los televisores; g) Cintas magnéticas. Similar a los cassettes musicales; h) Discos magnéticos; i) Decodificadores y sintetizadores de voz. Permiten alimentar los datos en forma oral; j) La tablilla gráfica. Alimenta a la computadora con imágenes o gráficas; k) El graficador. Especie de pluma eléctrica que escribe resultados también en forma gráfica y en color.

En estos periféricos se almacena previamente la información que servirá para alimentar a la computadora en cuestión de segundos.

Con la información se forman "archivos" similares a los archivos convencionales sin ocupar el espacio de éstos y con la ventaja de recuperar la información requerida en forma casi instantánea.

2.- LA UNIDAD CENTRAL

La unidad central de procesamiento (CPU) se encarga de el procesado, la dirección de las operaciones y el registro o almacenamiento de los datos o instrucciones. Todos estos pasos los lleva a cabo al poner en práctica el programa (vease SOFTWARE) que tiene almacenado. La información o datos se almacenan a través de un semiconductor, compuesto por miles de pequeños circuitos de conmutación, en la llamada Memoria.

según la capacidad de almacenamiento cabe distinguir:

- Los LSI (Large Scale Integration)
- Los VLSI (Very Large Scale Integration)
- Los VHLSI (Very High Large Scale Integration)

Según sus formas, cabe distinguir:

- Las Memorias Fijas o ROM (Read Only Memory)
- Las Memorias Impresas o RAM (Random Access Memory) o Memorias de Acceso Libre.
- Las Memorias Fijas o PROM (Programmable ROM)
- Las Memorias Fijas o EPROM (Erase Programmable Read Only Memory)

La unidad central de procesamiento recibe (input) los datos o programas a través de un teclado o de una cinta grabada, discos magnéticos, cintas perforadas, principalmente. La información procesada es devuelta al usuario (output) en imágenes de un monitor o pantalla.

grabado en discos o en cintas magnéticas, impresa sobre papel, principalmente.

3.- APARATOS O PERIFERICOS DE SALIDA

Estos dispositivos sirven para obtener los datos deseados de la computadora, es decir, sirven para transmitir al exterior los resultados deseados en forma legible para el hombre. Estos aparatos son los siguientes: a) Cintas y Discos Magnéticos; b) Impresoras. Se asemeja a una máquina de escribir; c) Pantalla o tubo de Rayos Catódicos; d) Decodificadores y Sintetizadores de Voz, e) Teclado; f) Lector-Grabador de Cinta magnética.

El SOFTWARE hace referencia a los programas y a los lenguajes.

PROGRAMA El programador se encarga de descomponer toda una serie de operaciones, realizadas por el obrero, en partes elementales, las organiza y transfiere a un programa.

El Programa hace referencia al conjunto de instrucciones o datos que describen el trabajo a realizar - que se representan a través de símbolos- mediante componentes electrónicos, eléctricos y mecánicos (hardware) los cuales almacenan y realizan las instrucciones necesarias y dirigidas por un ordenador o computador.

Las instrucciones o programas son almacenadas y procesadas por el ordenador con ayuda de lenguajes que sólo la computadora puede entender.

En resumen, a las instrucciones se les llama Programas. Tanto los datos como el programa son traducidos a un lenguaje que la máquina entiende, instrucciones que se traducen a señales eléctricas.

Tanto los datos como las instrucciones del programa se almacenan en la Unidad Central (véase hardware) en forma de hiléras de números binarios (ceros y unos) que representan

cada caracter alfabético o numérico de los datos o del programa.

En resumen, todo lo que la máquina va a manipular, procesar e interpretar es una serie de signos organizados según un código para representar objetos, sucesos, ideas, etc.

LENGUAJES DE PROGRAMACION Existen cientos de lenguajes para la programación. Los diferentes lenguajes se han desarrollado debido a los problemas específicos que ofrece cada una de las actividades económicas y la posibilidad de otras tantas aplicaciones.

Entre los más comunes se encuentran: El FORTRAN, BASIC, ALGOL, COBOL, PASCAL, LOGO, APL, PROLOG, LPI, entre otros.

LA EVOLUCION DE LOS ORDENADORES

En 1944 se crea el primer ordenador electromecánico, MARK 1, por Howard Aiken, profesor de la Universidad de Harvard, con ayuda económica de la IBM. Para su funcionamiento contaba con 200 000 piezas y 800 000 metros de cable. Tardaba de 2 a 10 décimas de segundo para realizar una operación aritmética.

El primer ordenador electrónico entra en operación en 1946. Sus creadores son los profesores Eckert y Mauchly de la Universidad de Pennsylvania, Estados Unidos. Fue bautizada con el nombre de ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Automatic Calculator - Integrador y Calculador Numérico Electrónico). Funciona con el sistema decimal. Las operaciones de almacenamiento, cálculo y control de secuencias de operaciones eran efectuadas por circuitos electrónicos. Disponía de 18 000 bulbos o tubos de vacío obligados a trabajar a elevadas temperaturas (150 K. Watts). Pesaba 30 toneladas y ocupaba un espacio de 140 m2. Era incapaz de almacenar distintos programas.

Como podemos ver, su construcción era demasiado costosa y su tratamiento delicado.

Fué utilizado para el cálculo de las trayectorias de los proyectiles de las baterías antiaéreas y la confección de tablas de tiro.

Un año después, en 1947, el doctor Jhon Von Newman, de la Universidad de Cambridge, Gran Bretaña, construye un ordenador, el EDSAC, en el que no hubiese que variar los circuitos integrados al cambiar el programa. Dispone de una memoria electrónica para el almacenamiento de un programa.

A mediados de 1951, Eckert y Mauchly lanzan al mercado el UNIVAC y con él aparece la primera generación de ordenadores.

PRIMERA GENERACION (1951-1958)

La primera generación de ordenadores se basa en el uso de válvulas o tubos de vacío. Para introducir información se utilizan las tarjetas y cintas perforadas. Los trabajos se efectúan con una secuencia. Gracias al invento de la Unidad Central los ingenieros agregan algunos organismos periféricos. La memoria central almacena 20 000 caracteres, (o procesa 10 000 operaciones por segundo) esto es, de 1000 a 8000 palabras.

Estaban orientadas a servir como instrumento de cálculo, de ahí que fueran aplicadas en actividades científico-militares. Cada máquina costaba entre 100 y 2.5 millones de dólares.

SEGUNDA GENERACION (1960)

La segunda generación está basada en el uso de transistores (pequeño cilindro metálico. Rectifican y amplifican los impulsos eléctricos) en lugar de las válvulas de vacío, lo que permite acrecentar la potencia y la velocidad de las operaciones. Se generaliza la utilización

de discos magnéticos para almacenar la información. La memoria central almacena 1 000 000 de caracteres (procesa 100 000 operaciones por segundo), esto es, de 8 000 a 32 000 palabras.

Estos ordenadores calculan y procesan datos. Se aplican a las actividades científico-militares e industriales básicamente; por ejemplo, se utilizan en la industria del acero, la generación de energía, petróleo y química. Su costo oscilaba entre 100 mil y 10 millones de dólares.

TERCERA GENERACION (1968-1970)

La tercera generación se basa en la utilización de circuitos integrados (chapas plásticas con conexiones de cobre); reúne centenares de componentes sustituyendo a los cables y transistores. Se obtiene mejor velocidad de cálculo y mayor potencia. Se procesan y almacenan números, letras y caracteres mediante cintas y discos magnéticos y terminales de video. Se da un desarrollo del software.

La memoria central almacena de 64 a 256 mil palabras (procesa un millón y mil millones de operaciones por segundo).

Los precios oscilaban entre 5 mil y 100 millones de dólares.

CUARTA GENERACION (1977-1981)

La cuarta generación se basa en la utilización de circuitos de muy elevada densidad de integración. Para procesar y almacenar la información se utilizan cintas y discos magnéticos, equipo de graficación, lectores ópticos y digitadores, principalmente.

La memoria central almacena de 64 mil a 10 millones de caracteres (procesa diez mil millones de operaciones por segundo). Esta generación se valió de lenguajes de alto nivel: interactivos, descriptivos y gráficos.

Debido a los circuitos integrados de tamaño reducido (del tamaño de una uña) y 20 veces más veloces que los anteriores circuitos integrados para realizar cálculos, fue posible la fabricación de las primeras computadoras personales para pequeños negocios y uso personal. Su costo oscilaba entre mil y cien millones de dólares.

QUINTA GENERACION (1990)

Con la quinta generación se pretende utilizar interruptores ópticos (que serán aproximadamente mil veces más rápidos que los más veloces interruptores electrónicos) y los interruptores u ordenadores en paralelo que ejecutan no una operación si no varias operaciones simultáneamente en un momento determinado.

La empresa Seymour Cray ha llevado a la práctica la aplicación de ordenadores en paralelo, aunque de manera limitada, con la creación de la máquina Cray I, cuyo ordenador calcula velocidades de 150 millones de operaciones por segundo lo que representa una velocidad cien veces superior a la de las máquinas convencionales. Su valor asciende a 6.5 millones de dólares.

La NASA, agencia especial norteamericana, proyecta construir una calculadora que trabaje a una velocidad 100 veces superior a la de Cray I. 7

La tendencia en esta generación venidera seguirá rigiendo la tendencia hacia la reducción del tamaño y de precios, el aumento en la velocidad y capacidades de almacenamiento y procesamiento de la información de las computadoras.

Otros avances que se pretenden dar en el desarrollo de nuevos y mejores ordenadores son los referentes a la AI (Inteligencia Artificial), es decir, la posibilidad de

7 Gergely, Stefan: Microelectrónica, Las computadoras y las nuevas tecnologías España, Salvat Editores S. A., 1985. pag. 73.

imitar, mediante ordenadores, el razonamiento humano, el tacto, el oído, el habla y la vista.

Para Marvin L. Minsky (fundador de la inteligencia artificial), del Instituto Tecnológico de Massachusetts, la inteligencia artificial es la ciencia que permite a las máquinas ejecutar tareas cuya solución requeriría la inteligencia del hombre, esto es, simular en las computadoras algunos de los mecanismos que sustenta la inteligencia humana o biológica como la comprensión, el razonamiento, la abstracción, la adquisición de nueva información para solucionar problemas nuevos con exactitud, precisión y rapidez; el tacto, el oído, la vista y el habla (sentidos artificiales).

La computadora con inteligencia artificial debe ser capaz de adquirir información, procesarla, sacar conclusiones, deducir otros hechos, tomar decisiones y dar una respuesta adecuada al problema planteado. Así mismo, debe ser capaz de programarse asimismo, economizando el trabajo de programación.

Para poder llevar a cabo las actividades antes mencionadas, las computadoras necesitan estar equipadas con sistemas de visión, de tacto, de comunicación verbal y auditivos.

Todos los sistemas arriba mencionados no serían posibles sin la ayuda de los programas para ordenador de inteligencia artificial conocidos como sistemas expertos.

Los sistemas informáticos expertos son programas de ordenador que pueden resolver problemas en determinadas áreas del conocimiento como lo hace un experto humano. Tienen la capacidad de adquirir nuevos conocimientos, resolver dudas, tomar decisiones, explicar el porqué de sus preguntas de sus preguntas y sus decisiones. En otras palabras, son capaces de imitar parcialmente el pensamiento e intuición que utilizan los expertos humanos para aplicar tales conocimientos.

En los programas tradicionales se prevé cada una de las operaciones que van a efectuarse, así como su orden. En la inteligencia artificial no existen las secuencias impuestas. El programa mismo escoge, combina y cambia las reglas con la posibilidad de un razonamiento.

Las aplicaciones de estos sistemas son múltiples. Para 1985 existían aproximadamente 50 sistemas expertos a nivel mundial.

Dentro de los sistemas expertos se encuentran los siguientes:

- .- MICYN = Trata con drogas antibióticas. Detecta enfermedades. Formula diagnósticos y tratamientos.
- .- AIRPLANE = Auxiliar en el campo militar para el lanzamiento y recuperación de aeronaves desde un portaaviones
- .- PUFF = Desempeña las funciones de un médico; recolecta la información sobre un paciente emitiendo, posteriormente, un diagnóstico.
- .- PROSPECTOR = Experto en geología minera. Por ejemplo, localiza depósitos de molibdeno.
- .- GEOX (de la NASA) = Se utiliza para resolver problemas geológicos. Identifica minerales a partir de imágenes procedentes de satélites.
- .- ONCOCIN = Para el seguimiento y tratamiento de tumores.

Japón y Estados Unidos se encuentran a la vanguardia en la creación de sistemas expertos y en los avances de la inteligencia artificial seguidos por los europeos. Entre las universidades que realizan investigaciones sobre Inteligencia Artificial sobresalen: la Universidad de Carnegie-Mellon de Pittsburg, el Instituto Tecnológico de Massachussetts, la Universidad de Stanford en California y la Universidad de Rutgers en New Jersey.

Los robots de inteligencia artificial aún son mínimos ya que están actualmente en sus etapas de investigación básica y los precios de sus versiones comercialmente disponibles aun son elevados.

CUATRO ETAPAS DE LA COMPUTADORA.

El desarrollo de los ordenadores y sus aplicaciones atraviesan por varias etapas:

1) LA CIENCIA.-Entre 1945-1970 se da la amplia utilización de la computadora en proyectos a escala nacional referidos a la defensa y a la exploración espacial, financiado principalmente por el estado.

En este periodo destaca Estados Unidos en la utilización del sistema Semi-Automático de Ambiente Terrestre (SAGE), en el calculo de las trayectorias y en el control remoto entre la tierra y la luna de la tripulación espacial.

2) LA ADMINISTRACION.- Desde 1955 hasta 1980 tanto a nivel gobierno como de negocios. Es utilizada la computadora en empresas estatales como privadas, debido a la necesidad del manejo de grandes volúmenes de información en forma de señales, con el fin de lograr óptimos niveles de eficacia.

Se continua utilizando con fines de defensa nacional y exploración espacial.

3) LA SOCIEDAD.- Es utilizada en las ciencias sociales e interdisciplinarias para dar solución a complejos problemas sociales, por ejemplo, en la medicina.

4) EL INDIVIDUO.- Inicia en 1975 con el invento de los circuitos integrados. Permitiendo que cada persona pueda

utilizar información obtenida de computadoras mediante sistemas de diálogo: banco de datos, videotex, videotexto y televisión por cable.

a) El Banco de Datos. El banco de datos o biblioteca electrónica constituye un medio de almacenar grandes cantidades de información en un espacio relativamente pequeño. El idioma que se utiliza en la mayoría de los bancos de datos es el inglés. De esta forma, todos los datos de interés relativos a ciudadanos, empresas y organizaciones quedan registradas en un soporte adecuado.

Se pueden consultar a través de redes internacionales desde casi cualquier lugar del mundo. Mediante estas redes de información las empresas, organismos de gobierno e individuos llevan a cabo intercambios mutuos compartiendo la utilización de la información de computadoras.

b) Videotex.- Es un servicio informativo en el que se necesita un receptor de televisión con decodificador, un teléfono y un modem (aparato que enlaza el televisor y el teléfono).

El videotex proporciona al usuario, a través del teléfono, acceso directo a la información contenida en memorias centralizadas que pueden hacerse visibles en la pantalla del televisor.

Permiten el intercambio mutuo (consulta interactiva) de mensajes entre grupos de tamaño casi ilimitado y compuesto de individuos anónimos. Se puede acceder a cualquier información que se requiera desde las últimas noticias sobre un tema determinado hasta la posibilidad de procesar diversas transacciones bancarias, obtención de servicios como boletos o reservaciones, envío de correo electrónico y participación en sistemas de venta a domicilio.

c) Videotexto.- Como el videotex, el videotexto también requiere de un aparato auxiliar en que se pueda teclear el número de página que se desea, pero no hacen falta teléfono ni modem. Solo permite la comunicación unidireccional. La información requerida aparece en la pantalla y esta puede

ser sobre cotizaciones de bolsa, referencias de programas, predicciones meteorológicas o bien, noticias de actualidad.

En conjunto, se pueden transmitir de esta forma unas cien páginas de pantalla por minuto.

d) Televisión por cable. Este sistema posibilita la comunicación bidireccional. Consta de un televisor, del cable correspondiente y un aparato auxiliar previsto de un teclado que sirve para elegir los programas y para intervenir en las emisiones en directo.

La central de la empresa de televisión por cable precisa un ordenador que se hace cargo de las tareas, así como de controlar los pagos de cada uno de los clientes que solicitan una determinada película o servicio (cursos de formación educativa hasta las transferencias de dinero para comprar bienes y servicios).

Esta etapa también abarca las computadoras personales para el hogar las cuales consisten en un teclado, una pantalla de televisión una caja para el procesador, una unidad de cassette o diskette y en ocasiones, una impresora.

Las etapas arriba descritas no son evoluciones sucesivas.

LOS PRODUCTORES DE COMPUTADORAS A NIVEL MUNDIAL.

En la producción y consumo de la electrónica en el mercado mundial destaca, en primer lugar, la participación de Estados Unidos seguido por Japon. Europa Occidental sobresale por su incapacidad y resago tanto en la producción mundial de ordenadores como en la satisfacción de su propio consumo.

Entre las empresas productoras de ordenadores a nivel mundial se encuentran:

ESTADOS UNIDOS.

IBM

FAIRCHILD CAMERA &

HONEYWELL
 SPERRY RAND
 UNIVAC
 BURROUGHS
 CONTROL DATA CORP.
 NCR
 CROMENCO
 NORTHSTAR
 PULSE ENGINEERING
 ROCKWELL INT.

AMD

TEXAS INSTRUMENTS
 WESTING HOUSE
 XEROX

JAPON

HITACHI LTD
 SONY
 TOSHIBA CORP.
 NIPPON ELECTRIC (NEC)
 OKI ELECTRONIC INDUSTRI
 MATSUSHINO ELECTRICAL

EUROPA OCCIDENTAL

PHILIPS
 SIEMENS A. G.
 SGE CORP.
 FERRANTI ELECTRONIC

TERCER MUNDO

INSTRUMENTS.

GENERAL ELECTRIC
 GENERAL INSTRUMENT
 HEWLETT PACKARD
 INTEL
 MOTOROLA
 NATIONAL SEMICONDUCTOR
 INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR
 RCA
 ZILOG
 ADP (Automatic Data
 Processing)
 MCC (Microelectronics and
 Computer Technology Corp.)
 WESTERN ELECTRIC
 GTE
 APPLE

SHARP
 MATSUSHITA ELECTRONIC CORP.
 FUJITSU LTD
 MITSUBISHI ELECTRONIC CORP.
 SANYO ELECTRONIC CORP.
 TOYO

INMOS LTD
 PLESSEY CO.
 AEG/TELEFUNKEN
 THOMSON-CSF

ARABIA SAUDITA
 IRAK
 BRASIL
 ARGENTINA
 TAIWAN
 VENEZUELA.

HONG KONG
 COREA DEL SUR
 TAYLANDIA
 SINGAPUR
 MEXICO

8

TRANSISTORES.

Los avances conseguidos en la electrónica han sido posibles gracias a la reducción de los transistores, su elevada potencia y el bajo costo en el mercado.

Actualmente, cientos y miles de microtransistores son colocados en una placa de silicio. A estos transistores integrados se les conoce como circuitos integrados o semiconductores.

El silicio es un elemento que existe en grandes cantidades en cualquier parte del mundo, el segundo más abundante después del oxígeno, y es un buen conductor de electricidad; el arseniuro de galio (GaAs), el sulfuro de zinc (Zn S), el antimoniuro de indio (In Sb), fósforo de galio (Gap), también contienen propiedades semiconductoras muy útiles que hacen posible la conductividad eléctrica. El silicio es reservado para las aplicaciones que requieren velocidades bajas y el arseniuro de galio para usos donde la velocidad es fundamental.

Los circuitos integrados o semiconductores, también conocidos como procesadores, pastillas, placas, obleas o chips (trocito), son circuitos electrónicos de dimensiones extraordinariamente reducidas. Abarcan cientos y miles de microtransistores y resistencias impresas en una tira de

8 Fuente: Mapa Económico Internacional No. 5 Mexico, CIDE, 1987. Mapa Económico Internacional No. 4 Mexico, CIDE, 1985. Gergely, Stefan: Microelectrónica, op. cit.

silicio, en un espacio de cinco por cinco milímetros. "En las instalaciones de la compañía británica Plessey Semiconductors, se fabrican obleas de silicio 50 veces más delgadas que un cabello humano" 9.

Los expertos afirman que si se quisiera amplificar un chip convencional de forma que se hiciera visible a simple vista la línea más delgada, el chip entero sería del tamaño de una habitación. Este componente eléctrico es la pieza fundamental del Hardware; esto se debe a que controlan todo el funcionamiento del sistema.

El número de transistores dependerá de la computadora y de la función de que se trate; así por ejemplo, con 5 mil transistores en un chip es posible producir un reloj digital; con 20 mil, una calculadora de bolsillo.

El número límite de transistores que puede integrarse actualmente en una pastilla de silicio es de un millón y las operaciones por segundo que realizan pasan de 1 000 000, en los 60, a 100 000 000 en los 80. Para los 90, los japoneses pretenden lograr 10 mil millones de operaciones por segundo.

Gracias a los métodos de fabricación mejorados y a la consecuente elevación de la producción pieza/minuto, es posible, aparte de la miniaturización de los transistores, el aumento de las potencialidades de cálculo y el incremento de la capacidad de almacenamiento de la información, reducir los precios de manera constante; así, el precio de los chips a mediados de la década de los 60 era de 15 dólares. Para principios de los 80 decrecen los costos de fabricación llegando a 20 centavos.

Los progresos conseguidos en la miniaturización de los circuitos integrados hacen posible la construcción de ordenadores de alta potencia, miniordenadores y microordenadores.

9 Lopez Ortega, Eugenio: Los parques tecnológicos como instrumentos para la innovación en "Ciencia y Tecnología" No. 87 Vol. XV jul-ago Revista bimestral. México, CONACYT, 1989. pag. 118.

AUTOMATIZACION.

El uso de dispositivos electrónicos hace posible que el sistema productivo sea autorregulable; esto es que sea automático.

El término automatización se utilizó por primera vez en la industria automotriz, a fines de los 40, para describir el equipo de transferencia mecanizada que movía las partes de una máquina a otra sin intervención del personal obrero.

Estas máquinas automáticas, mediante el uso de la microelectrónica, permiten la producción de diferentes partes o productos sin la necesidad de cambiar máquinas; simplemente se introducen nuevas instrucciones (programas) en la memoria de la máquina y esta realiza la tarea indicada.

La automatización es posible gracias a los sistemas de automatización industrial computarizados:

- 1).- CNC (Computer Numerical Control Systems) Sistemas de Control Numérico.
- 2).- CAD (Computer Aided Design) Diseño Asistido por Computadora.
- 3).- CAM (Computer Aided Manufacturing) Manufactura Asistida por Computadora.
- 4).- CIM (Computer Integrated Manufacturing) Manufactura Integrada por Computador.
- 5).- FMS (Flexible Machining Systems) Sistemas de Maquinaria Flexible.
- 6).- ROBOTS Controlados por computadora.

* Con los Sistemas de Control Numérico, las operaciones de la maquinaria-herramienta se llevan a cabo mediante grupos de números (programas de partes) puede producir de uno a mil partes.

El Diseño Asistido por Computador genera automáticamente listas de partes, instrucciones y planos que luego son mandados electrónicamente a la fábrica. Así, por ejemplo puede realizar circuitos impresos o integrados, el diseño de autos, el corte de estilo de calzado, arquitectura o ingeniería civil, ahorrando tiempo en la realización del diseño. Estos diseños serán tratados y fabricados por el Sistema Automático de Manufactura o CAM.

* Con la aplicación de los Sistemas de Producción Flexible o FMS, las ventajas son enormes ya que permiten:

- a) Mayor opción para la empresa ya que le permite introducir nuevos productos, variar el diseño, disminuir la complejidad y vulnerabilidad de la producción industrial mejorando la productividad.
- b) Disminuye o reduce las posibilidades de error humano, aumentando la calidad del producto.
- c) La producción en pequeña escala y en partes no estandarizadas.
- d) La interconexión entre equipos que cumplen funciones diversas.
- e) Un menor riesgo de obsolescencia.
- f) Hacer frente a la constante aparición de nuevos productos substitutos por los cambios en los patrones de consumo.
- g) Se ajusta al tamaño de los mercados de mediana o pequeña dimensión, producto de los cambios que intervienen en la moda o en el pedido de algún cliente en específico.
- h) La fabricación, en un orden arbitrario y de manera simultánea, de una amplia variedad de productos con ayuda del CAD/CAM, por ejemplo, "La nueva planta de ensamblaje de autos Mazda en Japón puede armar simultáneamente en serie un pequeño HATCHBACK 323 de tracción delantera, un SEDAN 626 de tracción trasera y un carro deportivo RX7 con motor

rotatorio. hasta hace poco cada uno de estos tipos de automóvil habia requerido una planta separada que producía a escalas con un exceso de 250 mil por año para alcanzar el punto más bajo de la curva de costos. Actualmente, este objetivo anual puede ser obtenido mediante la combinación de cualquiera de estos tres modelos". 10

* Los robots serán tema de estudio posterior.

TELEMÁTICA

Actualmente, es posible transmitir, intercambiar o procesar todo tipo de información, desde textos y sonidos, hasta fotografías e imágenes (escrita, gráfica o verbal) mediante ordenadores, telefonía celular (a través del sistema celular que consiste en un red de emisores-receptores que ponen en comunicación a los abonados al servicio de la red telefónica convencional. El teléfono celular portatil permite la libertad de movimiento), videotex (sistema telemático interactivo -de ida y vuelta- que permite conectar, a través del teléfono, un terminal con diversas bases de datos, los cuales ofrecen servicios e información variada como, por ejemplo, telecompra, mensajería electrónica o gestión de cuentas bancarias), teletex (impresión de texto con una velocidad de transmisión de unas 240 letras por segundo), fax (impresión de información en papel normal. Proporciona copias, incluso a colores con una velocidad de transmisión considerable), radio, televisión, revistas y periódicos.

10 Kaplinsky, Raphael: Modelos cambiantes de ubicación industrial y de competencia internacional en "Cambio Estructural y Producción de Ventajas Comparativas" México, CIDE. 1988. pag. 146.

Para hacer posible la transmisión, el intercambio y el procesamiento de la información mediante los implementos técnicos antes mencionados, es necesario el apoyo de la telemática, esto es, el uso de la informática y la microelectrónica aplicado a las telecomunicaciones.

Dentro de la telemática resaltan dos elementos que posibilitan la realización de la transmisión y el procesamiento de la información: Las Redes de Datos, -que posibilitan la interconexión de computadoras diferentes ubicadas a distancias considerables-, y los Satelites - que permiten llevar la información a distancias cada vez mayores, en mayor volumen, a mayor velocidad y con mayor confiabilidad-.

La existencia de redes de comunicación públicas o privadas - operadas por empresas públicas o por el estado - permite hoy día el acceso a estas redes de bases de datos en forma directa y desde cualquier punto del planeta. Dichos flujos de datos transfronteros van dirigidos principalmente hacia las comunicaciones privadas utilizadas por los sistemas militares, financieros y comerciales.

En el año de 1973, los mayores bancos de Estados Unidos, Europa Occidental y Canadá, crean la red de información SWIFF (Society for World Wide Interbank Financial Telecommunications) conectado a más de 200 bancos a nivel mundial: bancos de Europa, América y Japón. Este sistema de redes de información privada realiza transferencia de fondos que garantizan la eficiencia y la seguridad de las transacciones internacionales. El trabajo de cálculo necesario para ello se realiza en tres centros de ordenadores instalados en Bélgica, Holanda y Estados Unidos.

Existe también la red de datos EURONET, proyectado por las administraciones de telecomunicación de los estados miembros de la Comunidad Económica Europea para el intercambio de estos datos entre los ordenadores de los países miembros.

La utilización de satélites en las técnicas de comunicación se debe a la necesidad de transmitir a nivel intercontinental un número considerable de información. De los 5000 (aprox.) satélites que giran alrededor del planeta, el 75% se estima que sirven a objetivos militares. 11

Los satélites son cuerpos no habitados que flotan en el espacio y que se encuentran en una órbita alrededor de la tierra o de algún otro astro. Pesan desde varios kilos hasta varias toneladas. Actualmente los satélites se sitúan en órbita terrestre a 36 000 km. de altura sobre el ecuador. Están recubiertos por miles de células solares que suministran al vehículo espacial una potencia superior a los 2 kilovatios y miden de 3 a 12 metros de largo.

El 4 de octubre de 1957 fue puesto en órbita alrededor de la tierra el primer satélite por los soviéticos y fue bautizado con el nombre de "SPUTNIK".

En agosto de 1960 fue lanzado por la NASA el satélite "Echo" (globo inflable de plástico metalizado, con un diámetro de 30 metros. Giraba alrededor de la esfera terrestre a 1 000 km de altura).

Para octubre de 1960 se lanza el "COURIER", primer satélite activo repetidor de empleo militar, situado a 1 210 km de altitud, con 1.30 metros de diámetro y 135 kg de peso.

El "TELSTAR" (propiedad de ATT) es lanzado en julio de 1962, pesaba 77 kg. y medía 86 cm. de diámetro. Estaba equipado con 15 mil componentes electrónicos y 3 600 células solares que le proporcionaban la electricidad necesaria para el funcionamiento de sus equipos.

Para diciembre del mismo año, la NASA pone en órbita el "RELAY".

En 1963 se lanza el "CYNCOM" a 36 000 km. de altura sobre el ecuador. Los satélites situados a esta altura permanecen fijos sobre un determinado punto, es decir,

11 Bergely, Stefan: Microelectrónica... op. cit. pag. 141.

neutralizan la rotación de la tierra, por lo que se denominan Geostacionarios.

En 1964 se funda en Washington el Consorcio Internacional para las Telecomunicaciones por Satélite, "INTELSAT", al que inicialmente se adhieren 19 países.

En el mismo año es lanzado el "SYNCOM III".

Apartir de 1965 los satélites de comunicaciones se sucedieron así mismos, superando cada generación a la anterior. En esta época son lanzados una serie de satélites geostacionarios AFS (Applications Technology Satellites) por la NASA.

Actualmente, a la organización INTELSAT pertenecen 112 países. Dos tercios de todos los enlaces de comunicaciones transoceánicos existentes se establecen ahora a través de INTELSAT. Este consorcio explota a una red de 16 satélites geostacionarios que abarcan prácticamente la totalidad de la superficie terrestre.

El INTELSAT ha atravesado por varias etapas de desarrollo:

INTELSAT I /1965/ 39 kg.	INTELSAT II /1966/ 87 kg.
INTELSAT III /1968/ 152 kg.	INTELSAT IV /1971/ 732 kg.
INTELSAT V /1980/ 1 012 kg	INTELSAT VI /1987/ 1 800 kg.

Este último ofrece 30 000 circuitos telefónicos. 60 000 personas pueden conversar simultáneamente de un lado a otro del océano.

Además de la red internacional INTELSAT, existen satélites de comunicaciones interiores o nacionales. A este grupo pertenecen Estados Unidos, la URSS, Japón, China, Indonesia, India, Australia, Brasil y México.

En Europa, además de los satélites nacionales en servicio o en desarrollo, existe el EUTELSAT que, desde 1977

utiliza los orbital Test Satellites (OTS) y los European Communications Satellites (ECS).

En el INTELSPUNTIK están asociados la URSS y los países del bloque oriental.

Los miembros de la liga árabe en 1976 establecen un sistema regional de comunicaciones por satélite (ARABSAT), para el servicio telefónico, la transmisión de datos, el telex, la radio y la televisión.

Otro sistema de satélites importante es el Satellite Business System (SBS) creado por IBM. Vende sistemas de comunicación a las empresas de gran poder financiero que cuentan con sucursales en muchos países. Entre sus servicios se encuentran la videoconferencia, la distribución de correo electrónico y de documentos.

También sobresalen en importancia el Orion Satellite Corporation y el COMSAT como supermercado de comunicaciones.

Más de un centenar de satélites de comunicaciones civiles están geostacionados en una órbita que discurre a 36 000 km. por encima del ecuador. Entre los más importantes destacan los siguientes:

Raduga 1B /URSS/ 1985	Anic C /Canadá/ 1985
Sat Com VII /EUA/ 1983	Sbts /Brasil/ 1986
Sapacenet 1 /EUA/ 1985	PanamSat Fi / 1986
TDRS /EUA/ 1983	Tv-Sat /RFA/ 1989
Telecom 1B/FRANCIA/ 1987	Tele-X /ESCANDINAVIA/ 1987
IpsaSat /ESPAÑA/ 1982	Olympus I / 1989
Astra /LUXEMBURGO/1988	Kopernicus/RFA/ 1989
Gorizont 11 /URSS/1985	Skynet 2B /G. BRETAGNA/1984
Insat 1B /INDIA/1985	AsiaSat I /CHINA/ 1990
Palapa B2 /INDONESIA/ 1987	CS 3A /JAPON/ 1987
AusSat 2 /AUSTRALIA/1985	Zoureh /IRAN / 1990
Morelos 1 y 11 /MEXICO/1985	STW/ CHINA/ 1990

Como podrá notarse, las naciones desarrolladas controlan la órbita geoestacionaria y los países del tercer mundo, con bajo nivel de desarrollo en sus telecomunicaciones que son la mayoría, se ven en la necesidad de optar por ocupar los servicios que suministra INTELSAT.

Las aplicaciones de la tecnología de los satélites son múltiples. Entre los servicios que prestan sobresalen los siguientes: fijo, transmisión radial, meteorológico, exploración de la tierra, móvil, móvil terrestre y marino, aeronáutico, radilocalización (radar), radio navegación marítima y aeronáutica, investigación del espacio, la transmisión de noticias, conferencias, conversaciones telefónicas, programas de televisión en cuestión de segundos a todo el globo.

Así mismo recogen datos ambientales, resultados de las cosechas, la impresión de revistas y periódicos vía satélite hacia todo el mundo actúan como enlaces móviles para las comunicaciones marítimas y terrestres por teléfono, fax, enlace de datos y telex; realiza investigaciones climatológicas, geológicas y meteorológicas para un mejor aprovechamiento del suelo.

Se obtienen fotografías vía satélite para la realización de trabajos cartográficos y para detectar yacimientos de petróleo o minerales, etcétera.

Con la utilización de la fibra óptica -que absorbe mayor número de frecuencias y con mayor capacidad de información; esto se debe a que una sola fibra tiene aproximadamente una décima de milímetro de espesor, pero es capaz de transmitir 8 millones de unidades informáticas por segundo- en sustitución de los cables eléctricos; el uso de

impulsos luminosos en lugar de señales eléctricas, la comunicación por medio de satélites será más rápida y barata.

APLICACIONES DE LA ELECTRONICA

Gracias a que la electrónica maneja y transforma grandes cantidades de información de manera más rápida, barata y exacta, su campo de acción es muy amplio. Se aplica en todas las áreas y procesos en donde tiene lugar un intercambio de información. Interviene directa o indirectamente en todas las ramas de la actividad social. Su impacto es principalmente industrial.

En la industria. Los ordenadores se aplican en operaciones repetitivas y de rutina como la contabilidad, para llevar a cabo la nómina (nombre, salario, tasa de impuestos), transforma los procesos de producción automatizando y semiautomatizándolos mediante máquinas de control numérico, robots y computadoras CAD/CAM; planeación de la producción, la fijación de costos, diseño de productos, planeación de entrega y compra de mercancías; el control de calidad, registro de presupuestos; facturas; control de inventarios; cálculo de dividendos y seguros; elaboración de informes de ventas; contabilidad de costos de producción; información de investigaciones de mercado; la simulación de la sociedad empresarial y su entorno económico de manera que puedan manipularse distintas variables y obtener consecuencias de los cambios de éstas (pronósticos en materia económica) por ejemplo, situaciones de variación de los precios de las materias primas, el movimiento de inversiones, el comportamiento de la competencia a corto plazo, mediano y largo plazo; análisis y predicción de ventas, gastos y ganancias; diseño del producto por ejemplo, de aeronaves y barcos, etc.

La aplicación de la electrónica en la industria es muy variada y las industrias que hacen uso de los computadores también son muy diversas, entre ellas podemos mencionar a la industria automotriz, la metalúrgica, la eléctrica y electrónica, la siderúrgica; la industria espacial (aviones, misiles, naves espaciales, barcos, etc.), centrales eléctricas, refinerías, la industria aeronáutica, la robótica; la de las telecomunicaciones, la industria química, los laboratorios; la industria textil, del calzado, de madera; fábricas de cemento, las industrias petroleras, las industrias alimentarias, electromecánica; la minería, las centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, energía nuclear, de motores; vidrio, cuero, papel, las imprentas, etc.

En la Agricultura. La electrónica es utilizada para evaluar las perspectivas agrícolas; el registro de las reservas forestales y minerales; la realización de inventarios de disponibilidades de todo tipo de recursos naturales; en apoyo a la siembra, recolección y almacenaje de productos agrícolas; cría de ganado y de las aves de corral; labores de irrigación; monitoreo de ganado; control de cultivos; etc.

En los Servicios. Los computadores se utilizan para llevar a cabo tareas administrativas, de comercio, técnicas científicas, bancarias; para agentes de bolsa y vendedores de seguros; reservaciones en hoteles y aviones; reserva de billetes; envíos postales; mercadotecnia; oficinas; correos; compañía de seguros; aerolíneas; ferrocarriles; hoteles; control de tráfico; legislación; turismo; administración gubernamental; etc.

En las Telecomunicaciones. Mediante los bancos de datos, telex, videotax, teléfono, redes por cable y satélites, se pueden llevar a cabo servicios telemáticos, domésticos y de trabajo; información meteorológica; sondeo del subsuelo para detectar riquezas marinas y forestales mediante vía satélite; explotación petrolera y mineral;

pronóstico del tiempo; la predicción de los cambios climáticos, la contaminación del agua de los océanos, la tierra y el aire en general; etc.

En la Medicina. Es utilizada para el análisis de encefalogramas; como método de diagnóstico; para suplir diversos órganos sensoriales humanos sobre todo ojos y oídos; en el tomógrafo o aparato de rayos x electrónico (detecta cáncer y otras enfermedades); aparatos de precisión y diagnóstico en apoyo a los doctores para llevar a cabo operaciones; etc.

En la Ciencia, la Educación, los Deportes, la Música y el Arte.

En el Hogar. Por ejemplo, en equipos de alta fidelidad como televisores, radios, grabadoras, videograbadoras, hornos de microondas, calculadoras personales, electrodomésticos como máquinas de coser, lavadoras programables; videojuegos (ATARI); relojes.

En si la lista es muy numerosa, debido a esto, sólo tratamos de dar una visión muy general de las aplicaciones de la electrónica en las diversas actividades de la economía.

VENTAJAS

El capital busca básicamente incrementar sus utilidades, para esto le es necesario tomar en cuenta varios factores que posibiliten dicho objetivo; entre ellos se encuentra: la sustitución de la fuerza de trabajo; organizar la gestión de un conjunto de tareas en el proceso productivo; agilizar la circulación conjunta de piezas y productos por trabajador; la búsqueda de aumento en el rendimiento del trabajo; el control de los hombres y la calidad de sus productos; la expansión de los mercados.

La tecnología de la electrónica es una herramienta eficaz que hace posible que el capitalista alcance su objetivo, esto se debe a que la informática ofrece grandes ventajas como son:

- Una mayor productividad, esto es, hace posible el uso eficaz de los recursos naturales, del capital y del trabajo humano.
- Procesa y transforma información de manera más rápida, barata y exacta. Su campo de aplicación es muy amplio.
- Se amplifica la capacidad de trabajo.
- Aumenta la velocidad de cálculo, la capacidad de almacenamiento de información y el acceso a grandes distancias.
- Permite almacenar múltiples diseños y hacer modificaciones con un gran ahorro de tiempo.
- Se obtiene un incremento en las tasas de crecimiento en los mercados mundiales.
- Revigoriza algunas industrias obsoletas y ofrece una mayor competitividad.
- Hace posible la producción en masa, la reducción de costos en procesos y productos.
- Aumenta la productividad, la rentabilidad y la movilidad intersectorial e internacional del capital.
- Aumenta la continuidad e integración de los procesos de producción y circulación, esto es, se elimina la "porosidad" o "tiempos muertos" del proceso de trabajo.
- Escalas de producción mayores y flexibles.
- Al incrementarse la producción también se diversifica por líneas de producto o modelos.
- Se sustituye trabajo humano.
- Se dan economías de trabajo, energía y materia prima por unidad.
- En no pocas fases de la producción, no se necesita la supervisión continua del operador humano.
- Es más intensiva en capital, mano de obra calificada y poca mano de obra no calificada.
- Se da una disminución constante en los precios de los

componentes electrónicos debido a los avances de las técnicas de diseño y producción electrónicas y su producción masiva posibilitando la ampliación de su uso.

- Se reducen los costos de transporte por unidad.

D.- LA ROBOTICA.

En 1921 el escritor checoslovaco Karel Capek publica su obra: "Los robots universales de Possum" acuñando la palabra robot, que proviene de la voz eslava Robota y significa "trabajo forzado" o "yugo". Según la RIA (Robot Institute of America) el robot es "un manipulador multifuncional, programable, designado para mover material, partes-herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos variables programados para la realización de una diversidad de tareas." 13. Para el JIRA (Japanese Industrial Robot Association) "un robot es una máquina: 1) capaz de realizar movimientos versátiles simulando a los del brazo y mano humanos o 2) poseedor de capacidad de reconocimiento y tacto y capaz de controlar su propio comportamiento (robot inteligente)." 14

Es un aparato electromecánico, que realiza una o varias funciones específicamente humanas o que el hombre, por razones de seguridad, no puede realizar. Cuenta con sistemas de control y memoria con frecuencia en forma de microcomputadores, que hacen posible programarlos para ejecutar determinadas rutinas de trabajo y, de ser necesario reprogramarlos para realizar otras enteramente diferentes; es decir, se pueden cambiar los programas de producción para pasar de una fabricación a otra, independientemente de las

13. Gasman, Gerardo: Automatización de la producción: el caso de la industria de los robots, en "Mapa Económico Internacional" No. 4 México, CIDE, 1985, pag. 154.

14. Idem, pag. 154.

series por producir. Se pueden programar en seis idiomas distintos. La tarea u operación a realizar es asimilada en cintas magnéticas e introducidas en la memoria.

Los robots (máquinas o aparatos programables o automáticos) son generalmente estacionarios o fijos; el brazo y la muñeca de metal están emplazados sobre un pedestal. También de una a seis articulaciones impulsadas por servomecanismos y son controlables mediante ordenador (mecanismo automático). Repiten una secuencia de movimientos varias veces con gran precisión con un mínimo de desgaste, son especializados y realizan tareas concretas.

Algunos robots están equipados con sistemas de visión y sensores táctiles. Generalmente, el sistema de visión consiste en una cámara de televisión que le permite al robot inspeccionar, elegir e identificar objetos, detectar contrastes, colores, fronteras y profundidades. Transforma cualquier imagen en una trama de puntos. Cada punto representa un valor de luminosidad distinto, que el ordenador electrónico del robot se encarga de transformar en números.

La imagen identificada se contrasta con la imagen almacenada en la memoria del robot. Se examina el objeto o la pieza por video. Si está defectuosa, es retirada. El sistema funciona traduciendo las zonas claras y oscuras de la pieza.

Los sensores táctiles o "palpadores" permiten al robot sentir la presión, dirección, temperatura, ubicación y textura del objeto o la pieza que se está trabajando. Estos sensores están hechos de Polivinilidene fluorido (PVF2), Cerámica Pieloelectrica PZT) y de caucho conductivo. También cuentan con dispositivos de detección como termómetros, células fotoeléctricas que, en caso necesario, ordenan un paro de urgencia.

Por la función que realizan, los robots se pueden agrupar, diferenciar o clasificar como:

- 1).- Robots de Secuencia Fija. Realizan repetidamente pasos sucesivos de una operación determinada.
- 2).- Manipulador Manual.
- 3).- Robots de Secuencia Variable. Su información puede alterarse con facilidad.
- 4).- Robot Imitador. Reproduce operaciones ejecutadas originalmente bajo control humano. Los movimientos del trabajador son reproducidos en un programa. Estas instrucciones se almacenan en la memoria del robot.
- 5).- Robot de Control Numérico. Realiza una tarea determinada dependiendo de la secuencia, las condiciones y posiciones impuestas a través de los datos numéricos.
- 6).- Robot Inteligente. Detecta cambios en el entorno laboral utilizando la percepción sensorial (visual o táctil) y luego, utilizando su capacidad de tomar decisiones, puede proseguir con las operaciones apropiadas.

La robótica ha sido posible gracias al surgimiento y desarrollo de la tecnología electrónica. Sin ella, la robótica no existiría tal como la conocemos actualmente.

La característica principal de los robots es la reproducir o imitar los movimientos y acciones del hombre, lo que hace posible el reemplazamiento o eliminación por completo de la mano de obra tanto especializada (pintura, soldadura, ensamble) como aquellas que carecen de oficio o especialización (ensamblaje, manejo de partes y materiales).

La robótica surge en los países desarrollados a mediados de la década de los sesenta y cuyo núcleo está representado por la gran evolución de la industria electrónica.

Se inventa el primer robot industrial en 1958 por el norteamericano George Devol y se aplica el primer robot (Unimation Inc.) en 1961 en la industria. Su función era manejar una máquina de vaciado a troquel. Una vez que se inyectaba zinc o aluminio fundido para partes metálicas, extraía las partes de metal caliente y las sumergía en un baño de agua tibia.

Actualmente, los robots se aplican en todas aquellas tareas que, por sus características, son peligrosas o riesgosas para el hombre como es el caso de las minas, trabajos en el espacio o bajo el mar, el manejo de explosivos, el uso de productos químicos venenosos, el manejo de sustancias tóxicas, contaminantes o radiactivas (industria militar y nuclear), la experimentación con bacterias patógenas; repetitivas, aburridas, monótonas y exigentes como el ensamblaje, recorte y modelado de metales y resinas, etc.; penosas, sucias y fatigantes como en la construcción de viviendas prefabricadas, trabajos con altas temperaturas (hornos, fundidoras) etc.

Aplicaciones de la Robótica. Son numerosas las aplicaciones de los robots en las ramas y actividades económicas, entre las más importantes se encuentran:

- Vaciado a Troquel. Extrae cada 15 o 20 segundos piezas de metal caliente y coloca las barras de metal de tal manera que se endurezcan. Las sumerge en un baño de agua y las traslada posteriormente a una prensa de recorte para separar el material sobrante.
- Limpia a spray y lubrica los interiores de los troqueles.
- Soldadura por Puntos. Principalmente carrocerías de automóvil, por medio de una pistola de soldadura (de 5 a 35 kg.). El robot está fijado a una estación de trabajo manejando la pistola

- de soldadura por puntos alrededor de la carrocería (1 400 a 1 800 puntos de soldadura).
- Soldadura de Arco. Es más sofisticado que el anterior. Tiene que mover la herramienta sobre una línea continua a una velocidad constante.
 - Manejo de Vidrio. Trabajan con vidrio caliente para tubos de imagen y pantallas de televisión. Descargan moldes y colocan piezas en hornos de templado.
 - Tratamiento Térmico. Utilizado en la metalurgia. Llena y vacía hornos. También trabaja con soplete en determinadas zonas de una pieza.
 - Pintura a Pistola. Se aplica en series de producción largas o medias.
 - Vaciado de Inversión. Se fabrican moldes y en su interior el robot vierte metal fundido; así, se obtiene una pieza de gran precisión.
 - Transporte por Cinta Continua. Traslada, manipula, inspecciona, cambia o sustituye piezas de una cinta transportadora a otra.
 - Montaje en Serie. Para aparatos electrónicos y electromecánicos. Monta piezas en segundos.

Aparte de soldar y pintar, clavan, cortan, engoman, forjan, controlan, dirigen, pulen, sellan y controlan el proceso de fabricación: cargan y descargan piezas; manejan y transportan material, productos o equipo.

- Ganadería. Para esquila ovejuna. Se usa principalmente en Australia por el considerable número de su población. Se introducen de una en una formando filas. Se da al robot la información precisa del tamaño del animal. Se paraliza a la oveja con una corriente eléctrica baja entre la nariz y la cola y se procede a esquila.

Para ordeñar vacas; para controlar el crecimiento de las plantaciones.

- Mantenimiento Nuclear. Mediante un robot móvil endurecido con seis articulaciones y resistentes a la radiación, son dirigidos a distancia por especialistas con cámaras de televisión.

- Ayuda hospitalaria. Para el reparto de comida y medicinas.

- Neurología. Para cirugía cerebral. Se localiza el tumor mediante un ordenador y éste comunica al robot fijo para que perfore un agujero en el cráneo para verter un medicamento radiactivo en el tumor. Con ayuda del robot, esta operación pasa de 6 horas a 30 minutos.

- Robot Doméstico. Barrer la casa, limpiar cristales, servir a los invitados, etcétera.

Entre las industrias que hacen uso del robot, se encuentran las siguientes:

- | | |
|--|---------------------------|
| * Automotriz | * Electrónica |
| * Maquinaria Eléctrica | * Maquinaria de Precisión |
| * Maquinaria de Construcción | * Minería |
| * Textiles | * Metalúrgica |
| * Mecánica | * Siderúrgica |
| * Fabrica de Cemento | * Producción de Energía |
| * Fabricación de Bicicletas y Vehículos Industriales | |
| * Producción de Plásticos y Moldeados | |
| * Productos Químicos, Petrolíferos y Carboníferos | |
| * Cerámica, Hierro y Acero | |
| * Metales no Ferrosos | |
| * Máquinas y Turbinas de Metal y Calentadores | |
| * Plantas Nucleares | |

Entre los grandes fabricantes de robots sobresalen los siguientes:

ESTADOS UNIDOS.

UNIMATION
DE VILLIS

COOPERWELD ROBOTICS

ADVANCED ROBOTICS

MOBOT

GCA

US ROBOTS

AMERICAN ROBOT

TEXTRON

MACHINE (INTELLIGENCE)

GENERAL MOTORS

CYBOTECH

BENDIX

UNITED TECHNOLOGIES

CINCINNATI M.

PRABS ROBOTS
INC.

AUTOMATIX INC.

NORD/SON

THERWOOD

IBM

GRACO

CONTROL

AUTOMATION

NOVA ROBOTICS

SRI

INTERNATIONAL

AMERICAN MOTORS

WESTINGHOUSE

GENERAL

ELECTRIC

INTELEDEX

JAPON

En 1985 existían aproximadamente 2028 compañías productoras de robots entre las principales destacan:

FANUC

KAWASAKI HEAVY I

MITSUBISHI HEAVY I

NACHI F. K.

YASUKAWA E. M.

OSAKA T.

AIDA E.

SHINNEIWA I

KOBE S.

TOKICO

FUJITSU FANUC

SANKYO SEIKO

NITTO SEIKO

EUROPAINGLATERRA:

UNIMATION EUROPE
 HALL AUTOMATION
 LAMBERTON LTD
 SCEPTRE E. D.
 MODULAR TECHNOLOGY
 PENSAR GRUP
 HAWAKER
 ELECTROLUX

RFA:

VOLKSWAGEN
 BMW
 BOSCH SIEMENS, A. G.
 KELLEP/KNAPPICH
 PFFAFF I. M.
 ROTHF
 VFW
 FORKEP
 KOENIG
 FEISE

FRANCIA:

ACMA-RENAULT
 AOIP
 AFMA-ROBOTS
 CLIMAX
 LANGUEPIN
 SCIALCY
 CALHENE-CEA
 CODIS
 INRIA

ITALIA:

OSAI-OLLIVETTI
 COMAN-FIAT

SUECIA:

ASEA INC.
 ELECTROLUX

NORUEGA:

TRALLEFA

Entre los productores tambien se encuentran
 Israel, Belgica, Polonia, Canada y Brasil.

CENTROS DE INVESTIGACION:

INSTITUTO TECNOLOGICO DE MASSACHUSETTS
 UNIVERSIDAD DE CARNEGIE-MELLON
 UNIVERSIDAD DE MARYLAND
 UNIVERSIDAD DE ROCHESTER

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA DEL SUR
 UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE VIRGINIA
 UNIVERSIDAD DE TOKIO
 UNIVERSIDAD DE STANFORD

NUMERO DE ROBOTS.

(1984)

JAPON (16 500)	SUECIA (1 850)
USA (8 000)	ITALIA (1 800)
RFA (4 800)	BELGICA (500)
FRANCIA (2 150)	
GRAN BRETAÑA (1 750)	

15

VENTAJAS.

- a).- Mayor rendimiento. Aumento en la productividad.
- b).- Modifica la organización del trabajo.
- c).- Por las características de la robótica, repercute técnica, económica y políticamente.
- d).- Es rentable. En la mayoría de los casos es un trabajador de bajo costo en comparación con la mano de obra que desplaza.
- e).- Frente a una dura competencia, posibilita las ganancias suplementarias.
- f).- Mejora la calidad de los productos.

15 Fuente: Iridente, Alberto: Robots, automatización y trabajadores europeos. en "Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales" No. 121 año XXXI jul-sep México, UNAM, 1985, pag. 25; Robotica, la ultima frontera. Mexico, Editorial Planeta, 1986, pag. 163; Mungaray, Alejandro: Competencia Inter-capitalista y Automatización de la producción. en "Teoría y Política" No. 12/13 ene-jun Mexico, 1985 pag. 67; Gasman, Gerardo: Automatización... op. cit. págs. 157-158.

- g).- Reduce las habilidades requeridas por el operario, lo que equivale a una descalificación del trabajador.
- h).- Al trabajar con mayor precisión, los robots logran un menor desperdicio de materia prima.
- i).- Gracias a los ordenadores y los robots es posible llevar a cabo sistemas completamente automatizados, donde el trabajador se encarga únicamente de regular ciertos parámetros de trabajo (temperatura, precisión, etc.) alimentar a las máquinas con materias primas y revisar su funcionamiento adecuado.

Estos sistemas automáticos completos, que articulan el equipo industrial, los robots y las computadoras para realizar operaciones de manejo de materiales, ensamble, inspección, prueba y empaçado, hacen posible incluso la realización de toda la actividad industrial con la ausencia casi total de la intervención humana directa sobre el producto (petroquímica, por ejemplo).

C).- LA BIOTECNOLOGIA

El surgimiento y desarrollo de la biotecnología ha sido posible gracias a la aplicación de los conocimientos y técnicas provenientes de diversas disciplinas como la Biología, la Bioquímica, la Genética Celular, la Microbiología, la Biología Molecular e Ingeniería Genética.

Se da, por tanto, la integración continua y sistemática de, entre otros, bioingenieros, agrónomos, fisiólogos,

bioquímicos, biólogos moleculares, microbiólogos y científicos en alimentos.

El campo de la biotecnología abarca los siguientes elementos:

- 1.- El estudio de la estructura, el metabolismo (los procesos químicos) y la información genética, así como la utilización, transformación, y aprovechamiento de las propiedades y capacidades de los microorganismos y las células vegetales y animales para la obtención de productos en grandes cantidades, mejores y más baratos, con fines industriales, principalmente.
- 2.- La Ingeniería Genética.
- 3.- Las Enzimas.
- 4.- La Fusión Celular.
- 5.- La Clonación.
- 6.- La Fermentación.

1.- Los microorganismos son organismos vivos muy pequeños, observables únicamente con la ayuda de un microscopio. Estos microorganismos como las bacterias, levaduras, hongos y algas, se encuentran virtualmente en todas partes. Existen microorganismos que viven a temperaturas que varían desde el punto de congelamiento del agua hasta casi el punto de ebullición, en agua salada y en agua dulce; así como en ausencia de aire o en presencia del mismo. Cuando estos microbios se encuentran en forma de esporas pueden permanecer inactivas durante años. Una vez que el ambiente es favorable, estas esporas salen de su

inactividad para entrar en la etapa de crecimiento. Esto se debe en gran parte a que los millones de años de evolución han dotado de una sorprendente capacidad de adaptación a los microorganismos.

Los microorganismos están formados de una célula única (unicelulares), encargada de realizar todas las funciones necesarias para mantenerse viva y para reproducirse.

Las plantas y animales, por su parte están formados, no por una célula, sino por un conjunto de células (pluricelulares) envueltas cada una por una o más membranas. Cada organismo cuenta con distintos tipos de células con diferentes funciones. Cada una de ellas depende de las demás para su supervivencia.

Para crecer, desarrollarse y reproducirse, las células necesitan de energía, la cual es tomada de la luz solar, así como de nutrientes (materiales básicos) que toma de su ambiente.

En el caso de los microorganismos, éstos son capaces de una amplia variedad de reacciones metabólicas (procesos químicos) que pueden adaptarse a diversas fuentes de nutrición, incluso en apariencia poco nutritivos como, por ejemplo, el petróleo, la madera, el plástico o las rocas sólidas. Estos nutrientes son modificados y transformados al interior de la célula del microorganismo logrando producir, en contraparte miles de distintos tipos de materiales o productos finales, cada uno con determinada función biológica. En este proceso las proteínas o enzimas desempeñan una función principal en cada paso.

Las células, tanto de los microorganismos como de los vegetales y animales, se componen de varios elementos como:

- a) El Núcleo.
- b) Los Cromosomas.
- c) El ADN.
- d) Los Genes.

Los microorganismos cuentan con un sólo cromosoma; las células del hombre contienen 23 pares de cromosomas.

Al interior del núcleo de las células habitan los cromosomas. Cada cromosoma se compone de una molécula de ADN (ácido desoxi ribonucleico). A lo largo de esta última están dispuestos una enorme cantidad de genes.

La molécula de ADN está formada por una doble hélice, esto es, dos largos hilos muy delgados enrollados en forma de tornillo o espiral. Cada hilo se construye a partir de una secuencia de bases nucleicas o nucleótidos (cuatro en concreto), unidos entre sí según una ordenación muy específica y formando cadenas:

- 1) Adenina (A).
- 2) Citosina (C)
- 3) Guanina (G)
- 4) Timina (T).

En estas cadenas está almacenada la información que instruye a la célula en la producción de lo necesario para la vida.

Estos aminoácidos al enlazarse en cadena forman una proteína específica. Estas proteínas están constituidas por cuatro elementos: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno.

Los mensajes o instrucciones que están contenidos en el ADN se transcriben, esto es, se escriben en forma similar (combinación de tripletes) y luego se traducen en un lenguaje de proteínas.

El papel que juegan las proteínas es muy importante ya que la facultad de los organismos para vivir y reproducirse depende de su aptitud para producir las debidas proteínas en el momento adecuado.

Cada proteína tiene su propio gene. El gen es la unidad fundamental de la herencia biológica transmitida de generación en generación. Cada gen es responsable de la elaboración de determinado tipo de proteína o enzima, esto es, la elaboración de un tipo de cadena de aminoácidos que forman una enzima.

Los genes forman parte del ADN. En otras palabras, el ADN está constituido por una gran cantidad de genes. Por eso

se dice que el ADN conserva y transmite de generación en generación el mensaje genético, esto es, los rasgos hereditarios de los seres vivos.

En el caso de las bacterias, sólo un gen determina una característica específica. Las plantas poseen a menudo muchos genes diferentes que determinan una sola característica. En el hombre, las células contienen miles de genes. Si bien la célula humana tiene los mismos genes, las distintas células utilizan de diferente manera la enorme variedad de información genética de que disponen, esto es, cada gene se responsabiliza de producir una proteína específica para el funcionamiento del organismo.

El cuerpo humano contiene más de 30 000 tipos distintos de proteínas; cada una con una función específica. No obstante, la biotecnología se ocupa, por ahora, de un reducido número de proteínas, principalmente aquellas que actúan como enzimas. Una enzima es un catalizador biológico, una sustancia que acelera la velocidad de una reacción química. Varían respecto a su estructura y a su función.

Los microorganismos, gracias a su diminuto tamaño y su fácil transporte de los nutrientes al interior de la célula, tienen un alto coeficiente metabólico, esto es, una transformación de materiales acelerada que se efectúa de manera constante en la célula; por lo mismo, pueden reproducirse en grandes cantidades y, a su vez, producir sustancias o materias primas útiles o benéficas para el hombre.

Sin embargo, a pesar de la producción considerable de sustancias químicas que elaboran los microorganismos no son suficientes, o bien, muchos materiales valiosos o indispensables para el hombre no son producidos por microorganismo alguno. Ante este problema, los biotecnólogos se auxilian de un conjunto de técnicas que les permiten, por una parte, manipular a los seres vivos (microorganismos y células vegetales y animales) y obtener, de esta manera, los satisfactorios buscados. Por otra parte, crear nuevos

organismos capaces de producir esos materiales valiosos que no son fabricados por los microorganismos existentes.

Con la modificación o la creación de nuevos organismos se obtiene un producto final, materia prima o sustancia química deseada en grandes cantidades y a un costo mucho menor.

Estas cantidades considerables del producto final se obtienen cultivando (fermentando) y reproduciendo los microorganismos en condiciones controladas, esto es, en grandes contenedores o depósitos metálicos.

Los biotecnólogos llevan a cabo cuatro operaciones principales:

- a) La obtención o selección del gen que codifica para el producto que interesa produzca el microorganismo.
- b) La introducción del gen en los microorganismos.
- c) La inducción del microorganismo a iniciar la elaboración de la sustancia extraña.
- d) La recogida del producto.

El procedimiento o técnica a utilizar dependerá del microorganismo y del gen que se va a transferir, así como del tipo de organismo que va a recibir la nueva información genética.

Las técnicas para modificar o crear nuevos organismos son: Ingeniería Genética, La Fusión Celular, La Clonación y La Fermentación.

2) La Ingeniería Genética, también llamada la técnica del ADN recombinante y fragmentación genética, trabaja de la siguiente manera:

- a) Selecciona cuidadosamente las células que se van a modificar, alterar o diseñar, ya sea de microorganismos, de vegetales o de animales, incluyendo al hombre.

- b) Extraer los genes o segmentos de ADN de una célula para transferirlos, agregarlos o introducirlos al interior de la célula de otro organismo para dotarla de nuevas facultades.

Para la transferencia de genes se busca alterar o modificar la información genética o determinada característica contenida en la célula tratada o manipulada. O bien, se busca crear una información genética totalmente diferente de manera que les permita producir determinado producto o sustancia que nunca antes habían sintetizado. Es el caso, principalmente, de los microorganismos.

De esta manera, una nueva información genética pasa a formar parte integrante del organismo manipulado, quien lo aceptara como propio; la transmitirá hereditariamente y la expresará, bien con un determinado carácter físico, bien con la producción de una sustancia específica.

- c) Para poder extraer los genes o segmentos de ADN de una célula e introducirlos en una célula de otro organismo, primero tiene que ser cortada la parte del segmento de ADN o genes que se necesitan para transferirlos a la otra célula. Para realizar este corte específico se utilizan las llamadas Enzimas de Restricción, que hacen la función de unas tijeras microscópicas (tijeras moleculares). Existen aproximadamente 300 tipos de enzimas de reducción. Cada una reconoce una secuencia específica de bases del ADN.

Para unir o "pegar" de manera permanente los genes o segmentos de ADN cortados con los extremos del segmento o genes de la nueva célula se utilizan también enzimas, como la "ADN Ligasa".

- d) Los genes o fragmentos de ADN obtenidos son transportados al interior de la otra célula por los llamados plásmidos. El gen es fijado en el plásmido,

en compañía de la enzima ADN Ligasa, e introducido en la nueva célula.

Los plásmidos son círculos mucho más pequeños de ADN que se hallan al interior de la célula microbiana. Portan desde dos genes hasta 250.

Aparte de transportar los genes y las enzimas ligasa al interior de una célula, los plásmidos presentan otra propiedad: son capaces de producir copias de sí mismos. Una vez en el interior de una célula bacteriana pueden multiplicarse hasta elaborar algunas docenas de copias. Puesto que la bacteria que alberga el plásmido también crece y se divide, toda célula hija recibirá algunos plásmidos que pueden duplicarse asimismo. Antes de que transcurra mucho tiempo, una sola bacteria puede haber originado millones de descendientes.

La bacteria más frecuentemente utilizada como huésped en los experimentos y aplicaciones biotecnológicas es un microorganismo llamado ESCHERICHIA COLI que se aloja en el intestino humano.

A últimas fechas, los biotecnólogos están utilizando un aparato llamado transcriptor. Este aparato es una especie de cañón genético y su función consiste en disparar partículas microscópicas de tungsteno recubiertas de ADN, para imponer nuevos mensajes a cultivos bacterianos manipulando, de esta manera, millones de células al mismo tiempo en lugar de alterarlas una a una y esperar resultados. Otras técnicas que usa la biotecnología para obtener sustancias químicas o productos finales en grandes cantidades son: la Fusión Celular y la Clonación de microorganismos.

3) La Fusión Celular. Cada persona fue originada por un proceso de fusión celular. La combinación de genes origina un nuevo individuo distinto de cada uno de sus progenitores. Es genéticamente único.

La mayoría de los microorganismos, por el contrario, se reproducen predominantemente por simple división, en que la célula se parte para generar dos descendientes idénticos.

La técnica de Fusión Celular permite la generación en microorganismos de combinaciones genéticas innovadoras por fusión de dos células (protoplastos). Se combinan mediante la adición de determinados virus o sustancias químicas.

4) Clonación. Una vez que se obtiene la célula modificada por ingeniería genética ya se puede introducir la molécula recombinante en las bacterias que actuarán como fábricas de producción de la proteína, sustancia química o producto buscado.

La clonación es una técnica biotecnológica útil para producir múltiples copias idénticas de una sola célula u organismo. Se denomina clon a la población de células derivadas de una célula o microorganismo original. Todas las células de un clon tienen idéntica dotación genética, de modo que en un solo día, una sola célula o bacteria modificada por la ingeniería genética puede originar millones de células idénticas; entonces se dice que dicho gen ha sido sometido a clonación.

5) Enzimas o Proteínas. Una célula contiene cientos de enzimas, cada una diferente. Para formar compuestos complejos la célula realiza una serie de pequeñas modificaciones, una tras otra, de manera consecutiva y predecible. Para esto, cada enzima es responsable de una parte del proceso, lo que asegura una gran producción del producto. Los sustratos, que también habitan en el interior de las células, acompañan o ayudan a las enzimas en la producción de compuestos químicos. El enzima y el sustrato se unen ocasionando la liberación posterior de los productos finales.

Las enzimas son catalizadores biológicos, esto es, cumplen la función de acelerar los procesos o reacciones

químicas que se llevan a cabo al interior de la célula para la producción de una sustancia o producto final.

Según la reacción química que catalizan, las enzimas reciben su nombre, por ejemplo, el enzima alcohol deshidrogenasa cataliza la pérdida de hidrógeno de la molécula de alcohol

Por su función y utilidad los biotecnólogos, después de extraerlas de las células, las cultivan o fermentan para obtenerlas en cantidad y poder aplicarlas, posteriormente, en la elaboración de cerveza, pan, detergentes, queso; para la fermentación y cuajado de alimentos como lácteos, edulcorantes y jugos de frutas; influyen también en la elaboración de artículos de piel, como ablandadores de carne, etc.

Entre las enzimas utilizadas con mayor frecuencia se encuentran las amilasas, las proteasas, la renina, la alfa-amilasa, la glucomilasa, la glucosa isomerasa, entre otras.

Pero su importancia no termina aquí. Sus propiedades son utilizadas también por la ingeniería genética para cortar y unir genes al interior de la célula (tijeras moleculares), para acelerar el proceso de reproducción (clonación) de las células ya modificadas mediante la ingeniería genética y para agilizar la fermentación en los cultivos de microorganismos con fines industriales.

En el caso de la fermentación, los tiempos de la misma son breves, los medios de crecimiento poco costosos y los procedimientos de selección, sencillos. Todo esto gracias a la participación de las enzimas.

6) La fermentación hace referencia al proceso en el que se cultivan microorganismos en grandes cantidades para producir algún tipo de sustancia. Aparte del cultivo de microorganismos, se da la transformación química de compuestos orgánicos -generalmente vegetales- para transformarlos en compuestos más simples mediante la ayuda

de enzimas, bajo condiciones aeróbicas (en presencia de aire) o anaeróbicas (en ausencia de aire).

Para que sean cultivados microorganismos en grandes cantidades, los biotecnólogos deben crear un ambiente artificial que estimule a los organismos a producir en exceso (desde el punto de vista del hombre) los materiales valiosos que éste necesita.

Para crear este ambiente artificial necesario para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos se utilizan grandes tanques metálicos con capacidades superiores a un millón de litros. Aparte de los tanques, todo el equipo los materiales utilizados en el proceso es cuidadosamente esterilizado. En caso de utilizar oxígeno en la fermentación, éste es debidamente controlado al igual que la temperatura (entre 30 y 50 grados centígrados). Cuando es necesario, se aplican ligeras refrigeraciones o calefacciones para no se dañe el mono

Una vez finalizada la fermentación, se vacía el tanque y el producto final se purifica para obtener la sustancia deseada. En algunos casos, para obtener el producto final, es necesario romper las células microbianas para liberar el producto buscado.

Para que un producto biotecnológico pueda ser lanzado al mercado, antes se deben considerar tres escalas de operación: el laboratorio, la planta piloto y la planta industrial.

En el laboratorio se llevan a cabo experimentos con volúmenes pequeños de microorganismos en recipientes de baja capacidad. A las bacterias, hongos y levaduras se les proporciona los nutrimentos y el ambiente necesarios para favorecer la formación de ciertos productos o predecirlos. Cuando se desea acelerar la velocidad de la fermentación se utilizan enzimas como catalizadores biológicos. Posteriormente, se evalúan las nuevas materias primas. En caso necesario, se modifica un procedimiento con la finalidad de aumentar el rendimiento del microorganismo. A

manera de ilustración, tomemos el caso de la fermentación de la pulpa del café con un microorganismo seleccionado para obtener alimento animal:

"Se mezcla la pulpa del café con el microorganismo seleccionado, dándose un determinado tiempo de fermentación, al cabo del cual toda la cafeína ha sido utilizada por el hongo como fuente de nitrógeno, eliminándola así de la pulpa. Entonces puede utilizarse directamente o mezclada como alimento animal." 16

Otro ejemplo; para obtener la penicilina se cultiva el moho Penicillium, al cual se le suministran nutrientes como la glucosa y la lactosa provenientes de algunos desechos agrícolas o industriales; estos nutrientes le aportan al moho la energía (carbono y nitrógeno) necesaria para que puedan crecer y producir o sintetizar sus productos.

En la planta piloto se estudia y evalúa el proceso, costo, tiempo, rendimiento, material y energía, así como la secuencia de operaciones del proceso o producto biotecnológico. Una vez que el producto ha sido estudiado y evaluado, se pasa a la siguiente fase: la producción, en grandes cantidades, del producto o productos obtenidos en la planta industrial para ser comercializado.

Si bien la historia de la biotecnología es muy reciente, los antecedentes de la misma se remontan a las actividades alimenticias de los primeros hombres en la tierra, al utilizar microorganismos como fermentadores para la obtención de quesos, vino, pan y bebidas embriagantes, entre otros productos.

HISTORIA Y ANTECEDENTES DE LA BIOTECNOLOGIA

- 6 000 años antes de nuestra era. En Egipto se realiza la fermentación por levaduras para la elaboración del pan.
- La fermentación de la leche para la elaboración del queso, se inicia muy probablemente con la ganadería.
- 6 000 a. de N.E. Los Sumerios y Babilonios utilizaban levaduras en la fermentación para elaborar alcohol en forma de cerveza.
Los Sumerios producen una cerveza derivada de la cebada y el Emmer (cereal).
- 3 500 de N.E. Los Asirios obtienen el vino a partir de la fermentación de la uva.
- 1 450 de N.E. En México, antes de la conquista, los aztecas cultivaban - principalmente en el lago de Texcoco - algas lacustres como la Espirulina como fuente de alimento y para fermentar el agua miel.
El queso, la carne y el pan enmohecidos se empleaban en la medicina popular para curar heridas.

SIGLO XV

- 1 680 Antoni Van Leeuwenhoek (holandés) observa por primera vez los microorganismos con ayuda de su nuevo microscopio.
Construye unos juegos de lentes que le permitieron conocer formas de vida distintas como los protozoarios, hongos, bacterias y levaduras.
Reporta la presencia de organismos en movimiento, permitiendo el desarrollo de la microbiología y de la Biología Molecular.

SIGLO XIX

- Principios de siglo- Lavoisier y sus contemporáneos demuestran que la materia orgánica está constituida principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

- 1835 Gracias a la invención del microscopio es posible revelar la existencia de sociedades microscópicas.

Charles Cagniard de Latour (francés), con ayuda del microscopio, estudia la presencia de levaduras en las bebidas fermentadas concluyendo que no eran simples sustancias orgánicas, sino que tenían capacidad reproductiva.

- 1839 Theodor Schwann (alemán) lanza la teoría celular (uno de los pilares de la biología): la célula viviente es la unidad fundamental de la cual están constituidos todos los organismos.

Latour como Schwann exponen que los productos de fermentación, principalmente el etanol (alcohol etílico) y el dióxido de carbono eran creados por una forma de vida microscópica.

- 1857-75 Louis Pasteur (francés) reconoce unos microorganismos extraños como causa de las perturbaciones de la fermentación de la cerveza.

Establece que cada tipo de fermentación es originado por un organismo específico.

Sus investigaciones conducen al establecimiento de la microbiología, la inmunología y la bioquímica.

- 1869-70 Raulin y Koch introducen los medios de cultivo, necesarios para estudiar cualquier microorganismo.

Pasteur como Koch, demuestran que microorganismos específicos son los causantes de determinadas enfermedades humanas y animales, tales como la tuberculosis, el antrax o el cólera.

- 1890 Se utiliza el alcohol por primera vez en la historia como combustible de motores.
- 1895 Ernest A. Clement Duchense (francés) demuestra la acción antibacteriana del hongo Penicillium, aniquilador de bacterias.

SIGLO XX.

- 1905 William Beatson, estudioso de las leyes de Mendel sobre la herencia (quien estudia la segregación y distribución independiente de los genes); acuña el término "genética".

- 1928 Alexander Fleming descubre que el moho Penicillium notatum mata a sus cultivos de la materia Staphylococcus Aureus cuando accidentalmente el hongo contaminaba los caldos de cultivo.

Fleming cultiva el hongo de Penicillium en un medio líquido separado, posteriormente, el fluido de las células. Este fluido (al cual denominó Penicilina) tenía la capacidad de inhibir muchas especies de bacterias.

- 1939 Howard W. Florey y Ernest Boris Chain, de la Universidad de Oxford logran, con éxito, la preparación de una forma estable de penicilina en grandes cantidades y la demostración de su actividad antibacteriana tanto en hombres como

en animales.

- .- 1944 Se produce la penicilina en gran escala. Avery, Mc Carthy y colaboradores demuestran que los ácidos nucleicos constituyen el agente de transformación informativo y por ende genético.

- .- 1946 Ball demuestra la regeneración de plantas completas a través de tejidos vegetales.

- .- 1948 Riques y su equipo obtienen en forma cristalizada el componente activo del extracto de hígado que curaba la anemia perniciosa: vitamina B 12. En el mismo año, aislan vitamina B12 activa cristalizada de un cultivo de Streptomyces Griceus, productor del antibiotico griceína.

- .- 1949 Con G. Manecke y E. Katchalski nace lo que se llamó ingeniería enzimática, esto es, la utilización de enzimas como catalizadores en los tanques de fermentación.

- .- 1953 James Watson y Francis Crick descubren la estructura en doble hélice del ácido desoxirribonucleico.

- .- 1957 Alick Isaacs y Jean Lindemann, del Instituto Nacional de Investigación Médica de Inglaterra, aislan una sustancia capaz de impedir las infecciones virales; bautizandola con el nombre de interferón (por que interfiere con la propiedad del virus para infectar las células. Son proteínas liberadas en pequeñas cantidades por las células de muchos vertebrados).

- .- 1962 Comienza en Canada la extracción

del uranio con ayuda de microorganismos.

- 1973 El gobierno de Brasil sustituye el petróleo por alcohol.

- 1974 Primeros experimentos con éxito de la ingeniería genética.

Stanley Cohen y Herbert Boyer, investigadores de la Universidad de Stanford y de la Universidad de California, en San Francisco, lograron extraer una secuencia de ADN (ácido desoxirribonucleico) del gen de un organismo (una bacteria) e insertarlo en el código genético de otro.

-1975 Georges Köhler y Cesar Milstein, del laboratorio de biología molecular del Consejo Británico de Investigación Médica, en Cambridge, fusionan un mieloma (ó célula cancerosa de la piel) de un ratón con una célula productora de anticuerpos para crear un "hibridoma" (célula híbrida). Este hibridoma, al crecer en la probeta, crea un anticuerpo específico puro (los llamados Anticuerpos monoclonales) contra determinadas enfermedades.

-1977-79 Hakura y colaboradores sintetizan genes de somatostatina e insulina humana. Dos años más tarde, en Estados Unidos y Reino Unido, se autoriza la insulina para el tratamiento de la diabetes humana.

1978 Se logra la regeneración de una planta híbrida completa mediante la fusión de protoplastos (fusión celular). Al unir la célula de la papa y el tomate se crea la planta híbrida "potomate".

- 1984 La revista especializada "NATURE" informa que científicos británicos, mezclando células de cordero y de cabra, logran crear un nuevo tipo de animal.

El tribunal supremo de los Estados Unidos dictamina que se pueden patentar los microbios obtenidos mediante ingeniería genética.

- 1985-90 Autorización del empleo de la hormona del crecimiento, obtenida mediante ingeniería genética, para el tratamiento del enanismo.

Introducción de la vacuna contra la Hepatitis B obtenida mediante ingeniería genética:

Producción de nuevos antibióticos por fusión celular.

Producción industrial de colorantes y diversos productos químicos elaborados por algas.

Empleo de hormonas del crecimiento para aumentar la producción de carne y leche en el ganado vacuno.

- 1986 Investigadores de la Universidad de San Diego, en California, logran transferir el gene de Luciferasa (responsable de la iluminación de las luciérnagas) a través del plásmido Ti a plantas de tabaco y zanahoria. El gene se inserta en el genoma de la planta y ésta, en un medio adecuado produce una luminiscencia que puede variar entre 25 y 2500 unidades de luz. El gene de Luciferasa demuestra la expresión de un gene animal en el genoma de una planta.

- En los 90 Los microbios modificados mediante ingeniería genética ayudan en la extracción del petróleo del subsuelo; extracción de metales; en las

industrias de tratamiento de desechos.

Producción en pequeña escala de hidrógeno a partir de bacterias.

Nuevas razas de cultivos, creados mediante ingeniería genética, capaces de elaborar sus propios fertilizantes y de resistir la sequía y las enfermedades.

A) - Bioenergía y Combustibles

Dentro del campo de los energéticos es posible aprovechar las facultades de los microorganismos o las plantas para producir combustibles más estables y con un costo menor tales como el alcohol, gas metano e hidrógeno.

En el caso del alcohol, por ejemplo, se utilizan levaduras las cuales, para obtener su energía, necesitan de sacarosa o azúcares. Esta es dividida en glucosa y fructuosa. En el proceso de obtención de energía, en contra parte, genera o transforma la sacarosa en alcohol.

La sacarosa, el almidón y la celulosa, la materia prima de las levaduras al igual que algunas bacterias resistentes al calor como la Clostridium Thermocellum y la Thermoanaerobacter Ethanolicus, se obtiene a partir de la caña de azúcar y el maíz. En un futuro próximo se pretende obtener dicha materia prima de la mandioca, la patata y las gramíneas.

En Brasil se produce anualmente más de cuatro mil millones de litros de alcohol al año en base a la fermentación de la pulpa de la caña de azúcar. Al mezclar 10% de alcohol con 90% de gasolina, los brasileños obtienen el Gashol, combustible indispensable en el accionar de algunos automóviles. 17

La fermentación del alcohol mediante levaduras no son necesarios los complejos sistemas de refrigeración de los aparatos de fermentación tradicionales.

Para la producción de metano se utilizan bacterias y algas (metanógenas) que, como materia prima, utilizan materias vegetales, aguas residuales de granjas e industrias, residuos domésticos y agrícolas. Las dificultades y el costo de las instalaciones son mínimos.

En la producción del hidrógeno gaseoso se utiliza una enzima especial, la hidrogenasa que está presente en unas 15 especies distintas entre ellas las bacterias y algas. El hidrógeno se genera cuando dichos microorganismos disponen de azúcares.

B).- Agricultura y Ganadería.

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes que utilizan las plantas para su crecimiento. Parte de este nitrógeno lo obtienen del suelo. Si el suelo carece de suficiente nitrógeno para permitir el crecimiento vegetal suplementario, está de más aumentar la irrigación en los campos. La otra parte es obtenida con la ayuda de bacterias, las cuales se encargan de fijar el nitrógeno en las raíces de las plantas. El nitrógeno que fijan las bacterias es extraído de la atmósfera en forma de nitrógeno gaseoso con ayuda de una enzima, la nitrogenasa.

Las bacterias, al fijar el nitrógeno en las plantas, reciben a cambio nutrientes ricos en energía necesarios para su supervivencia.

A menudo, las cosechas, para abastecerlas de nitrógeno suficiente, requieren de fertilizantes muy costosos. Para superar el problema de la obtención de nitrógeno por parte de las plantas, la Ingeniería Genética estudia la posibilidad de alterar los genes de las plantas de modo que ellas mismas puedan extraer nitrógeno del aire -

mediante la transferencia de genes procedentes de los microbios fijadores de nitrógeno ya existentes- sin necesidad de la bacteria induciéndolas, a la par, a producir toxinas, insertando los genes de una bacteria, por ejemplo, la de la bacteria Bacillus Thuringiensis productora de pequeños cristales de proteína y que ataca el intestino del insecto. para defenderse de plagas, esto es, a ser más resistentes al mayor número de enfermedades, lo que posibilitaría la reducción o eliminación de herbicidas, insecticidas, plaguicidas, o fertilizantes.

Millones de hectáreas no son útiles para la agricultura debido al frío, la insuficiencia de agua o la elevada salinidad del suelo. Para que estas hectáreas puedan ser utilizadas se busca introducir los genes, llamados OSM, en las plantas cultivadas que les permita prosperar en suelos actualmente desérticos, pobres en nitrógeno, con exceso de sales, con altas temperaturas y con menos irrigación; asimismo, se pretende hacer más resistentes a las plantas frente a las heladas, causantes de grandes pérdidas económicas para los agricultores.

Con la manipulación genética de las plantas se busca también obtener más alimentos o productos agrícolas para la industria a precios considerablemente más bajos; esto se logra mediante los incrementos sustanciales de los rendimientos por hectárea, mejorando la calidad y cantidad de la planta con la incorporación de algunas características o genes de una semilla a otra, por ejemplo, el trasplante de la función de un gene de una planta de frijol a una de girasol o de frijol a tabaco, primero entre las de la misma especie y más tarde en algunas diferentes.

Una vez obtenida la planta mejorada es posible llevar a cabo la clonación, esto es, el cultivo de plantas genéticamente idénticas a partir de una sola célula -por lo menos en el caso de determinadas especies por ejemplo, las zanahorias, las petunias y el tabaco-; en otras palabras, se puede regenerar una planta adulta desgajándole un pequeño

fragmento y plantándolo aparte produciéndose una réplica totalmente desarrollada de su progenitor, heredando la capacidad de resistencia a las plagas y enfermedades.

La ingeniería genética no sólo mejora las características de las plantas. Mediante la técnica de fusión de protoplastos la Ingeniería Genética es capaz de crear nuevas variedades de vegetales. La técnica mencionada consiste en lo siguiente: primero, se eliminan las gruesas paredes que envuelven a la célula vegetal dejándola desnuda; posteriormente, se unen o fusionan los protoplastos de especies bastante diferentes para formar una sólo célula híbrida.

Por otra parte, los biotecnólogos buscan aplicar sus conocimientos a través de la 1) fermentación de microorganismos naturales o alterados y mejorados por la ingeniería genética; 2) la creación de nuevas bacterias mejoradas y resistentes así como 3) el aprovechamiento de los desechos o desperdicios provenientes de los productos agrícolas para mejorar los alimentos y bebidas y enfrentar así los problemas de escasez alimentaria y los elevados costos de producción de los mismos.

El objetivo principal que se persigue con la fermentación de microorganismos, es la producción masiva de algas, levaduras y bacterias con miras al suministro de proteínas, aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas y enzimas.

La Proteína Unicelular, con un 70% de su peso en proteína, es otro elemento, producto de la fermentación microbiana, que será utilizado en la dieta humana mejorando su valor alimenticio. El alga Spirulina ofrece excelentes perspectivas para producir proteínas unicelulares.

La producción de aminoácidos, por su parte, son útiles como complemento alimenticio en la dieta de los animales.

Para la producción de bebidas alcohólicas, vinagre y productos lácteos, principalmente quesos, mantequillas y yogures, es fundamental el empleo de microorganismos, que pueden ser producidos en grandes cantidades en tanques de fermentación.

La biotecnología ofrece grandes perspectivas para la manipulación, tratamiento y aprovechamiento de los desechos o desperdicios de gran parte de los productos agrícolas; en el caso del maíz, por ejemplo, no sólo se procura aprovechar el grano sino la mazorca; del trigo, puede emplearse la paja para preparar alimentos ricos en proteínas para animales; los desperdicios del algodón, en especial la pelusa y el tallo, pueden convertirse en glucosa.

Por otra parte, se pueden utilizar bacterias que degraden los desechos no sólo agrícolas, sino industriales para convertirlos en microbios útiles en el complemento alimenticio animal por ejemplo,:

"A las papeleras se les plantea un grave problema: qué hacer con uno de sus productos de desecho, el licor sulfitico. Si simplemente se vierte a los ríos o lagos, consume rápidamente las reservas de oxígeno del agua, con irreparables consecuencias ambientales, de las cuales la muerte de millones de peces es sólo la más patente. En Finlandia, el moho Paecilomyces Pakilo, el cual no solo purifica los líquidos residuales de las papeleras, sino que también produce una abundante cosecha de microbios, que se venden como producto animal. Se están proyectando técnicas similares en todo el mundo para utilizar materiales de desecho de origen forestal, o en la fabricación del queso o pulpas de frutas poco apreciadas, así como otros muchos materiales de poquísimos usos, si es que tienen alguno, en la actualidad." 18

En la industria ganadera, al igual que en la agricultura, se busca obtener más alimento a partir de animales tratados mediante la ingeniería genética (los llamados organismos "transgénicos").

Con estos injertos genéticos se pretende obtener más carne y leche en el ganado o más carne en el cultivo de peces. Tal es el caso de estos últimos, por ejemplo:

"En Estados Unidos, Australia y algunos países europeos, se practica con éxito la introducción y expresión del gene de la hormona del crecimiento humano y de ratón, en peces, anfibios y ratones, dando lugar a organismos desarrollados con el doble del volumen original. Para este efecto, se ha practicado la microinyección de múltiples copias del gene en núcleos de ovulos recién fecundados (mamíferos), o bien en su citoplasma (peces y anfibios). 18bis

Mediante la inyección de hormonas del crecimiento se puede aumentar la producción lechera de las vacas más del 40%, así como determinar al mismo tiempo un aumento de peso de este ganado del 10% al 15%. Esta hormona del crecimiento también se puede aplicar con éxito al ganado ovino y porcino.

Con la biotecnología aplicada a los animales se pretende beneficiarlos proveyéndolos de características de peso, volumen, calidad en la leche y en la carne así como de resistencia contra infecciones; dotarlos de ventajas metabólicas o de cualidades de interés productivo.

C) Biotransformaciones. Ante el considerable aumento de los precios del petróleo -cuando así acontece- derivados

18bis Morris, Mordejai; Milstein, Strauch: Historia de la biotecnología en "Ciencia y Desarrollo" No. 84 Vol. XIV ene-feb Mexico, CONACYT, 1989. pag. 32.

como las pinturas, los aditivos, las fibras, las resinas, el caucho sintético y, principalmente, plásticos, acetona, glicerina, butanol y el etanol, son igualmente afectados por el alza del mencionado hidrocarburo.

La biotecnología pretende producir parte de estas materias primas derivadas del petróleo mediante el uso de bacterias, algas y levaduras para obtenerlos a un costo más bajo.

El acetona, por ejemplo, es indispensable para la producción de plásticos; el butanol -cierto tipo de alcohol-, para la fabricación de resinas, barnices y caucho sintético; la glicerina, como lubricante, suavizador y plastificante; el etanol, para detergentes, colorantes, aditivos y resinas, para fibras sintéticas.

Para desprender las películas de revestimiento de petróleo de la roca, hoy en día se está utilizando la llamada Goma de Xantano (producida por la bacteria Xanthomonas Campestris). Esta goma, muy espesa, es mezclada con agua e introducida a los pozos petrolíferos. Ya en el fondo, actúa como pistón bombeando el petróleo hacia la superficie

Mientras las bacterias permanecen en el subsuelo son alimentadas con glucidos y otros nutrientes lo que les permite, a las bacterias, elaborar sustancias químicas y gases como el dióxido de carbono, que ayudan al desprendimiento (lixiviación) y bombeo del petróleo hasta la superficie obteniéndose, de esta manera, una mayor cantidad del hidrocarburo.

Para recuperar los metales de los desechos o residuos, los mineros se están apoyando cada vez más en el uso de microorganismos, es el caso, por ejemplo, de la bacteria Thiobacillus Ferro-oxidans que, al alimentarse de compuestos inorgánicos como el sulfuro de hierro, elabora ácido sulfúrico y sulfato de hierro los cuales sirven para atacar las rocas lixiviando (disolviendo), de esta manera varios minerales metálicos.

La lixiviación, esto es, la utilización de microorganismos para disolver petróleo del subsuelo como metales de los desechos minerales, llevada a cabo con las debidas precauciones no contamina, es más fácil y resulta más económico.

Diversos organismos se encargan de consumir las sustancias contaminantes. Cada bacteria, hongo o levadura esta programada para atacar una sustancia contaminante especifica. De entre los desechos contaminantes están, por ejemplo, los tiraderos de petróleo en el subsuelo o en el mar, los plaguicidas, los herbicidas, los desechos químicos y metales pesados como el uranio, el mercurio, el cadmio y el plomo, grasas, aguas residuales y el azufre, componente principal de las lluvias ácidas.

Mediante la ingeniería genética se están creando microorganismos capaces de consumir diversos contaminantes. Se busca que tanto las bacterias como las algas puedan aprovechar compuestos extraños para degradarlos y, posteriormente, puedan ser expulsados al exterior de manera más segura; o bien, convertir algunos desperdicios, como los celulósicos o los combustibles hidrocarburos, en proteínas comestibles utiles como complemento alimenticio para animales.

D) Biosensores y Biochips. La biotecnología, basada en la biología molecular, y la electrónica, basada en la física, se han conjuntado para producir los biosensores y los biochips.

El organismo, para poder vivir, debe percibir y medir, con ayuda de enzimas, la presencia de determinados materiales en el interior de sus células y de su ambiente. Gracias a este conocimiento, los biotecnólogos han creado los biosensores para utilizarlos en diversos campos de la actividad humana.

Un Biosensor es un componente biológico (un enzima, un anticuerpo, incluso un organismo entero) que se elige en

función de su propiedad de reaccionar de manera específica con la sustancia que desea medirse.

Este componente biológico se acopla o se fija a un microchip, el cual se encarga de recoger y amplificar la señal eléctrica obteniéndose una lectura directa de la cantidad o tipo de sustancia de que se trate. El biosensor reacciona con el medio, y la señal que se deriva -óptica o eléctrica- es atrapada por un electródo, un sensor térmico, un contador de fotones o un fluorímetro. Se amplifica la señal mediante un micro- procesador y éste presenta los resultados.

Los biosensores son capaces de medir hidratos de carbono, proteínas y hormonas en fluidos corporales; glucosa en el torrente sanguíneo en diabéticos; antígenos de ciertas enfermedades como el sida; diagnostica el cáncer; medir la presión arterial, los niveles de oxígeno, colesterol o testosterona en la sangre.

Asimismo, puede detectar contaminantes en el aire o agua; medir ácidos, alcoholes y fenoles (en procesos de fabricación o en desechos industriales); detectar gases tóxicos y explosivos, así como alimentos en mal estado; en procesos de fermentación, para controlar la producción de azúcares, alcoholes o ácido acético; medir las variaciones de luz, temperatura, presión o humedad; controlar la elaboración de antibióticos; adaptarlos a sistemas de visión, oídos y manos de los robots inteligentes; en fin, la gama de aplicaciones de los biosensores es y será cada vez más extensa.

E) Medicina

Antibióticos. Actualmente se disponen de aproximadamente cien antibióticos distintos para uso terapéutico obtenidos a partir de microorganismos, que tienen la característica de matar o eliminar otros microbios.

Los antibióticos son clasificados en cuatro clases principales: penicilinas, tetraciclinas, cefalosporinas y eritromicinas. La cefalosporina C, en particular, tiene la ventaja de que puede matar bacterias resistentes a la penicilina y remedia enfermedades como la neumonía. Si los microbios resisten a la cefalosporina C, se aplica la eritromicina; a su vez, ayuda al tratamiento de la tuberculosis.

Modificándolos mediante ingeniería genética, los antibióticos pueden ofrecer un número mayor de posibilidades contra las enfermedades producidas por virus.

Anticuerpos Monoclonales. Todos los animales y en particular el hombre, cuentan con un sistema inmunológico cuya función consiste en preservar y defender al organismo de cualquier virus, bacteria, hongos o productos químicos contenidos en el ambiente, capaces de poner en peligro o riesgo a dicho organismo.

Entre las armas del sistema inmunológico, ocupa un lugar preeminente el grupo de proteínas denominadas anticuerpos. El enemigo que se introduce en el organismo se denomina antígeno. Un anticuerpo se unirá, para destruirlo, a un antígeno que tenga exactamente la forma idónea, esto es, cada anticuerpo está diseñado para atacar a un antígeno concreto.

Para obtener anticuerpos se infecta repetidas veces a un animal -un ratón, una cabra, un caballo- con el antígeno contra el que se quiere fabricar anticuerpos. De esta manera, se obtiene un suero rico en anticuerpos. Otra forma es la obtención de anticuerpos mediante ingeniería genética y fusión celular.

La ingeniería genética ha creado los anticuerpos monoclonales (una sola especie de anticuerpos) a partir del glóbulo blanco de un ratón. A futuro se pretende obtenerlo de humanos.

Estos anticuerpos monoclonales son un grupo de anticuerpos idénticos que poseen el mismo tipo de calidad y que tienen

la capacidad de reconocer, exactamente, el mismo antígeno.

Estos anticuerpos son mezclados con muestras de sangre u otros líquidos corporales; acto seguido, estos anticuerpos ponen en marcha el sistema inmunitario del paciente para que empiece a luchar contra determinadas enfermedades como el cancer, por ejemplo.

Mediante la técnica de fusión celular es posible también crear células híbridas - provenientes de una célula cancerosa y una célula llamada célula B- con propiedades de ambas células originarias con la capacidad de producir anticuerpos frente al cancer.

Aparte de detectar y combatir los diferentes tipos de cancer, los anticuerpos monoclonales pueden detectar la presencia de virus, bacterias u otras infecciones; diagnosticar anomalías como, por ejemplo, determinadas formas de esterilidad, debido a la ausencia de una hormona; diagnosticar el embarazo; la detección del virus de la rabia; potenciar las defensas naturales del paciente; aumentar las expectativas de éxito en el trasplante de órganos; la purificación de fármacos; el reconocimiento de moléculas de interferón (sustancia natural que ayuda al organismo a rechazar la infección vírica); detectar si un alimento está contaminado; en resumen, se pueden desarrollar anticuerpos monoclonales específicos para virtualmente cualquier sustancia de primordial interés médico

INTERFERON. El interferón es el nombre genérico de un grupo de proteínas que intervienen en la defensa del organismo contra las enfermedades.

Estas proteínas o sustancias son secretadas por las células en respuesta al ataque de los virus. Las proteínas impiden (e interfieren de ahí el nombre de interferón) que se propague la infección.

El interferón actúa como una señal de alarma que alerta a las células vecinas de la presencia de invasores y les permite prepararse contra el ataque. Esta sustancia

segregada por la célula infectada, se adhiere a la superficie de las células sanas las cuales, a su vez, producen enzimas para destruir a los virus. Posteriormente, estas células se hacen más resistentes a una amplia gama de virus.

Los interferones se agrupan en tres clases: alfa, beta y gamma según el tipo de células que los produce en mayor cantidad. Los dos primeros proceden de los leucocitos (globulos blancos de la sangre) y de los fibroblastos (células del tejido conectivo del músculo o de la piel). El interferón gamma se obtiene a partir de células del sistema inmunitario.

Mediante Ingeniería Genética se busca producir el interferón en grandes cantidades: una sección de ADN, que representa el código del gen para el interferón humano, se inserta en el ADN de la bacteria Escherichia Coli. Al crecer y dividirse esta bacteria produce interferón en forma de proteína intracelular. El paso siguiente es extraerla y purificarla. La purificación se lleva a cabo con la ayuda de anticuerpos monoclonales.

Dentro de las enfermedades que pueden ser tratadas con interferón se encuentran principalmente, la rabia, la hepatitis B, la varicela, el herpes (protege a las personas aquejadas de herpes contra la ceguera); el cáncer de hueso, de sangre, de mama y piel (las células cancerosas son mejor reconocibles para el sistema inmunitario natural del organismo fomentando, en consecuencia, su destrucción).

Vacunas Antiviricas. En la vacunación se introducen en el cuerpo microorganismos muertos o atenuados, con lo cual el sistema inmunitario produce anticuerpos contra los materiales extraños, preparándose así para atacar cualquier invasión futura de organismos virulentos del mismo tipo. Entre las vacunas contra virus se encuentran la de la viruela, la poliomielitis, la rabia, la fiebre amarilla y la rubeola, entre otras.

La biotecnología pretende producir vacunas que sean capaces de enfrentar el sarampión, el resfriado común, la varicela, la paroditis, la hepatitis, la influenza o el herpes; al Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida (SIDA), la malaria o la lepra; y la glosopada, mediante la Ingeniería Genética.

El primer paso es fabricar grandes cantidades de proteínas del virus en cuestión.

Primero, se introduce el gen que codifica parte de la cubierta proteínica del virus en cuestión, en una bacteria de E. Coli (bastante utilizada y apreciada por los genetistas) para, posteriormente, obtenerse la coagulación proteínica deseable. Acto segundo, se comienza a fabricar en grandes cantidades, de modo que puedan inocularse al hombre, muestras puras de dicha proteína, para inmunizar al organismo del virus o microorganismo que se desea eliminar.

En estas vacunas no se emplean virus enteros, sino únicamente una de sus proteínas producidas por las bacterias; esto es con el fin de eliminar el riesgo de que virus vivos puedan contaminar la vacuna.

SONDAS O FRAGMENTOS PEQUEÑOS DE ADN. Las sondas o fragmentos de ADN, tienen la característica de adherirse a determinadas regiones de ADN. Esto con la finalidad de saber si la sangre de un paciente contiene el ADN de una bacteria determinada (diagnosticar con mayor seguridad); arrojar luz sobre la estructura genética y poder así detectar defectos o enfermedades genéticas como la hemofilia (deficiencia del proceso normal de coagulación debido a la ausencia de una proteína coagulante), la Corea de Huntington (trastornos neurológicos, como pérdida de memoria y movimientos incontrolados), anemia falciforme (presencia de hemoglobina defectuosa, incapaz de transportar el oxígeno en la sangre), mucoviscidosis o fibrosis quística (trastornos digestivos y respiratorios debido a la producción anormal de mucus), hipotiroidismo (provoca retraso mental y enanismo), miopatia

de Duchenne (parálisis muscular), malformaciones congénitas: hidrocefálea, paladar endido, labio leporino, polidactilia (presencia de más de cinco dedos), entre otras; combatir enfermedades producidas por virus o bacterias; remediar trastornos producidos por el desequilibrio del funcionamiento químico del organismo; diagnosticar y tratar enfermedades como la diabetes, la artritis, las enfermedades óseas o trastornos nerviosos; rastrear microbios resistentes a ciertos antibióticos.

Por otra parte, las sondas de ADN pueden detectar, en caso de transfusión de sangre, si el líquido no está contaminado; de igual manera, comprobar si en los alimentos existe o no contaminación bacteriana o si determinadas semillas no están infectadas por virus. Ayudan a los médicos a la correcta selección de órganos para trasplantes.

Otra característica importante de las sondas de ADN es que son rápidas y muy baratas.

HORMONAS. Cada una de las hormonas del organismo humano cumple con una función determinada para coordinar las actividades de células y tejidos. Las hormonas transmiten toda la información que necesitan las células para que actúen de manera conjunta: por ejemplo, en caso de peligro, las hormonas informan a las células musculares para que, a su vez, estas se preparen para la acción.

Cuando el sistema hormonal cruza por alguna anomalía, se producen enfermedades graves tales como lesiones nerviosas, diabetes, deficiencias en el crecimiento del organismo (enanismo), anomalías y dolencias óseas, degeneración de la retina y disfunción renal, entre otras. Por tanto, para paliar la deficiencia hormonal, la ingeniería genética, con ayuda de microorganismos, busca producir hormonas para hacer frente a las enfermedades mencionadas.

Actualmente se produce la insulina (extraída anteriormente del páncreas del ganado vacuno o porcino) para el tratamiento de la diabetes, la disfunción renal y la degeneración de la retina; y la hormona del crecimiento (extraída anteriormente de la glándula cerebral de los cadáveres) para curar algunas formas de enanismo, y el factor de crecimiento nervioso para el tratamiento de las lesiones nerviosas.

ENDORFINAS O ANALGESICOS NATURALES. Tanto la morfina, principal ingrediente del opio, como la heroína, son dos de los analgésicos más potentes utilizados por la medicina. Estas sustancias se obtienen de un fruto llamado la adormidera. Existen, a la par, hormonas que producen un efecto parecido pero con una potencia mil veces mayor que la morfina y la heroína: la encefalina y la endorfina.

La biotecnología busca someter a clonación el gen de la endorfina pancreática con el propósito de obtenerla en grandes cantidades.

HORMONAS ESTEROIDEAS. Los esteroides tienen un número considerable de aplicaciones como, por ejemplo, servir de medicamento para la artritis, aliviar las inflamaciones, las alergias o las afecciones cutáneas; ayuda a la coagulación de la sangre. Entre los esteroides podemos mencionar a la progesterona y la cortisona.

La biotecnología, al igual que los analgésicos naturales, busca también someter los genes de las hormonas esteroideas a clonación para producirlos en grandes cantidades con ayuda de microorganismos tratados mediante ingeniería genética.

TERAPIA DE SUSTITUCION ENZIMATICA. Dentro de las enfermedades hereditarias o genéticas (aproximadamente 200) se encuentran: la Corea de Huntington (enfermedad del sistema nervioso), la hemofilia (trastorno de la sangre que

le impide coagularse correcta y rápidamente), la fibrosis quística (afección pulmonar), la distrofia muscular de Duchenne y la enfermedad de Gaucher (enfermedad del sistema nervioso).

Las enfermedades genéticas se deben a la carencia de un enzima o de una proteína específica. Un gen defectuoso origina que falte o actúe de manera ineficaz determinada enzima o proteína, alterando así el delicado equilibrio químico del organismo.

La ingeniería genética busca resolver el problema del gen defectuoso con ayuda de microorganismos modificados o tratados que produzcan las enzimas o proteínas faltantes en el organismo humano. Así, una vez obtenida la enzima adecuada mediante ingeniería genética, cada una de las enfermedades se tratarían según la enzima o proteína faltante.

Por otra parte, la producción de enzimas en grandes cantidades, obtenidas a partir de bacterias, levaduras o vegetales ayudadas por sustancias químicas como la leucina y la metionina como materia prima de los microorganismos pueden ser útiles en la prevención, diagnóstico y tratamiento del cáncer y las enfermedades cardiovasculares (ataques cardíacos originados por obstrucción de los vasos sanguíneos por los que se aporta la sangre al corazón y las embolias provocadas por la obstrucción de los vasos que irrigan el cerebro). Es el caso de la enzima llamada estreptomocina producida por las bacterias Streptococcus y la elaborada por células humanas: la Urocinasa a partir de la orina que será clonada con bacterias en un futuro cercano.

En caso de trasplantes, las enzimas sirven de gran ayuda, cuando se lleva a cabo un trasplante de órgano en un paciente, el sistema inmunitario entra en acción para desalojar al objeto extraño ocasionando infecciones del virus herpes. Para evitar infecciones y permitir que el objeto extraño sea aceptado por el paciente, a parte de

utilizar el interferón y los anticuerpos monoclonales (identificando los antígenos de los potenciales donadores de órganos), se utiliza la Ciclosporina A que es un compuesto-enzima elaborada por el hongo Trichoderma reesei.

TERAPIA DE SUSTITUCION GENETICA. Existen enfermedades hereditarias en las cuales falta o funciona mal algun gene. Entre ellas se encuentra la fenilcetonuria, que provoca retraso mental (defecto en las células hepáticas); la talasemia y la anemia falciforme (defecto en los genes de la globina) causantes de dolores y muerte prematura; el Síndrome de Lesch-Nyhan y la ADAD (deficiencia de adenocin desaminasa) incapaces de producir el enzima llamado PRT, provocando un extraño impulso a la automutilación, que incluye graves mordiscos de dedos y labios. Aparte de los síntomas mencionados, el ADAD tiene profundos efectos en el sistema inmunitario por lo general con resultados mortales.

Por tanto es necesario introducir genes normales, fabricados por la ingeniería genética, que les permitan producir las enzimas u otras proteínas necesarias, en pacientes afectados por enfermedades genéticas para alcanzar la cura definitiva.

PRINCIPALES EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA A NIVEL MUNDIAL.

(1970 - 1990)

GENETECH (EUA)	KYOWA HAKKO (JAPON)
GIOGEN (EUA)	MITSUBISHI CHEMICAL (JAPON)
CETUS (EUA)	TORAY IND. (JAPON)
CENTOCOR (EUA)	TRANSGENE (FRANCIA)
ABBOTT (EUA)	G 3

CELLETECH (ING)	(FRANCIA) INMUNOTECH (FRANCIA)
ICI (ING)	HOECHST. S.A. (RFA)
BOEHRINGER (RFA)	NOVO INDUSTRIES (DINAMARCA)
HYBRITECH (G. B.)	SERONA (ITALIA)
INGENASA (ESPAÑA)	KABI-VITRUM (SUECIA)
AGRIGENETICS	GENE SCREEN
INTEGRATED GENETICS	GIST MILES LABORATORIES
RHOMANA HASS	COLLABORATIVE RESEARCH
AMANO	PLANT GENETIC SYSTEMS
PFIZER	RANK HOLIS Mc DOUGALL
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES	LILLY
TAKEDA	BIOGEN
NORDISK	GENTOFTE
SCHERING PLOUGH	SANOFI
ARES	SUNSUNG
SUMIMOTO	JOHNSON AND JOHNSON
HOFFMAN	AMGEN
LAROCHE	SHELL
RENTSCHILER	BAXTER

KIRIN

GENETIC INSTITUTE

* Actualmente, tan sólo en Estados Unidos existen de 300 a 400 empresas, aproximadamente, involucradas en tareas de investigación en el campo de la biotecnología.

FUENTE: "Mundo Científico" No. 100 Revista Mensual España 1991 pag. 279.
 Morris Strauch Milstein, Mordeja.
Historia de la biotecnología en "Ciencia y Desarrollo" No. 84 ene-feb 1989
 Vol. XIV CONACYT, México. Pub. bimestral pag. 30

Prentis, Steve. Biotecnología. España, Salvat Editores, S.A., 1989. Biblioteca Científica Salvat No. 67.

D).- LOS NUEVOS MATERIALES

El uso de nuevos materiales hace referencia a la sustitución de materias primas naturales o sintéticos convencionales por productos artificiales que cuentan con propiedades y características mejores, así como costos más bajos.

La búsqueda y creación de nuevos materiales se debe, entre otras razones, a que, a partir de principios de los 70s, suben los precios mineros nominales y entran en progresiva crisis algunos segmentos de la minería y la metalurgia en el mundo desarrollado. Entonces se desata en este un pánico de escasez y crece el interés en sustituir metales por otros materiales industriales y productos sintéticos.

Dentro de los nuevos materiales destacan principalmente los siguientes: a) Cerámicas Finas; b) Fibras Ópticas; c) Fibras de Materiales Compuestos; d) Vidrios Metálicos; e) Membranas Sintéticas; f) Plásticos.

CERAMICAS FINAS Se fabrican con arena o arcilla y cuentan con un recubrimiento de otros materiales, por ejemplo, nitrito de titanio que alarga la vida del acero. Son muy ligeras, resistentes al calor, esto es, tienen la capacidad de soportar altas temperaturas. El único inconveniente es que son incapaces de doblarse para absorber un impacto. Pueden sustituir metales, tal ha sido el caso en la producción de maquinaria-herramienta, ciertos tipos de motores y turbinas de gas y la industria electrónica. Entre sus características se encuentran también su bajo costo, la dureza y la resistencia al óxido y la corrosión.

FIBRAS OPTICAS. La fibra óptica consiste en una varilla de cristal o plástico de alta pureza (óxido de silicio con concentraciones de boro, fósforo, etc.) Esta formada principalmente por un núcleo y un revestimiento por medio de los cuales se propaga la energía luminosa, pero que por sí sola no transmite una imagen; deben utilizarse muchos tonos de luz combinados.

Su diámetro es aproximadamente al de un cabello humano y opera en longitudes de onda. Existe una amplia variedad de cables de fibra óptica que van desde unas cuantas fibras y diámetro de 1.5 cm, hasta varios cientos de fibras y diámetro de 4 cm.

Es utilizada en sustitución de las tradicionales líneas de cobre conductoras de corriente para transmitir información (audio, telefonía, datos, video).

Se caracterizan por su capacidad de información, inmunidad a las interferencias electromagnéticas, tamaño y peso reducido y atenuación muy baja, principalmente.

ALEACIONES SUPERCONDUCTIVAS O CON CRISTALIZACION CONTROLADA Y MATERIAS COMPUESTAS

Se obtienen mediante la combinación de metales, plásticos, cerámicas y fibras ópticas. Las aleaciones posibilitan la resistencia, la ligereza y la durabilidad.

Las aleaciones (por ejemplo, la unión del litio y el aluminio) a los metales tradicionales (como el níquel, el cobalto, el titanio y el aluminio) les permiten seguir siendo competitivos.

Dentro de este grupo podemos mencionar a los superconductores y a los composites. Los superconductores conducen energía a través de impulsos eléctricos a temperatura ambiente, es decir, cuentan con la capacidad para transmitir electricidad sin resistencia alguna. Se utilizan en todos los sistemas de transmisión de energía. No son aplicados directamente a la construcción. Los composites son compuestos de diversos materiales muy resistentes, fabricados con fibras de boro o carbono. Se utilizan como reductores de peso (por ejemplo, en aviones y barcos, logrando ahorro de combustible y mayor velocidad). Son resistentes y ligeros. Permiten nuevos diseños que, recurriendo únicamente al metal, es casi imposible.

Para obtener una dureza mayor dichas fibras son simplemente tejidas obteniéndose, aparte de la resistencia, una mayor maleabilidad.

PLASTICOS La mayoría de los plásticos se fabrican mediante la síntesis o unión de diversas sustancias químicas. Otros se obtienen de sustancias orgánicas naturales que se modifican químicamente para producir el material plástico deseado.

Entre los plásticos más importantes destacan los siguientes:

Resinas Acnlicas Son materiales termoplásticos que se destacan por su fortaleza, resistencia a la intemperie y transparencia (ejems.: letreros de propaganda, peines, etc.

Resinas Alquilicas. Son termoestables, buenas aisladoras eléctricas resistentes al calor (pinturas, lacas, adhesivos, tintas de imprenta).

Resinas Alicas. Son termoestables, excelentes aisladores eléctricos. Tienen bajo nivel de absorción de agua, así como poca contracción durante el proceso de moldeo (se utilizan en piezas eléctricas y electrónicas).

Amino Resinas. Son termoestables. Se utilizan en vajillas, botones, dispositivos eléctricos.

Resinas Epóxicas. Son plásticos termoestables químicamente resistentes, duraderas, flexibles y fuertes; proporcionan excelentes recubrimientos protectores. Sirven como imprimidores, pinturas finales y barnices, como materiales de revestimiento para latas y tambores.

Fluorocarbonos. Son durables, resisten las substancias químicas, las llamas, el calor y la intemperie (asientos para válvulas, diagramas para equipo de bombeo, recubrimiento de alambres).

Resinas Finólicas. Son termoestables que poseen solidez, rigidez y resistencia. Sirven para caja de cámaras fotográficas, mangos para plancha, interruptores, teléfonos, etc.

Resinas Polidiamidicas. Son termoestables, fuertes, soportan la absorción y el calor (velocímetros, interruptores, etc.)

Polietileno. Es fuerte. Es posible hacerlo rígido o flexible, resistente al calor, el frío, el agua y la intemperie, buen aislador eléctrico (bolsas, recubrimiento de cables, cubetas, botellas, vasos, etc)

Polipropileno. Es liviano, fuerte, resistente a productos químicos, buen aislante eléctrico (cajas de acumuladores, artículos domésticos)

Silicones. Resistente a productos químicos, calor, agua e intemperie, buenos aislantes eléctricos (misiles, piezas de conmutadores, en la medicina).

Resinas Vinílicas. Son termoplásticos, fuertes, buenos aislantes eléctricos, resistentes a productos químicos (carteras, discos fotograficos, etc.)

En resumen, los plásticos y los polímeros compuestos son mas baratos y resistentes y ligeros que el acero; con muy alto rendimiento como bioseparadores o conductores de electricidad. Son utiles en la industria automovilística, de la construcción, aeronautica, entre otras.

e) Fibras y Materiales Sintéticos. Muchos de los productos sintéticos tienen como base al petróleo y la salmuera. Entre los productos sintéticos se encuentran las telas sintéticas, los derivados de la celulosa, la seda artificial, la fibra vulcanizada, adhesivos, lana de celuloide, las resinas sintéticas, espumas sintéticas (algunas capaces de mejorar la estructura de las tierras de cultivo y recuperación de zonas áridas), el linoleo, tinte, hilado, aceites y caucho sintéticos, etc.

Japón y Estados Unidos, al igual que Europa, son los que más utilizan los nuevos materiales para hacer frente a las considerables importaciones de materias primas naturales procedentes del tercer mundo. A su vez, son los principales creadores y fabricantes de dichos materiales.

APLICACIONES

Los nuevos materiales tienen aplicación, principalmente, en la industria de la construcción, la aeronautica especial, las telecomunicaciones y los transportes.

Asimismo, son útiles en la fabricación de transformadores y motores eléctricos; para filtros antipolución en la purificación de sustancias concentradas; en la producción de antibióticos; en gafas polarizadas que

se oscurecen inmediatamente ante un destello; prótesis realizadas con composites de carbono; chalecos antibalas; parabrisas plásticos impenetrables; cristales líquidos; cañas de pescar, raquetas de tenis y palos de golf fabricados con composites hiperresistentes; transbordadores espaciales con recubrimiento de cerámica para aislarse del calor; plástico y fibras de cristal para automóviles; aleaciones magnéticas de hierro con transformadores, ahorrando energía en grado considerable; cerámica en cascos de barco, en trenes magnéticos y radares, etc.

La aplicación y uso de los nuevos materiales mejora la calidad de los productos, reduce costos de fabricación vía la disminución o ahorro en el consumo de energía y de materiales o la reducción de su peso y el desarrollo de nuevos productos.

CAPÍTULO II

"Si cada instrumento pudiese, en virtud de una orden recibida o, si se quiere, adivinada, trabajar por sí mismo, como las estatuas de Dédalo o los Tripodes de Vulcano, 'que se iban solos a las reuniones de los dioses'; si las lanzaderas tejiesen por sí mismas; si el arco tocase solo la cítara, los empresarios (gustosamente) prescindirían de los operarios y los señores de los esclavos."

Aristóteles: "La política"

EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS ECONOMÍAS DESARROLLADAS.

La aplicación de las nuevas tecnologías a la economía capitalista genera efectos de gran magnitud. A nivel microeconómico afecta la organización misma del trabajo dentro de la empresa; asimismo, le permite al capitalista obtener una productividad y una explotación mayor de la fuerza de trabajo. A nivel macroeconómico, permite una reorganización, a través de las alianzas entre las grandes corporaciones, de las transnacionales dentro del mercado internacional, dinamizando así la economía a nivel

internacional, poniendo en riesgo la hegemonía temporal de alguna nación determinada. Se genera y elimina a la vez empleo y las relaciones y la lucha de clases, dentro y fuera de la empresa, se hacen cada vez más tensas. El descontento y la rebeldía de la clase trabajadora es frenada por el Estado mediante el servicio que presta la informática.

En el presente capítulo se abordan, en líneas muy generales, los elementos arriba señalados y la relación que guardan con las nuevas tecnologías.

1.- LA ORGANIZACION DEL PROCESO DE TRABAJO CAPITALISTA.

El objetivo fundamental del capitalista es la producción, extracción y apropiación de plusvalor que le permita maximizar la tasa de ganancia y poder lograr, de esta manera, una mayor expansión y acumulación de su capital.

Para lograr su cometido, el capitalista debe cubrir una gran variedad de requisitos en el ámbito productivo, principalmente.

No le es suficiente con impulsar y desarrollar incesantemente tanto la ciencia como la tecnología; es fundamental que revolucione constantemente las condiciones de producción en que se desarrolla el proceso de trabajo de tal manera que sea posible una mayor explotación de la fuerza de trabajo en términos de una mayor productividad medida por una mayor producción de plusvalor. Para esto, es necesario transformar las técnicas y organizar el proceso productivo a fin de aumentar la eficiencia en el funcionamiento de la empresa capitalista. Minimizar los costos del trabajo como maquinaria, herramienta, materia prima y, sobre todo, la fuerza de trabajo. Maximizar la rapidez en la ejecución de las labores, la precisión, la

confiabilidad y calidad del trabajo y la continuidad de la producción.

Otro objetivo del capital es desarrollar sistemas jerárquicos de mando y control que hagan posible que la producción sea planificada y predecible. Así mismo, es necesario despojar al trabajador de su conocimiento, habilidad y destreza y pasarlo a manos del capitalista de manera que le permita mantener un control total sobre la producción.

Los procesos de producción se han ido perfeccionando de manera constante a lo largo del capitalismo con el único fin de obtener, en la medida de lo posible, un plusvalor considerable.

Para llevar a cabo el proceso de producción el capitalista compra medios de producción y fuerza de trabajo. Esta última transformará la materia prima, con ayuda de herramientas o maquinaria, en un producto, en un valor de uso. El trabajador labora bajo el control del capitalista con medios de producción propiedad del capitalista y, por lo tanto, el producto del trabajo será apropiado por dicho capitalista.

El capitalista "no sólo quiere producir un valor de uso, sino una mercancía (...) un valor, y no sólo valor, sino además plusvalor", esto es, un excedente cuantitativo de trabajo. 19

Pero ¿qué es el proceso de producción? Marx lo define de la siguiente manera:

"Como unidad del proceso laboral y del proceso de formación de valor, el proceso de producción es proceso de producción de mercancías; en cuanto unidades del proceso laboral y del proceso de

19 Marx, Karl: El Capital, Vol. 1 Tomo I México, Siglo XXI, 1975, pag. 226. (Véase Capítulo V "Proceso de Trabajo y Proceso de Valorización").

valorización, es proceso de producción capitalista, forma capitalista de la producción de mercancías." 20

En el proceso de producción se consume la fuerza de trabajo y se produce a su vez la mercancía dándose, por tanto, el proceso de valorización (cantidad de trabajo contenida en el producto).

Para hacer posible el plusvalor sin contratiempos y lo más objetivamente posible es necesario establecer una organización del proceso productivo.

Para organizar el proceso productivo es necesario estructurar, arreglar o acomodar las partes constitutivas del proceso de trabajo, sobre todo el comportamiento que se espera del trabajador en la actividad productiva conforme a los objetivos de la empresa. Es asignar puestos de trabajo en base a la habilidad, destreza, velocidad, conocimiento o profesión que tenga el trabajador en relación a la actividad. Asimismo, es indispensable establecer una división del trabajo en cada una de las secciones o puestos de trabajo, áreas o departamentos para un mejor funcionamiento. Es decir, fragmentar los procesos laborales y la repartición de tareas entre el personal asignado en puestos de trabajo.

El proceso de trabajo capitalista (la forma de apropiación del plusvalor) desde sus orígenes hasta nuestros días a atravesado por diversas etapas: a) la cooperación; b) la manufactura (basada en la división del trabajo); c) la gran industria; d) el taylorismo; e) el fordismo y la automatización (basado en la electrónica).

Dentro de estas etapas sucesivas un proceso de trabajo presente (apoyado en la ciencia y la tecnología) supera con creces al proceso de trabajo anterior. Este incluye la forma de explotación del trabajador sometiéndolo,

a este y de manera progresiva, a las necesidades de valorización del capital.

El capitalista, cuando encuentra límites a la generación de plusvalor, se ve en la necesidad de realizar modificaciones sustanciales dentro del proceso de trabajo y/o en los elementos que lo integran.

La acumulación de capital asume, en su desarrollo, nuevas formas de organización dentro del proceso productivo, principalmente.

a) COOPERACION.

Según Marx, el modo de producción capitalista parte de la organización artesanal. En la producción artesanal los artículos son elaborados en forma completa por una persona o artesano en pequeños talleres, en ocasiones familiares. El conocimiento, adquirido por el artesano es transmitido mediante la práctica productiva a unos cuantos aprendices.

El capitalista individual reúne o concentra a estos maestros artesanos, distintos e independientes, con sus respectivos oficiales y aprendices y sus respectivos instrumentos de trabajo para producir la misma mercancía, en una propiedad única y bajo su mando. A esta forma de trabajo se le conoció como cooperación.

Se llama cooperación debido a que en un solo taller trabajan muchos obreros simultáneamente y de manera coordinada en el mismo proceso de producción o en procesos de producción distintos pero entrelazados. Se logra una economía gracias al empleo simultáneo de ciertas condiciones comunes de trabajo como el lugar de trabajo, materias primas, calentamiento, etc. Al concentrarse los medios de producción en un mismo local se producen mayores productos.

En la cooperación no existe la división del trabajo. El trabajo mismo permanece bajo el control inmediato de los productores en quienes está personificado

el conocimiento tradicional y la pericia de sus oficios. El obrero tiene un conocimiento global del proceso productivo al cual esta abocado. Conoce cada una de las tareas que se realizan en el objeto de trabajo hasta su resultado final.

b) MANUFACTURA.

Si durante la cooperación el artesano, con ayuda de oficiales y aprendices, hace la mercancía íntegra ejecutando sucesivamente las diversas operaciones requeridas para la producción del producto o mercancía, con la introducción de la división del trabajo por parte del capitalista, con fines a acelerar la producción y así incrementar las ganancias, el artesano se especializa cada vez más en una actividad productiva perdiendo, de esta manera, su propio oficio que lo caracterizaba.

Ahora con la manufactura, que introduce la división del trabajo en la producción, cada artesano ejecutará sólo una y siempre la misma operación, que se complementará con las operaciones únicas de sus compañeros para crear una y la misma mercancía. Así, todas las operaciones juntas son efectuadas simultáneamente.

Sin embargo, para perjuicio del capitalista, la actividad productiva sigue dependiendo de la habilidad, vigor, rapidez y seguridad del ahora obrero individual en el manejo de su instrumento. En la manufactura, todas las operaciones conservan su carácter manual ya que descansan en la destreza misma del artesano (base de la manufactura).

Con la división del trabajo, al especializar cada una de las operaciones del obrero, se da la desvalorización del mismo al reducir el ámbito en sus capacidades productivas simplificando sus funciones; se desvaloriza, por tanto, la fuerza de trabajo. Asimismo, se simplifican, mejoran y multiplican las herramientas de trabajo las cuales se adaptan a las funciones específicas y exclusivas de los

obreros parciales. Esta característica instrumental hará posible el paso a la creación de las máquinas.

Otras ventajas que ofrece la división del trabajo son las siguientes: aumenta la velocidad en la ejecución de la tarea por cada obrero; se reduce el tiempo que se necesita para cambiar de una tarea a otra; cada operación se realiza de manera simple y uniforme; el instrumento utilizado para una determinada actividad, actúa exclusivamente en el ámbito de este último (especialización); con la economía de tiempo se genera una continuidad, uniformidad, regularidad, orden y sobre todo una intensidad en el trabajo.

C) GRAN INDUSTRIA.

Con la introducción de la maquinaria al proceso productivo se da paso a la gran industria. Las capacidades del obrero como la fuerza, la destreza y la velocidad son asimiladas y reproducidas por la máquina misma. Si durante la manufactura es el instrumento el que sirve constantemente al obrero, en la gran industria el obrero estará constantemente en posición subordinada al servicio de la máquina. Aquel se convierte única y exclusivamente en apéndice de la máquina:

"Todos los métodos para desarrollar la producción -dice Marx- se trastuecan en medios de dominación y explotación del productor, mutilan al obrero convirtiéndolo en un hombre fraccionado, lo degradan a la condición de apéndice de la máquina." 21

En la gran industria, por tanto, la máquina se convierte en la unidad central del proceso de trabajo

21 Marx, Karl: El Capital. op. cit. pag. 474.

demandando del obrero movimientos y habilidades específicas y repetitivas para su operación. Por otra parte, el obrero se limitará a vigilar y rectificar las operaciones del mecanismo.

El uso de las máquinas -auxiliadas posteriormente por el motor eléctrico el cual imprime una velocidad mayor- por el capitalista sumado a la división del trabajo, herencia de la manufactura, hace posible, aún más, el ahorro de tiempo que es generalmente perdido en el paso de una especie de trabajo a otro: producir mayores cantidades de mercancías (se lleva a cabo la producción en masa, la producción en gran escala): aparatar. aun más, la fuerza de trabajo debido a que se descalifica en mayor grado debido a que su destreza y habilidades son apropiadas por la máquina; incrementar las ganancias y, en caso de ser necesario, una vez que determinada fuerza de trabajo le es superflua e innecesaria para la valorización de su capital, la aplicación de la maquinaria le permite echar a la calle a dichos trabajadores: "la productividad de la máquina, pues, se mide por el grado en que sustituye trabajo humano." 22

"La industria moderna -dice Marx- ha transformado el pequeño taller del maestro patriarcal en la gran fábrica del capitalista industrial. Masas de obreros hacinados en la fábrica son organizados en forma militar. Como soldados rasos de la industria, están colocados bajo la vigilancia de toda jerarquía de oficiales y suboficiales. No son solamente esclavos de la clase burguesa, del estado burgués, sino diariamente, a todas horas, esclavos de la máquina, del capataz y, sobre todo, del burgués individual, patron de la fábrica. Y este despotismo es tanto más mezquino,

22 Marx, Karl: El Capital, op. cit. pag. 476.

odioso y exasperante, cuanto mayor es la franqueza con que proclama que no tiene otro fin que el lucro." 23

Una vez que la acumulación de capital se enfrenta a dificultades y limitaciones estructurales de crecimiento económico dentro de la gran industria, el capitalista buscará superar dichas limitantes y dificultades a través de la aplicación, dentro del proceso productivo, de nuevos métodos o formas susceptibles de incrementar la producción e intensidad del trabajo. Estos métodos serán el Taylorismo, Fordismo y la Automatización.

d) TAYLORISMO, FORDISMO Y AUTOMATIZACION. FORMAS CONTEMPORANEAS DE ORGANIZACION DEL PROCESO DE TRABAJO CAPITALISTA.

Estas figuras particulares de organizar el proceso de trabajo surgen propiamente en el siglo XX. Son las modalidades tecnológicas actualmente más difundidas:

"El taylorismo y el fordismo constituyen en la actualidad, las formas más difundidas y generales de los procesos de trabajo en las sociedades capitalistas desarrolladas. Y formas no solo difundidas ampliamente en terminos cuantitativos, sino tambien fundamentales en terminos calitativos. A pesar de las islas de automatización importantes que, progresiva e irrefrenablemente se apoderan de los procesos laborales, las figuras taylorista y fordista siguen siendo aún las modalidades predominantes de los procesos industriales básicos de las economías más desarrolladas." 24

23 Marx, Karl y Engels, Federico: El Manifiesto del Partido Comunista. México, Ediciones de Cultura Popular, 1978 pag. 38.

24 Aguirre Rojas, Carlos Antonio: Los Procesos de Trabajo Taylorista y Fordista. Notas sobre la Hiperracionalización

Por medio de la organización del trabajo, estas figuras contemporáneas van a renovar totalmente el mecanismo de la "gran producción de plusvalor" racionalizando al máximo el proceso de trabajo, esto es, intensificando el ritmo de trabajo obrero (mayor explotación de la fuerza de trabajo).

Tanto el taylorismo como el fordismo son una respuesta capitalista a la gran industria clásica cuyo fin es evitar la caída de la tasa de ganancia que la maquinización de los procesos laborales había traído consigo. Muestran un progreso importante con respecto a la forma de producir anteriores en los métodos organizativos y de realización del proceso de trabajo.

El movimiento de la Organización o Administración Científica del Trabajo es iniciado por Taylor en las últimas décadas del siglo XIX e impulsado a principios del siglo XX. En las primeras décadas de este siglo cobra auge el fordismo, y la automatización inicia prácticamente en los años 50.

El taylorismo es el proceso de trabajo basado en el estudio de los tiempos y movimientos que realizan los obreros; esto es se descomponen y recomponen los gestos y movimientos particulares que componen la tarea específica y establece un tiempo específico para su realización. Para hacer posible esto, el capitalista implanta todo un sistema complejo de capataces para auxiliar, supervisar, instruir y, sobre todo, controlar al trabajador para que lleve a cabo, de la mejor manera posible, la tarea establecida por la gerencia, por una parte, y la creación de incentivos o primas salariales que "preman" y refuerzan, a su vez, el adecuado comportamiento del trabajador, por otra parte.

del Trabajo y la Tasa de Ganancia, en "Cuadernos de la DEP" Mexico, Facultad de Economía UNAM, 1986 pag. 2.

El proceso de trabajo taylorista debe su nombre al ingeniero Frederick Winslow Taylor, antisindicalista y abiertamente procapitalista. Es, quien por primera vez aplica un sistema de trabajo basado en la organización o administración científica (métodos de administración y organización del trabajo), es decir, en el estudio minucioso de los tiempos y movimientos que realizan los obreros de manera individual.

Con la implantación de estos sistemas se busca incrementar la producción racionalizando, a su nivel más extremo, el proceso de trabajo reorganizando las tareas sin introducir necesariamente nueva tecnología, y arrancar el control del proceso de trabajo en manos del obrero y pasarlo a manos de la gerencia y, por lo tanto, del capitalista; es decir, transferir la toma de decisiones por parte de los obreros a la dirección:

En 1880, Taylor afirma: "nuestro objetivo original consistía en sacar el control del taller de máquinas de las manos de los muchos trabajadores y colocarlo por completo en las manos de los patrones."
26

Este cambio conlleva una desespecialización o descalificación del obrero cuanto controlado más de cerca sin importar el nivel dado de tecnología. Más que preocuparse por la tecnología, Taylor toma las herramientas y técnicas que se le presentaban.

En su obra "Los Principios de la Administración Científica del Trabajo", F. Taylor establece las reglas para racionalizar el trabajo vivo basándose en el estudio de

25 Braverman, Harry: Trabajo y Capital Monopolista. México, ediciones Nueva Imagen, 1978. pag. 115.

26 Shayken, Harley: Computadoras y relaciones de Poder en la fábrica. "Cuadernos Políticos" No. 30 Rev. trimestral México, Ediciones Era, 1981. pag. 13.

tiempos y movimientos elementales llevados a cabo por el trabajador.

La gerencia observa, reúne todo el conocimiento, estudia y analiza minuciosamente cada acto, cada gesto aislado que conforma la tarea del obrero individual. Acto seguido, se procede a desmenuzar o descomponer dicha tarea individual en un conjunto de movimientos y acciones simples. Estos movimientos y acciones simples son seleccionados, clasificados, tabulados y recompuestos bajo una nueva forma: son reducidos a reglas, leyes y fórmulas.

Una vez seleccionados y recompuestos los movimientos, la oficina de métodos se encarga de evaluar y medir cada uno de estos movimientos, mediante un cronometraje riguroso, elaborando, posteriormente, una tarjeta o ficha de instrucciones simplificadas con sus tiempos y medios (instrumentos y herramientas estandarizadas, adecuadas a la tarea individual) correspondientes para ser ejecutados por el obrero.

Con el estudio de tiempos y movimientos de cada tarea individual se busca, ante todo, la utilización al máximo, sin interrupción, de los trabajadores en su puesto de trabajo. De esta manera, se eliminan todos los gestos y movimientos superfluos, inproductivos, excesivos o inútiles, así como los tiempos muertos; se reducen los tiempos y movimientos de cada tarea, reduciendo los desplazamientos, simplificando los gestos haciendo manipulaciones más cortas.

Aumenta, por otra parte, la regularidad, la uniformidad, la continuidad y energía del trabajo acrecentándose, por lo tanto, la intensidad o ritmo de la ejecución del trabajo individual, por medio del aumento cuantitativo de gestos productivos en la hora o la jornada de trabajo, exigiendo del trabajador mayor atención y un mayor desgaste generándole, en consecuencia, una mayor fatiga física y nerviosa.

La Organización Científica del Trabajo posibilita una mayor productividad, una descalificación del obrero y, por tanto, mayores ganancias.

Para que el trabajador se someta a las normas de producción establecidas por la gerencia, el capitalista crea, por una parte, un especializado equipo de instructores y capataces para que supervise y controle a los obreros y, por otra parte, elabora un plan de incentivos y primas salariales para estimular y reforzar el sometimiento, la aceptación y el cumplimiento de las nuevas formas de trabajo. Aunado a las primas salariales se establecen castigos como el caso de los "defectos" de la fabricación del producto. Según los defectos se lleva a cabo un sistema de sanciones salariales.

Con la aplicación de los principios de la Administración Científica del Trabajo pregonados por Taylor, el capitalista obtiene varias ventajas y logra varios objetivos, entre ellos sobresalen los siguientes:

- Se elimina la destreza, y con ello el conocimiento del oficio, de los trabajadores reduciendo, de esta manera, el grado de control de los trabajadores sobre la producción a través de los nuevos métodos de organización y administración. Ahora se exige del trabajador tan sólo un mínimo de adiestramiento. El trabajo calificado se transforma en trabajo simple. Con este cambio, el capitalista puede sustituir al obrero profesional por el obrero-masa inmigrado, no calificado y no organizado.

- Se obtiene una mayor productividad producto de la mayor explotación del trabajador, mayores ganancias y una fuerza de trabajo barata.

- La destreza, habilidad y el conocimiento del oficio son apropiados por el capital. El proceso de trabajo pasa a ser independiente del oficio, la tradición y del conocimiento de los obreros. Dependerán, de ahora en adelante, de las prácticas de la gerencia. El obrero, despojado de su conocimiento, se concretará exclusivamente a

controlar y a coordinar el curso adecuado de las trayectorias o circulación de las piezas por trabajador.

- Con la descalificación del obrero y el estudio de los tiempos y movimientos elementales llevados a cabo por el trabajador y estandarizados y organizados por la gerencia, el capitalista impone su hegemonía y su control sobre el proceso de trabajo en su conjunto y sobre el trabajador individual mismo. El trabajador pasa a ser un simple obrero habil, disciplinado, controlado y jerarquizado según el modelo militar. Con el control en sus manos, el capitalista impone sus propios ritmos y normas a la producción.

El objetivo es lograr simultáneamente salarios más altos para el trabajador (ya descalificado y por tanto más barato) y mano de obra barata para el empresario; mayor productividad del trabajo con un costo decreciente de cada unidad de producto; un acortamiento del tiempo de rotación del capital y con ello una disminución de la obsolescencia "moral" del capital fijo y por tanto de su desvalorización; romper la resistencia obrera que implica la posesión de un oficio, destreza o conocimiento por parte del obrero; la consolidación del carácter de la producción en masa o en serie (estandarización); incrementar la subordinación y el sometimiento de la fuerza de trabajo al capital.

El fin último de todos estos logros es la creación de una mayor ganancia, la extracción de una plusvalía mayor, la expansión de su capital y, en consecuencia, una mayor acumulación de capital.

El Fordismo es una especie de Taylorismo, solo que este es maquinizado. Se caracteriza por el uso de la cadena de montaje e implementos mecánicos de transporte, esto es, los transportadores paralelos. El Taylorismo hace incapié en la técnica de trabajo; el Fordismo en el aspecto tecnológico, maquina completamente el trabajo del obrero. Este último pasa a ser, de apéndice de la máquina, una pieza

viva o humana de todo el sistema maquinizado. Aquí ya no hay necesidad de cronometrar continuamente el tiempo y corregir constantemente los movimientos del obrero; ahora la cadena de montaje es la que impone exteriormente dichos tiempos y movimientos. El fordismo perfecciona los aportes legados por Taylor a la organización del trabajo; asimismo simplifica, acelera y perfecciona la estandarización de los productos obteniéndose, a su vez, en una escala mayor.

La cadena de montaje es un mecanismo que está en constante movimiento. Se encarga de unir todos los movimientos constitutivos que se necesitan en la transformación completa del objeto o material de trabajo hasta convertirlo en producto. La cadena de montaje va trasladando la pieza principal frente a los obreros para que éste vaya siendo ensamblado, remachado, soldado, ajustado, atornillado, remodelado o completado con partes nuevas, según sea la característica de la pieza, hasta que queda el producto terminado.

Los obreros son fijados a sus puestos de trabajo. Las tareas, actividades o movimientos realizados por cada obrero son previamente establecidos por la gerencia. Estas tareas se caracterizan por ser tareas o movimientos simples y elementales de fácil y rápida ejecución.

Cuando la gerencia quiere aumentar el ritmo de trabajo, y por tanto, la productividad, una vez que el obrero ha aprendido a ser más habil y diestro en la tarea que realiza, simplemente aumenta la velocidad de la cadena de montaje y esta última es la que marca los ritmos de cada una de las operaciones a realizar.

La cadena de montaje no es el único elemento que caracteriza al fordismo. Sobresalen también los implementos mecánicos de transporte: los llamados transportadores paralelos compuestos por gruas, deslizadores, vagonetas, transportadores, etc.

Los transportadores paralelos trasladan el objeto de trabajo de una fase a otra de su elaboración o

transformación, igualmente a ritmos predeterminados, uniendo en un sólo movimiento todos los momentos del proceso o partes de la cadena. Otros transportadores paralelos se encargan de asegurar el suministro de piezas y herramientas específicas a cada grupo de obreros según la tarea a realizar. Con este sistema mecánico el obrero se abastece de herramientas y partes del producto final; monta su pieza sobre los elementos básicos que desfilan sucesivamente ante él sobre la cadena de montaje. De esta manera, los transportadores paralelos aseguran la alimentación o suministro regular, fluido y constante de todas y cada una de las partes de la cadena; se crea así un verdadero sistema de maquinaria totalmente integrado.

Con la introducción de la cadena de montaje, principalmente, y los transportadores paralelos en el proceso productivo se da, al igual que en el taylorismo con la aplicación de los estudios de tiempos y movimientos, la descalificación, aún mayor, del obrero especializado.

La destreza, el entrenamiento y el conocimiento (voluntad e inteligencia) del obrero son fácilmente reemplazables. Con la línea de ensamble se reducen los requerimientos respecto a la destreza y calificación obrera. El saber obrero es expropiado por el capital. Los pocos obreros calificados se encargarán de vigilar y atender las máquinas para la construcción de herramientas y de moldes así como para cumplir un número limitado de tareas especializadas de producción tales como la mecánica del ensamble final.

El obrero calificado pasa a ser parte del obrero colectivo maquinizado. Una pieza (viva) más del sistema mecánico basado en la cadena o línea de ensamble.

La cadena de montaje o de transmisión da continuidad al proceso colectivo -mejorando el sistema de tiempos y movimientos introducido anteriormente por Taylor- reduciendo toda pérdida o tiempo muerto al suprimir los gestos excesivos, inútiles o introductivos implicados en el

desplazamiento de la pieza al extremo máximo posible. Se da una mayor productividad al duplicarse el rendimiento por persona y día (calculado y preestablecido por la oficina de métodos).

El rendimiento se intensifica gracias al aumento considerable de la velocidad en el trabajo generando, por tanto, un incremento en el grado de explotación de la fuerza de trabajo.

Asimismo, la continuidad, la regularidad, el mayor rendimiento y la intensidad en el ritmo de trabajo permite la disminución de la obsolescencia moral del capital fijo, se genera una plusvalía extraordinaria y se acorta el tiempo de rotación del producto.

Otro elemento característico del fordismo, al igual que el taylorismo, son los elevados salarios que reciben los trabajadores. Con los altos salarios el capitalista busca obtener la disciplina necesaria para la implantación de la banda de producción; atraer, mantener y renovar la mano de obra necesaria para poder escoger a los más aptos a las necesidades del trabajo a realizar; asegurar la docilidad obrera y minimizar el cambio frecuente de personal; es un incentivo para que los obreros acepten tanto el control de la dirección como un ritmo de trabajo intensivo.

Keith Sward, en un interesante estudio sobre Henry Ford, escribe: "Como una consecuencia, la nueva tecnología en la fábrica Ford, probó tener una creciente impopularidad; cada vez más iba contra la corriente. Y los hombres que estaban expuestos a ella empezaron a revelarse. Mostraban su insatisfacción saliéndose por tropelcs... Los hombres de la Ford habían empezado a desertar en grandes números ya desde 1910. Con el advenimiento de la línea de ensamblaje su personal fue literalmente diezariado; pronto la compañía encontró casi imposible mantener intacta su fuerza de

trabajo y mucho menos expandirla... Más tarde Ford admitió que sus sorprendentes innovaciones fabriles habían introducido la crisis laboral más importante de su carrera. El abandono de su fuerza de trabajo llegó a 280% para el año de 1913 tan sólo.

Tan grande era el disgusto laboral por causa del nuevo sistema de maquinas que hacia el final de 1913 cada vez que la compañía quería agregar 100 hombres a su personal de fábrica, era necesario contratar 963." 27

Con los altos salarios los obreros temen perder sus empleos por sufrir pérdidas en sus ingresos y esto permite que la dirección imponga una disciplina estricta. Sólo los obreros que tienen alguna calificación pueden realmente darse el lujo de dejar la planta.

"La aclimatación aparente del obrero a los nuevos modos de producción -afirma Harry Braverman- crece a partir de la destrucción de todas las otras maneras de vivir, el efecto de regateos salariales que permiten una cierta ampliación de los niveles de subsistencia-acostumbrados de la clase trabajadora, el sentido de la red de la moderna vida capitalista que finalmente hace imposibles todos los otros modos de vivir. Pero por debajo de esta aparente adaptación continúa la hostilidad de los obreros hacia formas degeneradas de trabajo a las que son constreñidos." 28

Aparte de los motivos arriba mencionados, la política de altos salarios (la famosa política de los "cinco dólares por día") fue lanzada para contrarrestar la amenaza que se le presentaba a la empresa automovilística Ford de la sindicalización radical y el constante éxodo de

27 Braverman, Harry: op. cit. pag. 188.
28. Idem. pag. 159.

trabajadores, producto del rechazo obrero a la cadena de montaje y a la monotonía de sus tareas; en parte también porque Henry Ford concibió a sus propios obreros consumidores de una industria en creciente expansión.

El taylorismo y el fordismo se apoyan en los mismos nuevos medios de comunicación (como el telégrafo, el teléfono, la radio y la televisión) y de transporte (basados en el motor de combustión interna). Además, la existencia de la electricidad libera a la máquina de su dependencia del motor de vapor, para ser dotada de impulso propio con fuente de energía individual, haciendo posible la aplicación de los métodos taylorista y fordista a la producción.

El taylorismo puede ser aplicado dentro de cualquier trabajo cooperativo o social en gran escala siempre y cuando sea adecuada la industria para soportar los esfuerzos y costos implicados en su "racionalización".

El fordismo, por el contrario, su aplicación es menos universal ya que necesita la existencia de maquinaria.

El taylorismo como el fordismo pueden introducirse en la producción sin que sean forzosamente necesarios grandes cambios tecnológicos. Pueden introducirse mediante simples reajustes en la organización del trabajo, empleando los mismos instrumentos técnicos.

Los métodos mencionados se aplican, por ejemplo, en las siguientes industrias: automotriz, textil, electrónica, mecánica, metalúrgica, confección y tejidos, cueros y pieles, tabaco y cerillas y, en general, en todas aquellas actividades que trabajen con una escala de producción en gran escala, esto es, en serie o estandarizadas y rígidas: producción en masa.

Es precisamente en estas dos formas de trabajo donde la división del trabajo alcanza su más alta expresión.

Por otra parte, los altos salarios ofrecidos por estas figuras no deben interpretarse como prueba de que los obreros disponen de oportunidades reales de mejoramiento.

La industria no es ya el terreno exclusivo para su aplicación. La oficina, el comercio y el servicio público forman ahora parte de su movimiento: mecanógrafas, correos, banca, seguridad social, etc.

En el taylorismo, si bien el control de los ritmos de producción pasa a manos de la gerencia, la habilidad y destreza del obrero sigue siendo un obstáculo para el capitalista:

"El mayor problema irresoluble de Taylor era que tenía que hablar con el trabajador antes de que pudiera hablar con la máquina. En los talleres de producción limitada, la variedad de trabajos imposibilitaba que las tareas se desmenuzaran a punto de quebrantar el control por parte del obrero." 29

Asimismo, tanto los capataces como los instructores pueden ser burlados, desobedecidos, e incluso hacerles frente.

No así en el fordismo donde la voluntad e inteligencia del trabajador individual se convierten en atributos mecánicos de la cadena de montaje; en donde el gesto del obrero es sometido a una cadencia regulada fijada por la banda transportadora, ahora, con la cadena transportadora se detecta con más facilidad los momentos o puntos donde comienza a haber fallas, detenciones o retrasos.

En el fordismo se da, por tanto un aumento considerable. con respecto al taylorismo, en las posibilidades de control y supervisión global del proceso por parte del capitalista.

Para el capitalista, ante su incesante búsqueda por obtener una mayor plusvalía y acumular más capital, así como la cada vez más fuerte competencia que tiene que librar

diariamente contra sus adversarios, los métodos taylorista y fordista que se basan en estructuras de producción relativamente rígidas y estandarizadas y creadas para mercados estables, no le son suficientes para lograr sus objetivos.

Las constantes fluctuaciones del mercado hacen necesarias organizaciones de producción más flexibles, capaces de adaptarse a series más cortas, a modificaciones en la demanda del producto; para esto, el capitalista tiene que buscar nuevas palancas que le permitan superar las dificultades que se le presentan en el proceso productivo y así poder obtener mayor acumulación de capital.

Durante la década de los 60 y principios de los 70, el capitalista va a impulsar y desarrollar fuertemente la informática para, posteriormente, aplicarla con gran eficacia al proceso productivo.

Con la informática, basada en la electrónica, es posible crear programas o instrucciones que puedan ser entendibles tanto para los robots como para las máquinas-herramientas automáticas o de control numérico. Con los programas se pueden desarrollar los llamados sistemas automáticos. Estos sistemas se encargan de dar instrucciones a los equipos automáticos y son capaces de producir un conjunto variado de piezas y productos.

d) AUTOMATIZACION. Con la creación, desarrollo y aplicación de la electrónica al proceso productivo, el capitalista puede automatizar algunas fases o la totalidad de dicho proceso.

Entre los implementos electrónicos, que hacen posible la automatización, sobresalen los siguientes:

- El Computador Central. Se encarga de dirigir, controlar y autoregular a gran distancia, un gran número de computadoras más pequeñas esparcidas en los diferentes lugares de la empresa. Estas últimas dirigen y monitorean, a

su vez, todo cuanto sucede en los talleres. El computador central se encarga también de llevar la cuenta de los inventarios y proporciona reportes de lo que hacen los trabajadores. Posteriormente, estos reportajes o datos se transmiten a las máquinas-herramientas automáticas con las instrucciones correspondientes para que sean llevadas a cabo. Diseña, por otra parte, la pieza a elaborar y regula el ritmo de trabajo.

Todo el control, la dirección, el diseño y el ritmo de trabajo está marcado, por las instrucciones o programas introducidos en el computador.

- Las Máquinas-Herramientas de Control Numérico.

La operación de la máquina-herramienta se determina mediante grupos numéricos (instrucciones o programas). Las computadoras más pequeñas -arriba mencionadas- están integradas a las máquinas-herramientas de control numérico. Su producción es comparable a la producción de 30 máquinas convencionales.

La máquina-herramienta de control numérico trabaja de la misma manera, con los mismos implementos, que una máquina convencional; la diferencia estriba en que la máquina-herramienta de control numérico es controlada por información precodificada, mientras que a la máquina convencional la guía el operario.

La máquina-herramienta de control numérico cuenta con sistemas automáticos que responden a impulsos electrónicos que reemplazan a las ruedas y palancas que el operario solía manejar.

Harley Shaiken nos da un ejemplo de cómo funciona la máquina-herramienta de control numérico bajo la dirección del computador central:

"El control de la operación de la máquina-herramienta por medio de una computadora central permite dirigir, asimismo, otras actividades

subsidiarias. En la International Harvester, por ejemplo, las computadoras le dicen a los operarios cuál máquina cargar y cuándo: guían el procesamiento de la parte durante la producción y luego la encaminan rumbo al almacén cuando está terminada. Se han desarrollado sistemas flexibles de fabricación que trasladan una variedad de partes entre máquinas de control numérico de uso general sin la ayuda de los trabajadores." 30

- Robots. Son brazos mecánicos. Por lo general, se encuentran fijos al puesto de trabajo. (Vease Capítulo I "Electrónica").

Con los robots se busca automatizar, aparte de las fases que ofrecen más dificultad en la producción, aquellas tareas donde el operario tiene algún control sobre el ritmo de su trabajo y que a veces son las plazas más deseables en la fábrica.

- Equipos Flexibles o sistemas automáticos. Son capaces de producir un conjunto variado de piezas a partir de una pieza matriz con sólo reprogramar la información almacenada en la computadora; esto es, cuando se requieren cambios de producto, basta con dictar nuevas instrucciones al sistema de control, basado en el microprocesador, para que la computadora, máquina-herramienta de control numérico o robot se adapten a las nuevas tareas.

Los sistemas automáticos flexibles son muy importantes sobre todo en aquellas industrias que funcionan sobre la base del continuo lanzamiento de productos nuevos, donde la competencia influye menos en el costo que en los productos. Se busca obtener una organización flexible, susceptible de adaptarse rápidamente a las variaciones del mercado.

- Programas o Instrucciones. Los resultados del trabajo intelectual, de la ciencia y de la técnica, son materializados en la nueva tecnología automatizada. La calificación obrera así como la habilidad y la destreza que posee, son transferidas a una cinta o programa de instrucciones. De esta manera al introducirse los nuevos datos -tareas llevadas a cabo anteriormente por el trabajador- al computador, la producción de mercancías es realizada de manera automática sin la intervención del operario.

Con el uso de la electrónica no sólo se diseñan los productos a elaborar, se planea la fabricación o se controla la actividad productiva de toda la empresa. Al automatizarse el proceso de producción es posible minimizar la participación y capacidad de decisión por parte del trabajador. Este se limita únicamente a supervisar y vigilar la adecuada marcha de todo el acto productivo. Así mismo, la automatización permite eliminar la presión salarial y sindical basada en la defensa de la cualificación obrera.

A mediados de los años 50 y principios de los 60 se da una importante transformación en el proceso de trabajo capitalista. A la división del trabajo, desarrollada a un nivel mayor por el taylorismo y el fordismo (hiperracionalización), y al uso en gran escala de la maquinaria, se suma la aplicación de la automatización en el proceso productivo como forma acabada, completa y adecuada de la propia gran industria o producción basada en el empleo de la maquinaria. Se racionaliza aún más el proceso productivo, esto es, se controla, simplifica y mecaniza en extremo el trabajo.

La automatización es introducida en el proceso productivo por los capitalistas individuales para salir de la crisis (descenso, estancamiento y/o menor crecimiento de la productividad del trabajo asalariado agudizada durante

los años 70 y principios de los 80) y mantener, a su vez, una posición competitiva favorable que posibilite obtener mayores ganancias.

Un rasgo de la industria moderna es la combinación de tecnología altamente avanzada y automatizada con la permanencia de trabajo manual simple y pesado debido a que, por el momento, es imposible mecanizar ciertos procesos, o bien, a que todavía es más barato emplear a obreros que lo hagan.

Actualmente, la automatización es aún parcial. Se da en pocas ramas o ciertas fases de la producción donde se hallan verdaderamente maduras las condiciones para su aplicación. Ejemplos de empresas que utilizan las computadoras y los sistemas automáticos: petroquímica, telecomunicaciones, producción de energía, química, automotriz, aparatos domésticos, maquinaria eléctrica pesada.

La aplicación de la automatización en el proceso productivo genera los siguientes efectos:

- 1).- Los "tiempos muertos" o improductivos se reducen al máximo gracias al proceso continuo del ritmo de trabajo; esto da como resultado una productividad considerable.
- 2).- Se precisa de un menor número de operarios. Con frecuencia se asigna a los operarios el cuidado de más de una máquina-herramienta de control numérico. Por otra parte, es obvio que con la automatización se tiende a desplazar, aún más, a la fuerza de trabajo del proceso productivo.
- 3).- Aumentan las presiones y exigencias del trabajador provenientes de la velocidad del trabajo por parte de las computadoras, la

maquinaria-herramienta y los robots. Al trabajador le es cada vez más difícil adaptarse al ritmo -y monotonía- que le exige la automatización. Por tanto, la fatiga es aún mayor.

- 4).- Se incrementa el control y sometimiento de los trabajadores a las nuevas máquinas automatizadas; así por ejemplo, en un sistema, cada vez que la computadora avisa que una máquina no está funcionando, se envía al capataz para determinar si el problema se debe al operador o a la máquina. No obstante, el problema de controlar a los trabajadores radica cuando no se les puede sustituir fácilmente o cuando las tareas que llevan a cabo son cruciales para el funcionamiento de la empresa.
- 5).- Se acentúa aún más la división capitalista del trabajo.
- 6).- Se profundiza el proceso de descalificación/recalificación de la fuerza de trabajo.

Por una parte, la máxima cantidad posible de capacidades de trabajo o "secretos profesionales", son sustituidas por la maquinaria automática (descalificación). La automatización expulsa el saber obrero.

"Si las potencias intelectuales de la producción amplían su escala en un lado, ello ocurre porque en otros muchos lados se desvanecen. Lo que

pierden los obreros parciales se concentra, enfrentado a ellos, en el capital." 31

Se exige cada vez menos conocimientos y habilidades al trabajador eliminandose, por tanto, su control sobre las tareas. Así mismo, la electrónica ofrece una reducción en el tiempo de capacitación necesaria para los nuevos operadores. Se tiende a realizar trabajos muy sencillos que sólo necesitan un corto aprendizaje:

Harley Shaiken dice: "Algunos oficios que habían sido vitales para el proceso de diseño, como el de dibujante e incluso plazas recientemente creadas, como la de programador de partes, se eliminan del todo, o bien tienen un papel mucho menor... Con base en una proyección de la parte en la pantalla de video, el ingeniero traza su contorno con un lápiz electrónico, esto automáticamente programa la ruta de la herramienta cortadora en la máquina. Es el medio para reducir la calificación y la experiencia individuales que suelen requerirse para que funcione productivamente un planificador de procesos." 32

Por otra parte, se exige una mayor calificación, así como la creación de nuevas categorías de técnicos y profesionales, da una parte pequeña de la fuerza de trabajo en el polo de origen del cambio tecnológico.

- 7).- Se puede sustituir la fuerza de trabajo calificada, con salarios relativamente altos, por una fuerza de trabajo más numerosa, formada por trabajadores no o poco

31 Marx, Karl: El Capital. Op. cit. pags. 439-40.

32 Shayken, Harley: Computadoras, op. cit. pag. 20

calificados, con salarios relativamente bajos. La automatización ofrece la posibilidad de devaluar la calificación del operario.

Con la descalificación y el consecuente abaratamiento de la fuerza de trabajo, debido a la introducción de la maquinaria automática al aparato productivo, da como resultado lo siguiente:

En el Manifiesto del Partido Comunista, Marx y Engels escriben: "Los intereses y las condiciones de existencia de los proletarios se igualan cada vez más a medida que la máquina va borrando las diferencias en el trabajo y reduce el salario, casi en todas partes, a un nivel igualmente bajo. Como resultado de la creciente competencia de los burgueses entre sí y, de las crisis comerciales que ella ocasiona, los salarios son cada vez más fluctuantes; el constante y acelerado perfeccionamiento de la máquina coloca al obrero en situación cada vez más precaria." 33

Por otra parte, si bien el desarrollo y aplicación de la informática, y con ello la automatización, sólo puede ir en el sentido de aumentar y potenciar las "capacidades" de la propia máquina, en la mayoría de los casos, el uso de los ordenadores, y sobre todo el uso del robot, aún es limitado, por lo que se hace necesario la habilidad, la cualificación y el saber (experiencia) del operario; la calidad del trabajo en algunas ramas o fases de la producción aún dependen de este.

e) Productividad. La tercera revolución tecnológica provoca una onda de innovaciones que afectan a todos los campos de la actividad humana: industria,

33 Marx, Karl y E., F.: El Manifiesto... op. cit. pag. 39.

comercio, servicios, comunicaciones, agricultura, etc. Al contar con una enorme capacidad de acumulación y procesamiento de información, la electrónica conduce a un incremento sin precedentes de la productividad. Aumenta la cantidad y calidad de los bienes producidos con una determinada cantidad de recursos.

En el modo capitalista de producción la necesidad de aumentar la productividad es vital para el capitalista ya que dicha productividad le permite mantenerse en el mercado en un buen nivel competitivo y, a su vez, obtener mejores dividendos, sin importar la caída cada vez mayor de la ocupación. 34

"La productividad creciente del trabajo. El aumento de ésta se manifiesta, pues, en la reducción de la masa de trabajo con respecto a la masa de medios de producción movidos por ella. Esto es, en la disminución de la magnitud del factor subjetivo del proceso laboral comparado con sus factores objetivos." 35

La productividad, aparte de mejorar la competitividad, permite la disminución de costos y precios, reduce los desperdicios de materiales, una menor tasa de productos desechados y tiempos muertos menores; favorece la exportación y participa en el surgimiento de una nueva demanda. Con la productividad, la mercancía creada tiene un valor menor lo que permite, a su vez, reducir el valor del salario significando, por lo tanto, la disminución del valor de la fuerza de trabajo.

Para ilustrar la enorme productividad que se obtiene con el uso de la electrónica, la robótica, los sistemas automáticos y la organización del trabajo (los

34 "Se puede tener perfectamente empresas altamente rentables en un mundo de miseria. Es una imagen que cuesta aceptar en Francia." Afirma Benjamín Coriat, en Brecha No. 1 1986.

35 Marx, Karl: El Capital, op. cit. pags. 772-73.

métodos taylorista y fordista), tomemos el caso de la industria del vestido en Gran Bretaña que nos brinda el investigador Howard Rush:

"Las coordenadas del modelo original (del vestido) son digitalizadas y grabadas en la computadora, la cual ha sido programada con las "reglas internas" de los manufactureros. Un trabajo que anteriormente necesito varios días a un trabajador capacitado es ahora terminado en minutos. Luego los componentes individuales de la prenda de vestir se reducen a escala en una pantalla que será manipulada por el trazador hasta lograr una guía óptima para cortar. Dependiendo de la habilidad del operador y de las características de la prenda, se puede esperar un incremento en la utilización de la tela de entre 1 y 12%." 36

"Tradicionalmente el taller de corte consistía en un grupo de artesanos calificados quienes al seguir las líneas del trazado, cortarían entre 1 y 1 200 capas de tela. La introducción de una máquina-herramienta computarizada con control numérico permite cortar automáticamente hasta 280 capas de tela. Estas telas son cortadas a una velocidad de 20 pulgadas por minuto. El resultado son incrementos de la productividad de más de 250% puesto que es posible ahora cortar 600 trajes de hombre, 200 decenas de camisas, 460 decenas de brasieres, o 2400 pantalones en sólo una hora. A pesar de que el equipo automático es muy caro, no deja de mostrar sus ventajas. Lo que significa dos o tres turnos al día en un sólo local." 37

36 Rush, Howard: Automatización y Vestido: Resumen de los Resultados de la Investigación en Mapa Económico Internacional No. 5 México, CIDE, 1987 pag. 177.
37 Idem. pag. 179.

"Un típico fabricante de faldas que produce manualmente 22 paquetes durante un turno de 8 horas podría cortar 80 paquetes con un cortador de control numérico en el mismo tiempo. Esto se refleja en un incremento enorme en la productividad del orden de 264% e incremento de ventas." 38

Si bien, por el momento, sólo las mayores empresas con altos volúmenes pueden plantearse la adopción de este equipo, las ventajas que ofrece son múltiples, por ejemplo, la combinación de tareas antes distintas y habitualmente dentro del ensamblaje de partes pequeñas pueden ser llevadas a cabo de manera más completa, de un sólo golpe, obteniéndose enormes incrementos en la productividad y, por tanto, ahorro en el tiempo de operación; se reduce el desperdicio de la tela debido a su mayor utilización reduciendo, a su vez costos de costura; el equipo puede ser ajustado de manera inmediata a los rápidos cambios en el estilo, moda y temporada; se pueden dejar de lado las plantas más viejas y obsoletas cuya productividad es mucho menor; se mejora la calidad del trabajo y sobre todo, y en beneficio del capitalista, se reducen costos de producción con la eliminación considerable de fuerza de trabajo ante el aumento en el grado de introducción de equipo automático:

Así tenemos que "para el Reino Unido, se calculó que en el periodo 1954-1982, se perdió casi tres veces el número de empleos (en la industria del vestido) como resultado de los incrementos en la productividad en comparación con los que se perdieron por razones comerciales." 39

38 Rush, Howard; Soete, Luc: Vestido en "Industrias Nuevas y Extranjeras de Desarrollo en A. L. México CIDE, 1986. pag. 88.

39 Rush, Howard: Automatización... cp. cit. pag. 177.

Siguiendo con los ejemplos, Jean Paul Jeandon y Robert Zarader nos proporcionan datos de la productividad alcanzada con equipo automático en la industria metalúrgica, en la fabricación de láminas, estampados y en los talleres para las telecomunicaciones francesas:

"En el plano microeconómico, las unidades de producción automatizada de tubos en metalurgia permiten multiplicar la productividad por cuatro; la productividad de las operaciones de recocido en la fabricación de láminas delgadas aumenta en 300%; la utilización de la concepción monitoreada por la computadora en las oficinas de estudios aeronáuticos multiplica por diez la productividad para los dibujos complejos y por tres para los dibujos sencillos; algunos robots de estampados permitan incrementos del 30% en la productividad... La productividad del taller de las telecomunicaciones francesas se multiplicó por un factor comprendido entre 15 y 20 cuando se pasa de las máquinas ordinarias a las máquinas automáticas; a escala de fábrica, el aumento es del orden de 500%." 40

Por lo que se refiere a la industria automotriz, con la implantación de la cadena de montaje se obtuvieron los siguientes resultados de productividad en 1914:

Durante la demanda del Modelo T "En enero de 1914 con la inauguración de la primera cadena sin fin para el ensamblaje final de la planta Ford de Highland Park. En los siguientes tres meses, el tiempo en ensamblaje del Modelo T había sido reducido a una décima parte del tiempo que se necesitaba antes y para 1925 había sido creada una organización que producía

40 Jeandon, Jean Paul; Zarader, Robert: Automatización y Empleo: Por un verdadero debate al rededor de los verdaderos problemas, en "Contextos" No. 14 año 1 21/X/63.

casi tantos carros en un sólo día como los que habían sido producidos, al principio de la historia del Modelo T, en un año entero.

En este caso, el incremento de la tasa de producción dependió no sólo de los cambios en la organización del trabajo sino del control que la gerencia logró, de un sólo golpe, sobre el ritmo de ensamblaje, en forma tal que ahora podía doblar o triplicar la tasa a la que las operaciones debían ser ejecutadas y así someter a sus obreros a una intensidad extraordinaria de trabajo... En esta forma las nuevas condiciones de empleo que iban a convertirse en características de la industria del automóvil, y luego de un creciente número de otras industrias, fueron primero en la Ford Motor Company. Los oficios cedieron el paso a repetidas operaciones de detalle y las tasas de salarios adquirieron niveles uniformes." 40bis

Para resumir, tomamos prestadas las palabras de Ernest Mandel en las que afirma que:

"En el empleo del maquinismo es donde el capital industrial encuentra su razón de ser y la fuente esencial de aumento de la plusvalía. El capitalismo no introduce nuevas máquinas con objeto de incrementar la productividad del trabajo humano; tal incremento no es más que un resultado accesorio de los objetivos que persigue. El capitalismo introduce esas máquinas para reducir sus costos, para vender más barato y vencer a sus competidores. Pero sólo le es posible reducir los costos con ayuda de las máquinas si los precios de estas máquinas son inferiores a los salarios de los obreros que la máquina sustituye... Para ser comprada por una empresa capitalista, una máquina debe a la vez economizar trabajo humano y

producir ganancias... Una máquina que economiza salarios empuja a los productores fuera de la producción." 41

f) PROLONGACION E INTENSIDAD DE LA JORNADA LABORAL.

En relación a la prolongación e intensidad de la jornada de trabajo impulsadas por el uso capitalista de la maquinaria. Marx comenta:

"¡Las contradicciones y antagonismos inseparables del empleo capitalista de la maquinaria no existen, ya que no provienen de la maquinaria misma, sino de su utilización capitalista! Por tanto, como considerada en sí la maquinaria abrevia el tiempo de trabajo, mientras que utilizada por los capitalistas lo prolonga; como en sí facilita el trabajo, pero empleada por los capitalistas aumenta su intensidad; como en sí es una victoria del hombre sobre las fuerzas de la naturaleza, pero empleada por los capitalistas impone al hombre el yugo de las fuerzas naturales; como en sí aumenta la riqueza del productor, pero cuando la emplean los capitalistas lo pauperiza, etc." A

De entre los múltiples objetivos del capital se encuentra -como ya se analizó anteriormente- se encuentra el de obtener a cada momento una productividad cada vez mayor. Esto lo logra mediante la introducción de maquinaria -convencional y automatizada-, la división del trabajo y la aplicación de métodos de Organización Científica del Trabajo (taylorismo y fordismo) al proceso productivo.

41 Mandel, Ernest: Tratado de Economía Marxista. Tomo I 4a. Edición México. Ediciones Era, 1974 pag. 127.
A Karl, Marx: El Capital, op. cit. pp. 537-8

El uso de estos implementos hace que el obrero produzca una cantidad cada vez mayor de mercancías, con un valor unitario menor, en el mismo tiempo. Esto se debe a que el proceso de producción va perdiendo porocidad o "tiempos muertos" de no producción y se van creando ritmos de trabajo que implican cada vez más un constante producir (condensación del tiempo de trabajo); esto es, se llena de trabajo cada fracción de tiempo.

Estos incrementos en la productividad tienen su base tanto en la prolongación de la jornada laboral como en la intensidad del trabajo, es decir, en la forma en como se consume o explota a la fuerza de trabajo en su actividad productiva diaria.

La prolongación de la jornada laboral implica un incremento de tiempo de trabajo excedente y, por tanto, del trabajo no remunerado, no pagado. Al prolongarse la jornada laboral, el trabajador permanece más tiempo consumiendo para el capitalista su fuerza de trabajo, lo que le provoca un desgaste redoblado de energía.

"La maquinaria (al igual que los demás elementos productivos) debe abaratar las mercancías y reducir la parte de la jornada laboral que el obrero necesita para sí prolongando, de esta suerte, la otra parte de la jornada de trabajo, la que el obrero cede gratuitamente al capitalista. Es un medio para la producción de plusvalor." B

Con la intensificación, al igual que en la prolongación del trabajo, se incrementa (debido a la aceleración del ritmo de trabajo) el desgaste de la fuerza de trabajo debido al mayor esfuerzo físico, psíquico y nervioso y se da la desvalorización de la fuerza de trabajo al abaratare las mercancías que entran en su reproducción y

al perder calificación con la introducción de la división del trabajo, los métodos de organización de la producción o la maquinaria, según sea el caso.

Según Marx, "la economización de trabajo mediante el desarrollo de la fuerza productiva de trabajo de ningún modo tiene por objeto, en la economía capitalista, la reducción de la jornada laboral. Se propone, tan sólo, reducir el tiempo de trabajo necesario para la producción de determinada cantidad de mercancías. El hecho de que el obrero, habiéndose acrecentado la fuerza productiva de su trabajo, produzca por ejemplo en una hora diez veces más mercancías que antes, o sea necesite para cada pieza de mercancía diez veces menos tiempo de trabajo que antes, en modo alguno impide que se le haga trabajar 12 horas, como siempre, y que en las 12 horas deba producir 1 200 piezas en vez de las 120 de antes." C

En otro pasaje de su obra dice Marx: "El capital mismo es la contradicción en proceso (por el hecho de) que tiende a reducir a un mínimo el tiempo de trabajo, mientras que por otra parte pone el tiempo de trabajo como única medida y fuente de la riqueza. Disminuye, pues, el tiempo de trabajo en la forma de tiempo de trabajo necesario para aumentarlo en la forma de trabajo excedente." D

En consecuencia, con la prolongación e intensidad de la jornada de trabajo se logra, a la par las siguientes ventajas:

C Karl. Marx: El Capital... op. cit. pp 389

D Karl. Marx: Fragmento sobre las máquinas en "Progreso Técnico y Desarrollo Capitalista" (Manuscritos 1861-1863) México, Siglo XXI, 1982. pag. 227.

- Se optimiza el uso del capital mediante la implantación de tres turnos dentro de las plantas industriales, el tercero se puede llevar a cabo sin supervisión y de manera automática. El costo elevado del equipo se compensa con la utilización de la fuerza de trabajo dentro de la empresa a través de jornadas ininterrumpidas todo el día y semanas de trabajo de siete días, principalmente en el tercer mundo (vease el apartado: "Los nuevos países industrializados" capítulo III).

- La reducción de la fuerza de trabajo dentro de la empresa se compensa con el aumento proporcional en el grado de explotación a que está sometida la fuerza de trabajo, esto es, mediante la prolongación en intensidad de la jornada laboral. Incluso en ausencia de una tecnología de punta dentro de la empresa se pueden lograr ganancias considerables:

"En la posguerra, la rentabilidad del capital, mientras que los Estados Unidos podían obtener ganancias extraordinarias sobre la base de una tecnología superior, en Europa y en Japón los salarios eran relativamente bajos y la intensidad del trabajo elevada, de manera que también allí existían condiciones favorables para realizar ganancias." E

- Se tiene la idea de que con la introducción de las nuevas tecnologías al proceso productivo la jornada de trabajo se reduce en beneficio del trabajador, sin embargo, los hechos demuestran lo contrario. Así, por ejemplo, en la industria automovilística norteamericana se tienen los siguientes resultados:

E Alvater, Elmar: Implicaciones sociales del cambio tecnológico en "Cuadernos políticos" No. 32 México, Ediciones Era, 1982, pag. 10.

"La verdad es que el obrero industrial en Estados Unidos hace un número de horas increíblemente elavado. El horario semanal medio de los obreros de la ord de River Rouge en las afueras de Detroit (30 000 personas) es de 58 horas (1979). En General Motors de Lord Stown, jornadas de 10 horas; 6 días a la semana. Las horas extras son, por una parte, obligatorias e inscritas en el convenio colectivo firmado por el sindicato." F

- La existencia del ejército industrial de reserva le permita al capitalista la posibilidad de prolongar e intensificar la jornada de trabajo -más aún con la introducción de las tecnologías- agravando, a su vez, los salarios que obtienen los obreros ocupados:

"El trabajo excesivo de la parte ocupada de la clase obrera engruesa las filas de su reserva, y, a la inversa, la presión redoblada que esta última, con su competencia, ejerce sobre el sector ocupado de la clase obrera, obliga a este a trabajar excesivamente y a someterse a los sindicatos del capital. La condena de una parte de la clase obrera el ocio forzoso mediante el exceso de trabajo impuesto a la otra parte, y viceversa se convierte en medio de enriquecimiento del capitalista singular y, a la vez acelera la producción del ejército industrial de reserva en una escla acorde con el progreso de la acumulación social." G

g) LA DESCALIFICACION DEL TRABAJADOR.

F Debouzy, Marianne: Los sindicatos americanos frente a la invasión tecnológica en "Transición" No. 29 año IV febrero México, 1981, pag. 38.
G Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 792.

Dentro del proceso productivo, el capitalista busca, de manera permanente y por todos los medios, quebrantar el poder y la autonomía del obrero, individual y colectivo, en la empresa puesto que dicho poder se convierte en un obstáculo para la acumulación de capital.

El poder de los trabajadores se basa principalmente en el control que impone en el ritmo de trabajo gracias a su habilidad, destreza y conocimiento, es decir, a la calificación y experiencia adquiridas. La posesión de su calificación u oficio le da la posibilidad de "regatear" elevadas tarifas salariales apoyandose, a su vez, en la eficacia de su sindicato.

Entre los medios que utiliza el capital para vencer la resistencia que los obreros oponen -y aumentar su propia autoridad- se encuentra la tecnología, la ciencia y la organización del trabajo.

"Sólo la producción capitalista -dice Marx- transforma el proceso productivo material en aplicación de la ciencia (y la tecnología) a la producción - en ciencia puesta en práctica, pero sólo sometiendo el trabajo al capital y reprimiendo el propio desarrollo intelectual y profesional." 42

La ciencia, la tecnología y la organización científica del proceso de trabajo le permite al capitalista, aparte de romper la especialización del trabajador y las pretensiones basadas en ella, someterlo al despotismo y a la disciplina militar o bien, lanzarlo a la calle cuando ya no le es necesario para valorizar su capital.

De esta manera, el capitalista refuerza su autoridad y control sobre el trabajador calificado, estrecha el control gerencial sobre el proceso de trabajo e impone sus propios ritmos y normas a la producción, dominando casi

42 Marx, Karl: Capital y tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863) México, Editorial Terra Nova, 1980, pag. 164.

por completo el proceso productivo. Se da la apropiación del trabajo por el capital.

Con la descalificación del trabajador se minimiza su participación en el proceso de trabajo. El trabajo calificado es sustituido por trabajo simple. Ahora el capitalista ya no depende del esfuerzo físico ni del conocimiento y la destreza del obrero. El trabajador descalificado es llevado a ocupar puestos en los que se requiere menos calificación, destreza y movilidad. Con la descalificación se devalúa o abarata la fuerza de trabajo. Esta depreciación del trabajo reduce costos de fabricación.

"Hay depreciación de la fuerza de trabajo cuando, por medio de la mecanización v/o de la división del trabajo se modifica el proceso de trabajo de tal manera que los obreros ocupados en el nuevo proceso de trabajo sólo pueden 'convertir' el valor de uso de su fuerza -aunque ésta no esté modificada- a una tasa de salario menor. Todo esto proviene de que, en el consumo productivo de la fuerza de trabajo, se pasa de las aptitudes que están socialmente reconocidas (en la cualificación) a otras aptitudes que no lo están.

Por extensión, se hablará también de depreciación siempre que ciertas categorías de trabajadores no pueden 'hacer valer' en su 'cualificación' y, por tanto, en su salario unos conocimientos o aptitudes de su fuerza de trabajo adquiridas y efectivamente aplicadas y consumidas." 43

Por otra parte, la descalificación atrae al mercado de trabajo a diversos sectores carentes de experiencia, aptitudes o habilidades y, sobre todo, no organizados.

43 Coriat, Benjamin: El taller y el cronómetro México, siglo XXI editores, 1985, pag. 118.

El trabajador descalificado pasa a ocupar un papel apendicular con respecto a la máquina. Sin embargo, cuando económicamente no es posible ejecutar las tareas fragmentadas mediante máquinas (el caso de la manufactura o el taylorismo), el uso de una mano de obra barata y relativamente poco cualificada permite un mejor aprovechamiento del capital. Una fuerza de trabajo descalificada, devaluada y desgastada le posibilita al capitalista reponerla en cualquier momento en caso necesario.

Durante el periodo de la cooperación y la manufactura el oficio o el trabajo calificado era la unidad básica del proceso de trabajo capitalista. Más tarde, en base al oficio se construirá la capacidad de resistencia y fuerza sindical frente al capital.

El oficio, sus elevados salarios, la fuerza sindical del trabajador y sus condiciones laborales impuestas aparecerán -y aparecen- como un obstáculo frente a la necesidad creciente de la acumulación de capital. Por tanto, el capitalista buscará por todos los medios quebrantar el poder obrero basado en el oficio.

Para quebrar la especialización del trabajador, el capitalista se apoyará, primeramente, en el uso de la maquinaria y, posteriormente, en la ciencia, la tecnología y la organización científica del trabajo. Con estos elementos a su disposición el obrero calificado pasa a ser un trabajador que realiza tareas simples de destreza y vigilancia en condición de subordinado y bajo el control del capital.

Con la introducción de las nuevas tecnologías al proceso productivo el capitalista aún necesita del trabajador calificado ya sea para el mantenimiento, reparación y manejo de dicha tecnología, ya para concebir los planos de diseño en diversas industrias que dependen del conocimiento y experiencia del trabajador especializado.

Sin embargo, con los avances sobre todo en la electrónica y en la automatización, actualmente el conocimiento y experiencia propios del trabajador calificado pueden ser almacenados, mediante instrucciones o programas, en la memoria de un ordenador y ser transmitidos a una máquina-herramienta de control numérico, dejando en situación de apéndice al trabajador despojado de su conocimiento bajo el dominio del capital.

"El trabajo más o menos especializado -dice Ure- es generalmente el elemento más caro de la producción... Ahora bien en la fábrica automatizada... El trabajo especializado puede ser suprimido progresivamente y también ser suplantado por simples vigilantes de máquina." 43bis

El ordenador supervisa y realiza el trabajo llevado a cabo antes por el trabajador especializado minimizando, así, la participación y capacidad de decisión en la operación productiva de este último. De esta manera, tanto la electrónica como la automatización, principalmente, tienden a proletarizar a los técnicos, oficiales y profesionistas contratados por el capital.

Ejemplo de esto lo podemos encontrar en la industria automotriz:

"En la Régie Renault: de 55 000 obrero, 35 000 están empleados en una tarea repetitiva (hay que recordar que las tareas repetitivas se presentan fácilmente para su automatización), parcelizada, 15 000 trabajan en la cadena.

Desde la implantación del taylorismo en la Régie Renault (hacia los años 1910), el aumento de la producción y de la productividad se ha traducido por

una descualificación progresiva de los obreros: 1913-66% de profesionales; 1975-25% de profesionales... Se da la supresión de los niveles intermedios como agentes técnicos, prototipistas, para quedarse con los ingenieros y empleados." 43A

H) La Introducción de la Ciencia y la Tecnología al Proceso Productivo y el Stress.

La introducción de las nuevas tecnologías (los ordenadores, los sistemas automáticos y los robots) al proceso productivo aunado a la aplicación de métodos de organización -o administración- científica del trabajo (fordismo y taylorismo) y la prolongación e intensidad de la jornada laboral, provoca en el trabajador una fatiga física y nerviosa extrema.

"El trabajo agrede de la manera más intensa el sistema nervioso, y a la vez reprime el juego multilateral de los músculos y confisca toda actividad libre, física e intelectual, del obrero. Hasta el hecho de que el trabajo sea más fácil se convierte en medio de tortura, puesto que la máquina no libera del trabajo al obrero, sino de contenido a su trabajo." 43B

Todos los elementos productivos a disposición del capitalista causan efectos graves en el trabajador:

- Exigen cada vez más resistencia física y nerviosa; destreza, atención y movilidad, en el mismo tiempo (condensación de la jornada laboral) debido a la prolongación e intensidad de la jornada laboral.

43A Federación General de la Metalurgia: Obreros, técnicos, ingenieros, ante la evolución tecnológica en "CFDT Los Costes del progreso. Los trabajadores ante el cambio técnico". Madrid, Editorial Blume, 1978, pags. 256, 263.
43B Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 515-516.

Por si fuera poco, tiene que realizar el trabajo de los desplazados. Esto provoca que el tiempo de vida del trabajador se acorte.

- Pierde todo atractivo e interés por el trabajo. Esto se debe a que las tareas que realiza son simples, monótonas, aburridas, rutinarias, fastidiosas, que niegan todo estímulo a su inteligencia. Esta falta de interés por lo general va acompañada por un fuerte resentimiento, particularmente cuando se mezcla con fuertes sentimientos personales respecto de la importancia del oficio (descalificación).

- La falta de sentido e interés, el pésimo ambiente y la aversión al trabajo, la presión del tiempo y el control sobre las operaciones repetitivas y parceladas, los turnos alternados, la supervisión (control-vigilancia) de los capataces y la imposibilidad de los contactos interpersonales, así como las relaciones humanas desagradables dentro del proceso de trabajo, generan en el trabajador una sensación de vacío y soledad extremas.

- La pérdida de la calificación obliga al trabajador a enfrentar reducciones e los salarios.

- Por si no fuera suficiente, la introducción de nueva y mejor tecnología (maquinaria, sobre todo) sugiere la desaparición de empleos, generando en el trabajador empleado una ansiedad debido a la posibilidad de ser despedido en cualquier momento (inseguridad o inestabilidad en el empleo, esto es, temor a perder el trabajo).

Por tanto, el obrero se enfrenta a una tensión (stress), de manera constante que se incrementa cada vez más.

Magdalena Echeverría define a la tensión o el stress como: "un estado de excitación continua producto de situaciones que plantean desafíos para los cuales el individuo no está o no se siente capacitado o seguro de poder responder. Se asocian a este estado un conjunto de

cambios físicos y psíquicos que alteran el funcionamiento normal del organismo." 44

Los elevados niveles de stress provoca, en primer término, la disminución del tiempo total de vida útil del trabajador. El mayor desgaste, aunado a la tensión de la fuerza de trabajo, afecta el valor diario de la misma. Necesita no sólo un salario superior al que recibe sino también mayor número de horas de descanso y reposo lo que implicaría una disminución de la jornada de trabajo y de la intensidad del mismo.

A pesar de que exista un incremento salarial considerable que haga posible la obtención de más alimento, mejor vestido y habitación, esto no compensa el deterioro físico y psíquico del trabajador.

En segundo término, la tensión y la posición que debe mantener el trabajador al realizar su actividad es objeto de múltiples problemas que afectan a su condición física y emocional. Aparecen malestares tales como la neurosis (trastorno funcional del sistema nervioso), dorsalgias (dolor de espalda) y lumbalgias (dolor de cadera y cintura), várices (dilatación permanente de una vena por la acumulación de sangre en su cavidad), parálisis facial, conjuntivitis (inflamación de la membrana mucosa que tapiza interiormente los párpados), dermatitis (enfermedad de la piel), cefaleas tensionales (dolor de cabeza), colitis (inflamación del intestino colon), hipertensión arterial (tensión excesivamente elevada de la sangre en las arterias), artritis (inflamación de una articulación), artropofagias, así como trastornos del sueño, la libido y la potencia sexual, afectando la vida afectiva, matrimonial y familiar del trabajador. Se eleva, por otra parte, el número

44 Echeverría, Magdalena: El problema de la salud en DINA en "Cuadernos Políticos" No. 26 oct-dic México, Editorial Era, 1980 pag. 86.

de consultas y el consumo de psicotrópicos, los sedantes y tranquilizantes como Diazepam, Ludiomil, Evadine, etc. 45

El uso de ordenadores afecta no sólo al trabajador no calificado. También los trabajadores calificados utilizan constantemente el computador se ven expuestos a malestares similares. Las prolongadas labores frente a terminales de computador o monitores técnico ocasionan fatiga ocular, tensión, dolores de cabeza y espalda, procesos de inflamación cutánea, malestares provocados por la posición ante la pantalla, el brillo, la explosión de tubos electrónicos, las radiaciones, la luz y la escases de espacio. 46

"Una comisión especial escogida por la Secretaria de Salubridad, Educación y Bienestar preparó un informe bajo el título El Trabajo en Norteamérica en el que encontró que 'un significativo número de obreros norteamericanos no están satisfechos con la calidad de sus vidas laborales':

Como resultado de ello la productividad del trabajador es baja, cosa que puede medirse por el ausentismo, huelgas locas, sabotajes, baja calidad de los productos, y una reluctancia de los obreros a empeñarse a fondo en sus tareas laborales. Además, crecientes elementos de investigación indican que conforme aumentan los problemas laborales, puede haber una consiguiente declinación de la salud física y mental, de la estabilidad de la familia, de la cohesión y participación de la comunidad y de las actitudes sociopolíticas 'balanceadas', mientras que al mismo tiempo hay un aumento de la adicción a las drogas y al alcohol, la agresividad y la delincuencia.

45 Idem. pag. 78.

46 Tridente, Alberto: Robots, ... op. cit. pag. 38.

Aquí encontramos los lamentos de los obreros (trabajadores de cuello azul) ligados a sus insatisfacciones en el trabajo, en la misma forma en que lo está el mal humor de los trabajadores de cuello blanco y el creciente descontento entre los ejecutivos. Muchos trabajadores a diferentes niveles ocupacionales, se sienten encerrados, con su movilidad bloqueada, sin ninguna posibilidad de ascender en sus empleos, sin ningún estímulo, en sus tareas." 47

La fatiga a la que está expuesto el trabajador es fuente de graves accidentes. A medida que aumenta la productividad en la empresa aumenta el nivel de tensión y por lo tanto la fatiga, presentándose un aumento en el riesgo de accidentes:

"Gran cantidad de accidentes se deben al ahinco de los obreros por ejecutar rápidamente su trabajo. Debe recordarse que para el fabricante es de máxima importancia que su maquinaria esté ininterrumpidamente en movimiento." 48

El uso de nuevas tecnologías exige en el trabajador una mayor concentración en su actividad privándolo de movimiento o libertad de desplazamiento, incrementa la monotonía y el fastidio por la actividad que realiza:

"Una muy controvertida huelga en enero de 1972, en la planta de la General Motors en Lordstown, Ohio, dio al mundo una idea de las condiciones en esta planta la más avanzada y automatizada' en la industria, planta que la misma General Motors consideraba como piloto para el futuro.

47 Braverman, Harry: El Capital Monopol... op. cit. pag. 46-7.

48 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 509.

A la velocidad para la cual fue diseñada, la línea de ensamblaje en dicha planta de Lordstown produce 100 autos Vega por hora, dando a cada obrero 36 segundos para terminar su trabajo en cada carro y estar listos para el siguiente vehículo. El tema en discusión era un aumento en el ritmo de las operaciones establecido en el anterior mes de octubre. 'Lo que la compañía está descubriendo es que los obreros no sólo quieren regresar a los ritmos de antes de octubre, sino que muchos sienten que la industria tiene que hacer algo para cambiar la naturaleza repetitiva aburrida del trabajo en las líneas de ensamblaje o seguirá teniendo paros en la planta.' (New York Times, febrero 3 de 1972).

El informe de la comisión especial intenta un resumen de las tendencias en las oficinas, bajo los siguientes comentarios:

La industria automotriz es el locus classicus del trabajo insatisfecho: la línea de ensambleje es su personificación quinta escenciada. Pero lo que es impresionante es el grado en que la insatisfacción del obrero de la línea de ensamblaje se ve reflejado en trabajadores de cuello blanco (oficinistas) incluso en empleados con posiciones directivas. Hoy en día la oficina, donde el trabajo es segmentado y autoritario, es a menudo una fábrica. Para un creciente número de empleados es muy poco lo que los distingue excepto el color del cuello que viste el obrero: las operaciones claves de computación y las encuestas típicas tienen mucho en común con las líneas de ensamblaje de la industria automotriz. (Special Task Force, Work In America, PP. 38-40). 49

Todo lo anteriormente mencionado provoca el ~~desgaste~~ físico-nervioso lo que ocasiona la aparición de un mayor número de accidentes:

"En las industrias donde el trabajo estaba fragmentado y cronometrado, organizado de acuerdo con los principios de la administración científica, se registraron altos índices de accidentes a pesar de contar con medidas de seguridad industrial, en cambio, en establecimientos donde la organización del trabajo se acercaba más al tipo artesanal, en la que el trabajador participa activamente en el proceso total de transformación del objeto de trabajo, los índices de accidentes eran menores. Asimismo, los trabajadores de procesos poco fragmentados se observaron más vitales, independientes, creativos, y también más identificados con su trabajo que aquellos de procesos industriales muy fragmentados. Para estos últimos, el accidente es muchas veces la única forma de escapar de las condiciones intolerables de trabajo a las que están sometidos." 50

i) Respuesta Obrera.

Ante los elementos integrantes del proceso productivo capitalista hostiles al trabajador, se gestan formas de oposición y resistencia. Respuestas que van contra el control gerencial, los altos índices de accidentes, los cambios en la tecnología de producción y la organización del trabajo nefasta y desagradable, los bajos salarios y la pérdida de la cualificación.

50 De La Cerda, G. José; Orozco, Carlos Enrique: La Investigación Sobre Tecnología y Organización del Trabajo en México en "Ciencia y Desarrollo" No. 64 sep-oct Año XI Rev. Trimestral México. CONACYT, 1985 pag. 40.

Estas formas de oposición van desde el ausentismo, el sabotaje -expresado en la "falta de cuidado" en la producción y por tanto en el crecimiento de los "defectos de fabricación" y de los "desperdicios"-, el tortuismo, hasta la creación de sindicatos fuertes que luchan por mejores condiciones laborales y un mayor control sobre las nuevas tecnologías que son introducidas con más frecuencia en la empresa, o bien, la huelga como recurso final.

AUSENTISMO. Las ausencias son motivadas por diversas causas "que van desde una hora para ir al doctor o al dentista, las vacaciones individuales, el tiempo para estudiar, hasta unas cuantas semanas de enfermedad, (y) se concentran generalmente en torno a las navidades, la ascensión y después de las vacaciones colectivas, en los periodos de gripe...ante una epidemia de gripe, en tales circunstancias, puede detenerse la totalidad de la fabricación." Los accidentes de trabajo se incluyen también en las causas de ausentismo. 51

Como podrá notarse, el ausentismo genera múltiples problemas a la empresa sobre todo cuando se trata de asegurar la continuidad de la producción.

Para el trabajador cualquier pretexto es bueno para escapar del trabajo agotador, insoportable y monótono que le impone la empresa. Incluso, ante la repulsa por el tipo de trabajo que se debe realizar, "algunos obreros abandonan sus puestos a mitad de la jornada sin ir a recoger siquiera su paga."52. Esto genera una pérdida suplementaria que proviene de que hay que reemplazar al trabajador precisamente cuando adquiere la rapidez o la habilidad esperadas de él.

Para cubrir estos puestos abandonados, la empresa debe contar con 'sustitutos' que sepan ocupar puestos de

51 Coriat, Benjamin: El Taller... op. cit. pag. 128.

52 Idem. pag. 128.

trabajo 'polivalentes'. lo que contribuye a encarecer el costo del abstencionismo.

"Las plantas de automóviles, especialmente sus líneas de ensamblaje, fueron citadas como ejemplo principal, como testigos en este informe de 1970 en la revista Fortune:

Para la administración patronal, la verdadera y desconsoladora evidencia sobre las nuevas actitudes del trabajador se encuentra en el desempeño del trabajo. El ausentismo se ha incrementado netamente; en efecto se ha doblado en los últimos 10 años en la General Motors y en la Ford, con la elevación más alta el año pasado. Ha alcanzado el punto en que un promedio del 5% de los trabajadores por ahora de la General Motors diariamente faltan al trabajo sin explicación...en ciertos días, sobre todo los viernes y lunes, la cifra llega al 10%. Los retardos han aumentado haciendo aún más difícil al arranque rápido de las líneas de producción cuando comienza un movimiento. después de que el capataz ha revuelto cielo y tierra para reemplazar a los obreros faltantes. Se han incrementado las quejas acerca de la calidad. Hay más discusiones con los capataces, más quejas sobre la disciplina y el sobretiempo, más requerimientos. Hay más avandono y la tasa de éste alcanzó el año pasado en la Ford fue del 25.2%. Algunos obreros en las líneas de ensamblaje se han comportado en tal forma -según reportan los gerentes con asombro- que simplemente se van a mitad de la cadena en movimiento y no regresan ni siquiera por la paga del tiempo que trabajaron. (Judson Gooding, "Blue-Collar on the Assembly Line", Fortune, julio de 1970, p. 70).

En la planta de la avenida Jefferson de la compañía Chrysler, en Detroit, fue reportada una tasa

promedio diaria de ausentismo del 6% a mediados de 1971, y un promedio anual de abandono de casi 30%. En sus negociaciones de 1970 con el sindicato, la Chrysler informó que durante 1969 casi la mitad de sus obreros no completaron sus primeros 90 días en su trabajo. En ese mismo año, la planta de ensamblaje de la Ford en Wixom, las afueras de Detroit, tuvo un 8% de tasa de abandono cada mes y necesitó contratar a 4 800 nuevos obreros para poder mantener una fuerza de trabajo de 5 000. Para la industria automotriz en su conjunto, la tasa de ausentismo, se dobló en la segunda mitad de los años 60 y la tasa de abandono se dobló también para el mismo periodo. (Wall Street Journal, julio 16 de 1971; New York Times, abril 2 de 1972).

Por ejemplo, un informe de Roma dice que la Fiat, el más grande patrón privado de Italia con más de 180 000 trabajadores, de los cuales 147 000 son obreros de fábrica, tuvo 21 000 empleados que faltaron un lunes y un porcentaje diario de ausentismo de 14 000. Una asociación patronal italiana informó que a lo largo de la economía del país se ausentaron diariamente del trabajo cuando menos 800 000 obreros de un total de casi 20 millones. Esto fue atribuido al 'creciente disgusto de la gente joven con la disciplina de las líneas de ensamblaje y el reciente flujo en las fábricas del norte de italianos del sur y faltos de entrenamiento.' (New York Times, agosto 23 de 1972)." 53

SABOTAJE. Se puede llevar a efecto de diferentes formas. Así, por ejemplo, en ciertos puestos de trabajo se puede dejar que un trabajo inacabado siga a lo largo de la línea sin ser descubierto el defecto hasta que el producto está en manos del consumidor. O bien, cuando los obreros se sienten hostigados, ya sea por el supervisor o por la gerencia, a menudo producen las partes exactamente 'conforme

53 Braverman, Harry: El Capital Monopol... op. cit. pag. 158.

al plano'. Esta 'negativa a rediseñar' a veces se considera más perjudicial que una huelga; durante la huelga se detiene la producción, mientras que el 'trabajo conforme a regla' puede llegar a producir montañas de desechos. Se puede alterar también el funcionamiento de la maquinaria que se utiliza. Harley Shayken nos da un ejemplo de lo que un operario puede hacer para sabotear la producción y, a su vez, hacer más tolerable el trabajo, en un taller de la industria automotriz:

En el taller "el operario hacía funcionar la máquina a un 60% de su capacidad programada: había quitado el marcador y lo había recalibrado a 100% en caso de que alguien pasara cerca. La falta de partes era evidente al final de la jornada, pero la gerencia tuvo dificultades para establecer la causa." 54

Los variados y frecuentes sabotajes dan origen a costos y gastos suplementarios para la empresa. Para hacerles frente, la empresa se ve en la necesidad de sobrecargar sus aparatos de vigilancia y control. Rápidamente se desarrollan categorías nuevas de "controladores", "retocadores", "reparadores" y "revisores".

MAYOR PARTICIPACION SINDICAL. La introducción de las nuevas tecnologías, la cada vez mayor racionalización de la producción, exige al sindicalismo la creación de una nueva estrategia en las negociaciones y el control de dichas tecnologías dentro de la empresa.

Actualmente, los sindicatos -ante la introducción de las nuevas tecnologías- exigen la reducción de la jornada laboral y el aumento de turnos regulando y redistribuyendo el trabajo, sin afectar en lo más mínimo los salarios; la reducción de la edad laboral, así como vacaciones y

54 Shayken, Harley: Computadoras... op. cit. pag. 31.

jubilaciones anticipadas; la creación de programas de capacitación, adiestramiento y reeducación que permita al trabajador conocer, comprender y manejar las nuevas máquinas computarizadas, los nuevos métodos y técnicas del puesto de trabajo y facilitar la adaptación del trabajador a los cambios en el diseño y organización del trabajo. O bien, la aplicación de estos programas para el caso de una posible transferencia de empleo, o de trabajadores desplazados con vía a su reubicación. Aunado a esto, la aplicación del subsidio del desempleo.

Por otra parte, el sindicato lucha por una mayor participación en las decisiones de la empresa con respecto a las condiciones en que se introduce la nueva tecnología y sobre la organización del trabajo, de manera que no afecte a sus intereses, mediante acuerdos y convenios precisando las normas y especificaciones de los materiales introducidos, las tareas, la organización del trabajo, el tiempo máximo laboral, etc.

Casos de acuerdos sindicales los tenemos, por ejemplo, con la industria automotriz Ford, en Estados Unidos; el Sindicato de Trabajadores del Hierro y el Metal, en Noruega y el Sindicato de NATSOPA, en Inglaterra:

En la industria automotriz "Ford ha aceptado un cierto número de proposiciones relativas a la introducción de las nuevas tecnologías, por ejemplo, la creación de un Comité Nacional para el Progreso Tecnológico al que pertenecerán cinco representantes de Ford y cinco representantes de la VAM. Organizan también programas especializados de formación para los trabajadores y se reconoce a los obreros calificados; proporcionan con anterioridad las informaciones relativas a los planes de automatización." 55

"En Noruega, El Sindicato de Trabajadores del Hierro y el Metal a firmado un importante acuerdo nacional en que se estipulan los derechos de los trabajadores respecto a la tecnología basada en computadora. El acuerdo establece que 'es importante que tales sistemas pasados en computadoras se evalúen desde el punto de vista social además del técnico y económico, de manera que todos estos factores puedan tomarse en cuenta para el desarrollo, la introducción y el uso de tales sistemas'. En consecuencia, los trabajadores tienen derecho a toda la información pertinente sobre nuevos sistemas con antelación suficiente para que participen en las decisiones que determinan como se ha de desarrollar y usar la tecnología. Por añadidura, los trabajadores eligen a un delegado de taller especial que monitorea la introducción de la nueva tecnología, informa a los trabajadores de sus implicaciones y se asegura de que la gerencia cumpla con el acuerdo." 56

En Inglaterra "sindicatos como NATSOPA (National Society of Operative Printers -integrantes de la revista Times de Londres- Graphical and Media Personnel) pugnaron duramente por menos horas de trabajo en lugar de menos trabajadores. La sección de oficinistas de NATSOPA, por ejemplo, tuvo una semana de 31 horas y media, 6 semanas de vacaciones pagadas, licencia de paternidad y maternidad pagada, y otros beneficios que reducían la jornada de trabajo con paga completa.

Si bien no se obtuvo una victoria clara en las cuestiones de tecnología, la introducción de los sistemas en disputa se demorará más de un año, mientras

prosигuen las negociaciones. Las demandas sobre control de la tecnología incluyen que no se usen los programas de computadora para monitorear a los trabajadores, que no se introduzca nueva tecnología sin el consentimiento del sindicato, y que no se destruya el control que los trabajadores han ejercido históricamente sobre sus tareas.

En cierto momento de la disputa, la gerencia del Times intentó publicar el diario en un taller no sindicalizado de Frankfurt, Alemania; de haberlo logrado, hubiera afectado seriamente el ánimo de los sindicatos involucrados. Una petición directa de los sindicatos londinenses a los sindicatos de Frankfurt rápidamente puso fin a este plan, subrayando la importancia para los trabajadores de una cooperación internacional en cuestiones de tecnología." 57

Sin embargo "para los trabajadores y los sindicatos de hoy -según Shayken- la opción inmediata no consiste tanto en impulsar la tecnología en una dirección democrática cuanto en evitar ser aplastados con forme la tecnología se desarrolla rápidamente de modo autoritario. Todo intento de los sindicatos por enfrentar la cuestión del poder que se enmascara como tecnología significa un reto al derecho gerencial irrestricto a organizar el lugar de trabajo. A menos que se desafie este derecho el enorme poderío y capacidad de penetración de la tecnología computarizada se utilizará para socabar otros derechos ganados por los trabajadores." 58

Por tanto, es necesario "crear conciencia a través de clases, mítines públicos, artículos, resoluciones y

57 Idem. pag. 30.

58 Idem. pag. 30.

demandas en los contratos" 59 que haga posible distinguir entre el uso de las nuevas tecnologías y su empleo capitalista como medio de explotación de la fuerza de trabajo.

No obstante los avances que pueda tener la lucha sindical y la respuesta obrera a través del ausentismo y el sabotaje a la producción, el capital buscará incesantemente someter el liderazgo y el sindicato obrero a sus necesidades de control. Gran parte de la nueva tecnología se diseña -y se diseñará- con la finalidad, entre otras, de debilitar la capacidad negociadora de los trabajadores y los sindicatos.

2.- EMPLEO.

La aplicación de la informática en casi todas las actividades de la economía ha levantado controversia en lo referente al empleo.

Por una parte, se afirma que la introducción de la electrónica en la actividad económica generará empleos, si bien habrá que enfrentar algunos problemas graves tanto económico, políticos como sociales en el presente; una vez superados, la sociedad en su conjunto podrá gozar de los beneficios que brinda esta nueva tecnología.

El investigador Issac Asimov, por tomar un ejemplo, afirma lo siguiente:

"Habrá más trabajo, mucho más empleos, en una sociedad robotizada que en otra no robotizada" sin tomar en cuenta "las tragedias individuales que tienen lugar mientras la sociedad se acomoda lentamente a un estilo nuevo" únicamente "será necesario poner en práctica amplios programas de readiestramiento y reeducación, con el fin de que las transferencias de

empleo sean lo más viable que resulte posible. Las industrias con la ayuda activa de los gobiernos, tendrán que conducir tales programas, los cuales serán onerosos para la sociedad en su conjunto." 60

Por otra parte, se afirma que la introducción de la electrónica en la actividad económica no sólo desplazará trabajadores sino que también eliminará la destreza, la habilidad, la calificación y el "saber obrero".

En realidad, en la práctica, con el uso de la electrónica, se presentan las dos tendencias: se crean empleos a la vez que se eliminan o desplazan trabajadores. Esto se debe a que, según Marx, "la tendencia de la producción a máquina se manifiesta, por una parte, en un continuo despido de obreros pero, por la otra, en un constante reclutamiento, desde el momento que en un determinado grado de desarrollo de las fuerzas productivas, el plusvalor sólo se puede aumentar a través del aumento del número de obreros ocupados simultáneamente." 61

Sin embargo, a medida que se aplique la automatización, la segunda tendencia será dominante en toda actividad económica, incluyendo a la de los países del tercer mundo.

Abordaremos en primer término el problema de la generación de empleos y posteriormente, como desplaza trabajadores la aplicación de la electrónica.

a) La Electrónica y la Generación de Empleos.

El número cada vez mayor de aplicaciones de la electrónica crea a su vez nuevos productos y éstos provocan la creación de nuevas ramas o industrias relacionadas con la

60 Asimov, Issac: Robot, Sociedad y Futuro en "Contextos" No. 52 Año III Revista de la SPP 30/mayo/1985 pag. 30.

61 Marx, Karl: Capital y Tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863) México, Ed. Terranova 1980 pag. 157.

informática y robótica (electrónica, robots, mecánica, etc.).

Para su expansión, estas industrias crean sus respectivas filiales a nivel mundial.

El crecimiento de la industria relacionada con la electrónica exige, para funcionar, la contratación de personal tanto a nivel obrero como a nivel ejecutivo, de investigación y de ventas. Así, "por ejemplo, si a consecuencia de una coyuntura favorable se vuelve particularmente intensa la acumulación en una esfera determinada de la producción, si las ganancias superan a la ganancia media y afluye capital suplementario a esa esfera, es natural que aumenten la demanda de trabajo y el salario."

62

Estas actividades requieren de personal calificado principalmente, ya que se imponen nuevas habilidades y requerimientos educativos en dicha industria como, por ejemplo, el diseño, la programación, la reparación y el mantenimiento de equipo electrónico y la investigación para nuevas aplicaciones de la informática, entre otras.

Los empleos que se exigen con mayor frecuencia en las industrias relacionadas con la informática son:

- a).- Engambladores.
- b).- Técnicos y mecánicos para el mantenimiento, revisión, reparación y control de maquinaria.
- c).- Vigilantes operadores para atender procesos automatizados, particularmente los de flujo continuo como los desarrollados en la industria química o agroalimentaria.
- d).- Perforistas.
- e).- Analistas de sistemas y programadores para el análisis de datos productivos, administrativos de servicios y comerciales, así como para realizar programas acordados con

las necesidades de cada actividad.

- f).- Ingenieros en electrónica y diseño y físicos del estado sólido.
- g).- Investigadores para la fabricación de Hardware, Software y Robots.
- h).- Jefes de taller.
- i).- Ejecutivos y burócratas
- j).- Supervisores para mantener el control y la disciplina dentro del taller o la empresa.
- k).- Profesores para capacitar personal en las empresas.
- l).- Bibliotecarios de archivos y programas.
- ll).- Investigadores y profesionistas tanto para la biotecnología y los nuevos materiales como biólogos, químicos, ingenieros, genetistas, etc.

A manera de ilustración, daremos algunos ejemplos de cómo se ha dado un aumento en el empleo en algunas industrias relacionadas con la electrónica:

En Europa.

"Según las evaluaciones efectuadas, en 1981 cerca de 900 trabajadores estaban destinadas al diseño o a la producción del Software en la Comunidad Económica Europea -España y Portugal, con un incremento ocupacional del 10% anual. Con base en estudios efectuados por el programa Fast, en Europa, a comienzos de los años noventa, una cantidad de personas comprendida entre un millón 700 mil y dos millones cien mil, debería estar activa dentro del sector Software si las proyecciones se confirman.

En el apartado de las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones, el empleo de satélites y de cables para la televisión debería crear

nuevas posibilidades de trabajo en el sector audiovisual. Los productos obtenidos de la biomasa y los nuevos materiales también podrían ofrecer una fuente de nuevos empleos. Sin embargo, el potencial global de estos sectores no es muy evidente. Según estimaciones, reportadas en la somera relación del programa Fast, podría tratarse de cuatro o cinco millones de nuevos puestos de trabajo antes de 1995, en toda Europa." 63

En Estados Unidos.

"La empresa INTEL desarrolló primero los Circuitos Integrados de Alta Integración. Esta innovación le ha permitido crecer desde 48 trabajadores en 1968 y ventas de 3 000 dólares hasta 1 000 trabajadores en 1972 y ventas de 23.1 millones de dólares. En 1973 estas cifras son de 2 550 empleos y ventas de 60 millones de dólares." 64

En Japón (pronósticos).

"La producción de circuitos integrados ha creado empleos para operadores de procesadores de datos que desarrollan sistemas de microcomputadores y de Software; los empleos, entre 1975 y 1985, experimentarán un aumento de 715 000 personas como máximo y 200 000 como mínimo." 65

63 Tridente, Alberto: Robot, op. cit. pag. 28.

64 Bylinsky, G. "How INTEL won its bet on memory chips"

citado por Corona, Leonel: Perspectivas de la política

Científica y Tecnológica en México: El rol de las universidades en "Problemas del Desarrollo" NO. 57 Revista Latinoamericana de Economía. México, UNAM, 1984 pag. 35.

65 Consejo General de los Sindicatos Japoneses: Desarrollo

de la Industria Electrónica en Japón y la Exportación del

Desempleo en "La Era Teleinformática" Argentina, Folios

Ediciones, 1985 pag. 260.

"Según la Asociación Japonesa para el Desarrollo del Procesamiento de Datos, los operadores del sector aumentarán desde 80 000 en 1975, hasta 280 000 como mínimo, o hasta 790 000 como máximo en 1985, para satisfacer las crecientes demandas de computadoras." 66

Si bien en el ámbito productivo la electrónica afecta al empleo, su importancia en los servicios no es menor, como es el caso de las actividades de oficina y bancarias, sólo por mencionar algunos de ellos. Así tenemos que:

"El empleo de oficina en Estados Unidos, los oficinistas representaban 10 millones en 1960 (15% del empleo total). En 1980, cuando se había generalizado la utilización del equipo de computación, los oficinistas representaban 18 millones (19% del total del empleo). Se atribuye este crecimiento al incremento en el volumen de este trabajo y a la ampliación del ámbito de actividades que hace posible la computadora." 67

En los bancos también se incrementa el volumen de información por procesar; esto se debe en gran parte a que los bancos ofrecen una amplia gama de nuevos servicios financieros tanto a nivel individual como a nivel de empresa, como las transacciones (préstamos, cheques, ahorros e inversiones) y las operaciones fiduciarias (administración de fideicomisos, compra venta de valores, etc.), lo que

66 Idem. pag. 60.

67 Minian, Issac: Efectos Estructurales de las Industrias Nuevas: Algunos factores de importancia para los países semi-industrializados, en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" México, CIDE, 1986. pag. 65.

provoca la necesidad de aumentar el personal para hacer frente a estas nuevas actividades o servicios.

Por otra parte, con la expansión del número de sucursales aumentan los requerimientos de personal administrativo, programadores, analistas, así como oferentes o agentes de ventas de tarjetas de crédito.

Sin embargo, con la automatización se puede procesar un creciente volumen de transacciones sin un aumento correspondiente de personal, es decir, los bancos pueden ofrecer mayores servicios permaneciendo constante el empleo como es en el caso de las cajas automáticas donde no se requiere personal para llevar a cabo las transacciones como la obtención de efectivo, la realización de ciertos pagos, girar sobre otra cuenta, pedir chequeras, etc., que se llevan a cabo mediante la introducción de una tarjeta magnética de identificación y una clave de acceso del usuario.

El servicio es eficiente y reduce costos asociados con la recolección de pagos. Las cajas automáticas son de fácil acceso ya que se encuentran instaladas en las avenidas de diversos puntos de la ciudad.

Estos servicios también se pueden llevar a cabo a través del teléfono y el videotex. 68

b) Nuevas Tecnologías y Eliminación de Empleos.

La fuerte competencia a nivel mundial, los periodos de crisis a los cuales se tiene que hacer frente, la constante búsqueda por lograr una mayor productividad, la imperiosa necesidad de reducir costos de producción y, sobre todo, la búsqueda por obtener ganancias cada vez más

68 Bendesky, Leon: La Tecnología Microelectrónica en la Prestación de Servicios Financieros y su Impacto sobre el Empleo Bancario en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" México, CIDE, 1986. pag. 120.

elevadas, son algunos de los elementos determinantes que obligan al capital a hacer uso de las nuevas tecnologías.

Estas nuevas tecnologías (los ordenadores, los robots, los sistemas de automatización industrial computarizados y la biotecnología) -por sus características ya analizadas ampliamente en el capítulo I- posibilitan el logro de objetivos perseguidos por el capital, principalmente el de la reducción de costos de producción y en particular en lo tocante al costo de mano de obra. Estas tecnologías tienen la capacidad de eliminar a la fuerza de trabajo tanto a nivel parcial como a nivel general, es decir, se puede eliminar parte de la fuerza de trabajo en una empresa como sustituirla por completo mediante los sistemas automáticos computarizados.

El uso de estos implementos electrónicos dependerá del costo y la rentabilidad que ofrescan tanto a la empresa en particular como a una determinada actividad económica.

Son aplicables a toda actividad económica: industrial, agrícola, administrativa, de oficina o los servicios; sobre todo en aquellas que suelen caracterizarse por el uso intensivo de mano de obra, la automotriz, la siderúrgica, la química, la farmacéutica, la electrónica, la metalúrgica, del vestido, la textil, la del calzado, entre otras.

En la Industria. El uso de estas tecnologías y su impacto en el empleo puede observarse, por ejemplo, en la industria automotriz de Estados Unidos:

"El cuadro general de deterioro en el sector automovilístico de Estados Unidos (durante el periodo 1980-1982) aceleró la adopción de equipo automatizado, dando con esto, un salto tecnológico de fatales consecuencias en términos de empleo.

La reducción en la base de costos de la rama se ha logrado principalmente con la introducción de tecnología esencialmente ahorradora de mano de obra. La

cual, paralelamente, incrementa la productividad de los trabajadores que subsisten. El proceso de reorganización emprendido en las 'tres grandes' (General Motors, Ford Motor, Chrysler) a costado la eliminación (en 1985) de 22.2% de su palnte laboral mundial en cuatro años...La robotización...actualmente amenaza con invadir la totalidad de la cadena productiva automovilística." 69

Entre las innovaciones en la industria automotriz causantes del desempleo destaca "un nuevo cinturón de transmisión, junto con una máquina inductiva de endurecimiento, para templar en una fábrica de autos, (que) realiza 24 operaciones técnicas básicas o parciales que antes llevaban a cabo 18 agregados individuales de 15 trabajadores." Actualmente es atendida por un trabajador. 70

Con la ayuda de la electrónica Chrysler, tan sólo en 1981, "redujo su personal de 130 mil a 74 mil asalariados y éstos aceptaron severas reducciones de ingresos. Sin embargo logró, con una nueva dirección particularmente dinámica, un encausamiento espectacular, hasta tal grado que hace poco tiempo anunció la obtención de ganancias nunca antes alcanzadas." 71

Tres años antes, NISSAN inaugura la planta de maquinado, que antes funcionaba con un pequeño departamento dentro de la empresa, introduciendo 157 nuevas máquinas; "varios trabajadores fueron despedidos y otros reacomodados. La productividad se duplicó y varios obreros que anteriormente manejaban una maquina-herramienta tradicional

69 Banque, Juan: Detroit frente al automóvil japonés en "Mapa Económico Internacional" No. 4 México, CIDE, 1985 pag 166.

70 Mandel, Ernest: Tratado... op. cit. pag. 201.

71 Piettre, André: Nuevo Desempleo Permanente en "Contextos" NO. 14 México, SPP, 1983 pag. 40.

pasaron a controlar dos máquinas interconectadas y sólo recibieron pequeños aumentos salariales." 72

Casos de eliminación de empleos los podemos encontrar también en la industria eléctrica:

"En algunos casos individuales, como es el de la extensa planta de General Electric en Evandale, Ohio, el proceso ha sido más dramático aun. Esta planta sumamente avanzada fabrica partes para motores de jet y cuenta con 200 máquinas de control numérico. Algunas de las partes son tan intrincadas que se requieren más de seis kilómetros de cinta para guiar la máquina-herramienta. Un nuevo sistema ha reducido el número de programadores de partes de 27 a 8. Los automatizadores mismos son ahora automatizados." 73

"La compañía Wester Electric, división encargada de la fabricación de la ATT (American Telephone y Telegraph), reduce su mano de obra de 39 200 en 1970 a 17 400 en 1979. Asimismo, esta empresa estima que la introducción de la electrónica en las centrales telefónicas va a reducir en un 75% las necesidades de mano de obra en materia de reparaciones, de mantenimiento y de instalaciones." 74

En la industria de aparatos automáticos:

Según el Consejo General de los Sindicatos "la introducción de máquinas de control numérico y de robots para soldar en el departamento de fabricación (en 1985) de aparatos automáticos, ha reducido la

72 Othon Quiroz, José: Proceso de Trabajo en la Industria Automotriz en "Cuadernos Políticos" No. 26 oct-dic México, Ediciones Era, 1980 pag. 69.

73 Shayken, Harley: Computadoras, op. cit. pag. 21.

74 Debouzyn, Marianne: Los Sindicatos, op. cit. pag. 38.

fuerza laboral desde un tercio a un quinto del número que existía antes que se introdujeran; 2) la introducción de instrumentos para el control de procesos ha disminuido el número de operarios a un quinto, en tanto que la especialización dentro de la sección de mediciones ha quedado obsoleta; 3) la introducción de instrumentos para análisis y los aparatos de chequeo y medición han disminuido la cantidad de operarios a un décimo." 75

En la industria del vestido:

Con la introducción de equipo automatizado o electrónico en la industria del vestido "la mano de obra para graduar y trazar se reduce en aproximadamente 40%, con lo que los tiempos se reducen casi a la mitad... y 25% en el corte." Estos implementos tecnológicos sirven también para hacer frente a la escasez de mano de obra capacitada. 76

Estas tecnologías de punta afectan no sólo al empleo. Repercuten también en aquellos empresarios o capitalistas que se han quedado a la zaga del cambio tecnológico, por ejemplo,:

"En 1970, Suiza contaba con 94 000 trabajadores dedicados a la industria relojera, diez años más tarde la cifra se había reducido a 47 000. En estos diez años habían llegado los desplazadores japoneses y coreanos que con la microelectrónica conquistaron un mercado que los suizos habían logrado dominar durante más de un siglo... En 1980 las compañías suizas fabricaron 97.5 millones de relojes en comparación con 83.3 millones de los japoneses. Más de

75 Consejo General de los Sindicatos Japoneses:

Desarrollo... op. cit. pags. 269-70.

76 Ruhs, Howard: Automatización... op. cit. pag. 179.

178 fábricas de relojes cerraron sus puertas en 5 años (1974-1979) y la cantidad de empresas especializadas en relojería disminuyó en 700 pasando de 1 600 a menos de 900."

Por otra parte, "el mecanismo de regulación de tiempo, una innovación estadounidense, puso a los suizos en una situación extremadamente difícil, ya que carecían en ese momento de una industria electrónica propia para utilizar la nueva tecnología de los relojes digitales. Desplazamiento del mercado, quiebras y desocupación fueron la consecuencia de la innovación desplazante." 77

En la República Federal Alemana, en el ramo de las artes gráficas, disminuye en un 21% el número de trabajadores en seis años (1970-1976) debido al impulso de la microelectrónica. 78

Las ventajas que ofrece la utilización del robot en la industria son numerosas. Dentro de estas ventajas destaca la posibilidad de reprogramar las instrucciones en los robots para que cambien de actividad o tarea. El costo de funcionamiento comparado con el de los obreros que realizan el mismo tipo de actividad es menor; la de reducir los salarios o de mantenerlos al mismo nivel y la de sustituir o ahorrar mano de obra, principalmente en todas aquellas áreas que se caracterizan por ser actividades o tareas repetitivas. En la mayoría de los casos se trata de trabajos manuales o no calificados.

Tomando en cuenta que en la mayoría de los países industrializados la masa de trabajadores manuales y de obreros especializados es importante, el impacto que tendrá en el empleo del uso de robots industriales es evidente.

77 Santiago, Amado: Investigación, op. cit. pag. 47.

78 Idem. pag. 48.

La automotriz ha sido una de las industrias que se ha caracterizado por el considerable uso de robots automáticos. Según el Instituto de Estudios sobre el Empleo W.E. Upjohn "el número de robots utilizados por la industria automotriz, por ejemplo, pasará de los 2 400 actuales a 15 000 o 25 000 hacia fines del decenio. Aunque deberían crear de 3 000 a 5 000 empleos, estos robots llegarían a sustituir a 50 000 trabajadores de la industria automotriz." 79

De la gran variedad de actividades que puede realizar un robot determinado, un robot especializado en soldadura por ejemplo, como es el caso del robot UNIMATE, provoca los siguientes efectos en la industria automotriz:

"Un robot UNIMATE, que realiza soldaduras y que cuesta 45 000 dólares, se amortiza en menos de 15 meses, ya que sustituye a dos soldadores con un salario anual de 14 000 dólares cada uno. Si se tiene en cuenta el hecho de que este tipo de robot tiene una duración de unos ocho años, se calcula que el coste-horario es de menos de 4,50 dólares mientras que el coste-horario de un obrero es del orden de 14,50 dólares." 80

En lo referente al empleo, "en una línea de soldadura instalada en la planta Volvo en Suecia (en 1977), gracias a 27 robots UNIMATE, el trabajo de 67 soldadores lo desempeñan ahora 7 obreros." 81

Otros ejemplos de eliminación de empleos, con la introducción de robots automáticos, se pueden ver en la industria de neumáticos, astilleros y aspiradores que presentamos a continuación:

- 79 Business Week: Estados Unidos impulsa la alta tecnología para el crecimiento en "Contextos" No. 46 Año II oct. México, SPP, 1985 pag. 30.
 80 Debouzy, Marianne: Los sindicatos... op. cit. pag. 37.
 81 Shayken, Harley: Computadoras... op. cit. pag. 24.

"En la fábrica de GOOD YEAR en Luckey, Ohio, en donde dos mujeres, en cada uno de los turnos que se suceden en el trabajo, transportan pesadas ruedas de un punto a otro, ellas han sido sustituidas por un robot de 23 000 dólares. Resultado: GOOD YEAR ha economizado 28 000 dólares en salarios." 82

"Varias fábricas japonesas funcionan casi totalmente con obreros robots bajo el control de ordenadores con sólo una o dos personas a cargo de la supervisión. Por ejemplo, en un astillero de Tokio se está construyendo un buque de carga de 170 000 toneladas con un sistema informático que permitirá a una sola persona dirigir el barco entero con órdenes habladas." 83

"La Matsushita Electric, una fábrica japonesa, de aspiradores substituyó a 120 obreros por una computadora, media docena de robots y cuatro hombres para el control. Resultado: un aumento de la productividad de 2 900%" (continúan ejemplos). "En el montaje del avión de transporte C-130, de la Lockheed, trabajan dos robots que se encargan, sin intervención humana, del montaje de 11 piezas distintas y 154 remaches. Los laboratorios Pacific North han construido un pequeño robot con detectores infrarojos y un cerebro de cuatro microprocesadores, capaz de recorrer distancias irregulares y accidentadas de hasta 50 metros que servirá para controlar las galerías de las minas. Y como mando de los sistemas de riego. En la industria del automóvil, los resultados ya son

82 Debouzy, Marianne: Los sindicatos... op. cit. pag. 37.

83 Véase Minsky, Marvin, y etal Robótica. La última Frontera de la Alta Tecnología. México, Editorial Planeta, 1986 (La Sociedad Económica) pag. 196.

espectaculares: un robot de DATSUN produce 50 coches al año; un obrero de BRITISH LEYLAND, solo 8." 84

El ensamblaje es una de las actividades importantes que más absorbe fuerza de trabajo en diversas industrias, entre ellas se puede destacar la industria automotriz, la electrónica, la textil, la del calzado, la industria de los electrodomésticos y la eléctrica. El futuro de los obreros dedicados a estas actividades no es muy alagador; por ejemplo, en la industria de la electrónica, según la Universidad de Michigan predice que "los robots y otras formas de automatización industrial sustituirán la mitad de la mano de obra en el proceso de ensamblaje de componentes pequeños, en un lapso de siete años." 85

Si tomamos en cuenta que la utilización de robots en la industria tiene algunas décadas, por lo tanto, las perspectivas en el plano laboral a nivel mundial son graves.

Lo mismo sucede con la biotecnología. Esta tecnología, si bien tiene su historia desde la época antigua, tal como la conocemos actualmente es de reciente aparición. Su desarrollo y aplicación en la industria y la agricultura no tiene mucho tiempo, por lo que es difícil predecir sus efectos y alcances a largo plazo. Sin embargo, algunos efectos en el empleo agrícola ya pueden ser observados:

"La homogeneización de la maduración de algunos vegetales conduce a disminuciones significativas de los requerimientos de mano de obra, particularmente en las etapas de cosecha (en la producción de pepinillos para exportación, el cual, por

84 Revista Muy Interesante año 1 No. 10 junio México, 1985 pag. 56.

85 Howard, Niles: Llegaron las computadoras pensantes en "Contextos" No. 21 año 3 mayo México. SPP, 1982 pag. 36.

requerir siete cortes, genera una demanda de 130 jornadas-hombre por hectárea, el cambio biogenético ya aplicado permite la maduración homogénea del producto y, por lo tanto, la realización de un solo corte. Consecuentemente, a corto plazo, los requerimientos caen a 30 jornadas-hombre por hectárea y, en el mediano, habre la posibilidad de mecanizar el proceso de cosecha)." 86

En la oficina. Una de las características más importantes de la electrónica es la de procesar considerables cantidades de información a gran velocidad. Debido a que el trabajo de oficina consiste mayormente en el manejo de información, la electrónica es apropiada para esta actividad. Su bajo coste permite su uso masivo.

la oficina busca también reducir costos de producción, principalmente los tocantes a la mano de obra. Con la introducción de ordenadores en la oficina es posible eliminar secretarías, cajeras, empleadas de aseguradoras, bibliotecarias, entre otras categorías.

Se pronostica que, con el uso de la informática en la oficina, se tengan los mismos resultados de desempleo ya observados en la actividad productiva.

"Si en el umbral del siglo XX el 20% de los empleados de una empresa industrial realizaban trabajos de oficina, en 1950 era ya el 35% del personal quienes ocupaban puestos de oficina y administración. En 1985, son alrededor del 50% las fuerzas laborales activas ocupadas en tareas de administración e información. Si se considera que unas 3/4 partes de los costes que se producen en las oficinas se derivan de la mano de obra, resulta evidente el impacto de la mecanización en el

86 Tangelson, Oscar: Revolución Tecnológica y Empleo en "Economía de América Latina" No. 13 México, CIDE, 1985 pag. 163.

sector administrativo: según estima la empresa Siemens, un 40% como mínimo del trabajo de oficina podría automatizarse." 87

Según el Consejo General de los Sindicatos, en Japón "la introducción de máquinas de oficina generales ha reducido el horario de trabajo, acortado el plazo de entrega, hecho indeseable la presencia de los operarios, copistas, disminuyendo el número de mecanógrafas debida a la eliminación de procedimientos mecanografiados y reducido el número de operadores de telex. La introducción de equipos de 'office automation' y otras máquinas comerciales ha reducido el número de empleados de oficina en un 30%. Sin embargo, hay nueva demanda de personal que se haga cargo de los locales comerciales." 88

La periodista Amy D. Stanley del periódico New York Times afirma: "Desde 1970, el número de operadoras telefónicas ha disminuido 30% debido al uso de las computadoras." 89

Dentro del sector servicios sobresale la actividad bancaria.

La utilización de la informática en los bancos tenderá a expulsar mano de obra en proporciones significativas. Se espera que para los próximos 5 años se requerirá 30% menos de personal. 90

87 Gergely, Stefan: Microelectrónica... op. cit. pag. 162

88 Consejo General de los Sindicatos Japoneses "La era telexinformática..." op. cit. pags. 269-270.

89 D. Stanley, Amy: La alta tecnología perjudicará a las mujeres en "Contextos" 21 de octubre de 1983 pag. 46.

90 Argumedo, Alcira: Los laberintos de la crisis. América Latina: poder transnacional y comunicaciones. Argentina, Folios Ediciones, 1984. pag. 149.

El investigador León Bendesky da algunos ejemplos de los efectos que traerá en el empleo la aplicación de los ordenadores en el sector financiero:

"Para realizar pagos por vía telefónica se requiere el uso de teléfonos de tipo digital, los cuales permiten la comunicación hacia la computadora de algún banco. Esta forma de pago resulta más directa y desplaza al personal necesario para la recepción de pagos."

Por otra parte, "se calcula que los costos laborales representan al rededor de las dos terceras partes del costo total del trabajo asociado con los cheques, pues en estas operaciones se emplea un gran número de contadores y otro tipo de empleados de oficina. Con el avance de la automatización se espera que decline la importancia de este tipo de empleo." 91

El uso de la electrónica y su repercusión en el empleo no termina aquí. Las nuevas tecnologías tienen la capacidad de eliminar por completo la mano de obra, sobre todo en la actividad productiva. Esto es posible gracias a la automatización; esto es, la combinación de ordenadores, robots y sistemas automáticos de producción.

Al iniciar el apartado sobre el empleo, se decía que la investigación, desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías requiere de cada vez más personal calificado, sobre todo, ingenieros, programadores y analistas de sistemas. Sin embargo, numerosas compañías con alta tecnología emplean los productos, robots y maquinaria que fabrican para sustituir la mano de obra calificada en sus fábricas.

91 Bendesky, León: La tecnología microelectrónica en la prestación de servicios financieros y su impacto sobre el empleo bancario, en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" coor. Isaac Minian, México, CIDE, 1986- pags. 170, 175 y 177.

La tecnología electrónica que automatiza las tareas de los operarios se está desarrollando, con gran rapidez, para automatizar el trabajo realizado por el personal calificado como arquitectos, diseñadores industriales, ingenieros, controladores de inventarios, programadores, laboratoristas, investigadores y técnicos (para la planeación, control, registro, diseño, investigación, etc.).

Este trabajador calificado se sumará a los trabajadores desplazados incapaces de encontrar nuevas aplicaciones para sus antiguas aptitudes. O bien, tendrán que aceptar salarios inferiores al encontrar un nuevo empleo.

Por mencionar un ejemplo, una máquina automatizada de conexión controlada por un operador, reemplaza hasta 30 operadores manuales. 92

Dentro de las industrias automatizadas se encuentran: "la producción de neumáticos, de tubos de acero para los campos petroleros, la fabricación mecánica de vidrio y de papel, donde la mano de obra ha sido a veces completamente eliminada.

Mencionemos también una fábrica donde los únicos vigilantes que 'aseguran' la producción de discos para 16 máquinas, son 4 empleados, así como la fábrica de obuses de Rockford (Illinois), donde, desde la introducción de los bloques de acero hasta el envase en cajas especiales de obuses, ha alcanzado en el campo de las centrales eléctricas y de las refinerías de petróleo teledirigidas, que funcionan a pesar de la ausencia total de trabajadores sobre el terreno." 93

92 Dieter, Ernst: La automatización basada en el uso de computadoras y la internacionalización de la industria electrónica. Implicaciones estratégicas para los países en desarrollo. en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" coor. Isaac Minian México, CIDE, 1986. pag. 106.

93 Mandel, Ernest: Tratado de eco... op. cit. pags. 213, 214.

Se espera que a largo plazo la industria azucarera también automatice su producción:

"En la industria azucarera la tendencia a nivel mundial es automatizar cada una de las operaciones y perfeccionar las técnicas existentes." 94

Otro ejemplo de automatización a mediano plazo es la industria de los Chips o Circuitos Integrados.

La fabricación de circuitos integrados se caracteriza por ser una industria con relativa intensidad de mano de obra, más la creciente complejidad, y la densidad de la integración de los Circuitos Integrados, exige una mayor precisión en todas las etapas de su elaboración, desde el diseño y el ensamblaje, hasta el desarrollo del software; por lo tanto, su tendencia es automatizar cada una de las etapas. Ejemplos de automatización los podemos encontrar principalmente en Japón, ya que se caracteriza por ser una de las naciones más avanzadas en el desarrollo y aplicación de las Nuevas Tecnologías, un ejemplo de ello es la completa automatización de una empresa de Circuitos Integrados propiedad de Mitsubishi:

"Recientemente Mitsubishi ha puesto en funcionamiento una planta para la producción microelectrónica e Japón capaz de producir 5 millones de chips mensuales sin requerimiento de ningún trabajador. En efecto, se ha robotizado el proceso productivo en su conjunto, desde el almacenamiento de insumos y partes hasta el almacenamiento del producto final." 95

94 Burgueño, Fausto: Ciencia, Tecnología y Desarrollo en "Problemas del Desarrollo No. 57" México, Revista Latinoamericana de Economía UNAM, 1984 pag. 119.
95 Tangelson, Oscar: Revolución tecnológica y empleo... op. cit. pag. 163.

La automatización de los procesos productivos no es un fenómeno propio de la tercera revolución científico-tecnológica; ya en el siglo XVIII se presentan casos de industrias automatizadas en Inglaterra; las fábricas de paño son algunas de las industrias que se automatizaron:

"Durante el siglo XVIII se instalaron, en las fábricas de paño inglesas, máquinas cardadoras especiales en las que el cardado se llevaba a cabo sin la intervención de la mano humana.

En 1758, Everett construyó la primera máquina cardadora movida por el agua. 100 000 obreros que habían quedado sin trabajo quemaron las máquinas." 96

Si bien la automatización del proceso productivo, y, por lo tanto, la eliminación de la fuerza de trabajo del mismo, es importante para el capitalista y le ofrece grandes ventajas, la completa automatización de la actividad económica a nivel mundial iría contra sus intereses, ya que frenaría la creación de plusvalía. Según Hector Guillén:

"El capitalismo no es compatible con la automatización total de la producción en el conjunto de la industria y de la agricultura, dado que, en este caso, ninguna creación de plusvalía y ninguna valorización del capital tendría lugar. Por eso es imposible que la automatización se extienda en la tercera edad del capitalismo al dominio de la producción entera." 97

96 Marx, Karl: "Capital y tecnología... op. cit. pag. 99.
 97 Guillén Romo, Hector: "La teoría del Imperialismo de Ernest Mandel en "Economía Política del Imperialismo" México, UNAM, 1985. pag. 60.

Por otra parte, incluso Japón, país donde los trabajadores tienen una seguridad de empleo vitalicia - mediante un sistema que impide la pérdida del empleo por la introducción de innovaciones, como es la transferencia a otras secciones de empresas relacionadas (se redistribuye de la empresa a servicios o montaje) y la capacidad exportadora con la que cuentan- tarde o temprano, con la automatización y la racionalización en constante aumento, el desempleo cobrará mayor fuerza.

Tan solo en la industria electrónica "de acuerdo con un censo industrial, el número de trabajadores japoneses en la rama electrónica ha seguido declinando. De una cifra máxima 1 400 000 en 1973 se pasó a 1 220 000 en 1977, lo que implica una reducción de aproximadamente 180 000 trabajadores en cuatro años. Se prevé que los factores causantes de tal situación continuarán manifestándose a mediano plazo y que el principal problema que enfrentará el trabajador japonés en la rama de la electrónica será el desempleo." 98

El desempleo es un fenómeno del capitalismo que siempre ha tenido que enfrentar al trabajador a medida que se introducen mejoras científicas y tecnológicas dentro del proceso de producción y, principalmente, cuando determinada revolución científico-tecnológica irrumpe en la economía para enfrentar y sustituir tanto al trabajador calificado como al trabajador no calificado. Es el caso de la primera revolución científico-tecnológica, esto es, la introducción de la máquina de vapor al proceso productivo.

98 Bouwman, Theo: La contradictoria experiencia japonesa. trad. Elizabeth Hernández Vicent en "Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales" No. 121 año XXXI jul-sep. México, UNAM, 1985. pag. 83.

La concentración del sistema fabril es acompañado por el hacinamiento de millones de hombres, mujeres y niños en los barrios más miserables.

Por lo que se refiere a la producción, el sistema de fábricas, impulsado por la máquina de vapor y la división del trabajo, hacía posible la producción más rápida y barata de las mercancías que el trabajador manual, desplazando así el trabajo a mano por el trabajo a máquina. Esto da como resultado que millares de "Pequeños Maestros Manufactureros Independientes" fueron arruinados por la baja de precios debido a la competencia de la máquina, descendiendo a la posición de obreros. Todo el trabajo relacionado con la manufactura textil a mano fue aplastado debido a la introducción de la máquina de vapor: "La tendencia centralizadora del capital los oprime sin cesar. Por uno que ha hecho fortuna hay diez que lo han perdido todo y cien que -obligados a vender a menos del costo por la presión que ejerce la producción mecanizada- arrastran existencias miserables." 99

Una vez arruinado el artesano manual, la producción mecánica capitalista disponía de una gran reserva de fuerza de trabajo necesaria para su desarrollo. 100

"La máquina de vapor -dice Marx- resultó ser instrumento eficaz y formidable de la concentración de la producción capitalista y desarrollo del sistema fabril, como método para la creación de plusvalía." 101

99 Engels, Federico: La situación de la clase obrera en Inglaterra citado por Danielevsky, Vladimir: Historia de la técnica siglos XVIII - XIX México, Ed. Cártago. 1983 pag. 130.

100 Huberman, Leo: Los bienes terrenales del hombre. Historia de la riqueza de las naciones. Ed. Nuestro Tiempo. México, 1982. pags. 208-209.

101 Marx, Karl; citado por Danielevsky, Vladimir: Historia... op. cit. pag. 130.

Asimismo, la máquina de vapor fue utilizada por el capital como poderosa arma para enfrentar la competencia y "frenar los alzamientos periódicos de los obreros, huelgas, etc., dirigidos contra la tiranía del capital...La máquina de vapor desde un comienzo se convirtió en antagónica del esfuerzo humano brindando a los capitalistas el medio de desbaratar las crecientes exigencias obreras, (y en no pocas ocasiones eliminarlo del proceso productivo) que ponía en jaque al naciente sistema fabril." 102

Al engendrar un sistema automático de máquinas operativas, el motor de vapor transforma al obrero en mero apéndice de aquellos y elimina al mismo tiempo el contenido mismo de su trabajo, el atractivo y la creatividad para convertirse, este trabajo, en tedio embrutecedor, terrible y fatigoso, así como en medio para convertir al trabajador en supernumerario.

La forma de producción capitalista emplea la máquina de vapor como cualquier otra maquina, sólo en la medida en que esta representa para él la posibilidad de aumentar sus ganancias. "Apenas admite que el trabajo manual resulta más económico no vacila en dar la espalda a las innovaciones y reniega, incluso, de las máquinas ya instaladas" 103 Tal es el caso de la utilización del trabajo infantil y femenino que reemplaza a la fuerza del vapor.

En resumen, el capitalista buscará, por todos los medios, reducir sus costos de producción y aumentar la cuota de ganancia de manera permanente; en consecuencia, se da una tendencia, dentro de la producción capitalista, a sustituir trabajo humano por maquinaria. El desarrollo científico y tecnológico significa, por tanto ahorro de mano de obra dentro de la empresa, y más cuando la pequeña y mediana industria buscan introducir la electrónica al proceso de

102 Idem. pag. 120.

103 Idem. pag. 131.

producción. Después de todo la electrónica tiene la capacidad de ser aplicada a un gran número de actividades.

Por otra parte, vemos que si bien se crean nuevos empleos, sobre todo en los sectores de alta calificación, éstos no compensan los puestos destruidos en los tramos inferiores.

No obstante, existen todavía muchas situaciones en que el trabajo o mano de obra es más barato que el sustituto mecánico. La introducción o no de las nuevas tecnologías al proceso productivo dependerá de la rentabilidad que reditúan para el capitalista.

3.- INFORMATICA Y LUCHA OBRERA.

Actualmente, los considerables avances en la informática, la electrónica y la telemática, le brindan al capitalista nuevas posibilidades y campos de acción para llevar a cabo, y con mayor eficacia, un mayor control de la fuerza de trabajo; romper la resistencia de los trabajadores, esto es, debilitar su fuerza militar y, sobre todo hacer frente a las reivindicaciones de incremento de salario.

Gracias a la electrónica, las empresas transnacionales pueden instalar, a nivel mundial, redes de información para sincronizar la producción descentralizada, creando un control estrictamente centralizado sobre los bienes estratégicos (por ejemplo, la administración global del dinero en efectivo, el control puntual de la producción y los servicios de apoyo complementarios, así como la mercadotecnia y los inventarios). Estas redes de información se apoyan en numerosas instalaciones de bases de datos. Estas últimas están conectadas a grandes computadores corporativos capaces de unificar y administrar información y operaciones que pueden tener lugar en una localidad dada o hallarse dispersas por el mundo. En otras palabras, las grandes empresas obtienen poderes nuevos para comunicar,

procesar, trasladar, coordinar y dirigir información a escala internacional. De esta manera, los administradores de una casa matriz pueden vincular y controlar a las filiales localizadas en el mundo entero como si fueran departamentos dentro de una sola planta; pueden presionarlas, si hay necesidad, y, aun obligarlas a emprender una competencia mutua despiadada. Esto es posible, por ejemplo, por medio de la radio o satélites transmitir a miles de kilómetros y en unos segundos los resultados del trabajo, datos de retroalimentación y las cifras de control de cualquier filial a la casa matriz de la compañía o a las filiales en competencia.

Como se podrá notar, se da una integración global en las operaciones a nivel internacional. Para ilustrar esta integración global, tomemos el ejemplo que nos da el investigador Harley Shaiken de la Universidad de California:

"Se centraliza el mando y se integran las operaciones en el diseño de productos de Ford en Michigan. Durante el día, los sistemas computarizados de la empresa son utilizados por los ingenieros de la Ford en América del Norte, y de noche tienen acceso a ellos, mediante un enlace de cable y un sistema de procesamiento de datos, los ingenieros de la Ford en Europa. Al tener acceso al mismo banco de datos, los ingenieros de ambas partes del Atlántico pueden trabajar simultáneamente en el mismo proyecto." 104

Las redes de información a escala internacional, apoyadas en la electrónica, le permiten a las empresas transnacionales no solo una mayor centralización de las operaciones de producción y administración a nivel internacional o un mayor control de las filiales. le permiten también transferir el trabajo, modelo o diseño de

manera electrónica a otras plantas con el fin de evitar, o bien, de romper huelgas; incluso operar plantas durante disputas laborales. Ejemplos de disputas laborales o huelgas se pueden observar en el caso de la industria aeronáutica norteamericana "Mc Donnell Douglas", en la industria automovilística General Electric y la italiana "Fiat":

"Durante un conflicto en la fábrica aeronáutica Mc Donnell Douglas, en 1975 el equipamiento de ordenadores ha permitido a la dirección mantener cerca del 60% de la producción, a pesar de los piquetes de huelga. En 1973 los obreros de General Motors presenciaron otro tipo de experiencia. Un programa de ordenador había permitido concebir en un tiempo record las matrices del Cadillac "Sevilla" que debía salir en 1975. Este programa había permitido a continuación fabricar bandas magnéticas para dirigir la fabricación de matrices en máquinas-herramienta de mando numérico. Cuando los obreros de la General Motors se pusieron en huelga en 1973 Cadillac hizo retirar las bandas magnéticas y trasladar la fabricación de matrices a una fábrica que no estaba en huelga." 105

"En muchos casos la introducción de las nuevas tecnologías se produce después de un ataque central contra la clase obrera que rompe su capacidad de resistencia y permite después introducir esta rigidez en las relaciones de trabajo, por intermedio de la tecnología. Es el caso de la Fiat en Italia, por ejemplo, donde hubo una batalla central en Turín, en 1980, cuando la empresa hizo una enorme provocación anunciando que iba a despedir muchos miles de trabajadores.

Sobre la base de esta derrota la Fiat entró de inmediato, y a gran velocidad, en la automatización.

Pero en cierta cantidad de casos, automatizaciones veladas, puntuales, son elementos dispersos a través de la fábrica para romper el control del ciclo productivo por la clase obrera y a continuación despedir.

En la General Motors y en la Ford se despidió a los obreros, argumentando que había disminuido la venta de automóviles. Pero después no los retomaron: automatizaron... Según las relaciones de fuerza y las condiciones laborales, los despidos preceden a la introducción de nuevas tecnologías; o, al contrario, estas nuevas tecnologías modifican las relaciones de fuerza lo cual permite luego los despidos." 106

Por otra parte, estos medios electrónicos se convierten potencialmente en una poderosa arma corporativa contra el poderío de los sindicatos:

"Un proceso productivo -dice Harley Shaiken- que reduce la necesidad de la calificación y la experiencia también facilita la dirección del lugar del trabajo, por parte de la gerencia y el personal supervisor, durante una huelga. En la industria periodística estadounidense, por ejemplo, los procesos computarizados han debilitado significativamente el poderío sindical. El hecho de que el periódico se puede producir durante una disputa laboral debilita al sindicato mucho antes de que estalle la huelga, e inhibe el recurso a la huelga. Despoja a los sindicatos de su fuerza en la mesa de negociaciones." Ejemplo de esto lo encontramos en el periódico Washington Post integrado por 205 linotipistas: "En el Washington Post,

106 Coriat, Benjamín: Taylorismo, fordismo y nuevas tecnologías en los países semiperiféricos en "Brecha" No. 1 pub. trimestral México, 1986, pag. 77.

tras la amarga conclusión de la huelga (1973), tan sólo 30 de los linotipistas volvieron al trabajo, todos tuvieron que desafiliarse del sindicato. No sólo el sindicato de linotipistas fue destrozado; los otros sindicatos del Post quedaron debilitados.

Industrias manufactureras complejas, como la aeroespacial, también se han servido de la flexibilidad del equipo computarizado para operar durante una huelga. Con el propósito de utilizar cabalmente esta capacidad, algunas compañías transfieren a operarios experimentados a puestos supervisores y semisupervisores antes de la huelga, para que estos trabajadores instruyan a la gerencia y a otros empleados ajenos a la huelga en operación de las máquinas durante la disputa laboral. El talón de Aquiles de la gerencia es que una basta concentración de poder computarizado en relativamente pocas manos prepara el escenario para un quebrantamiento masivo si los trabajadores involucrados se organizan y se encargan de usar su poder." 107

La introducción de la tecnología informática en el proceso productivo no sólo le brinda al capitalista la posibilidad de anular o romper una huelga o debilitar a un sindicato fuerte; también provoca el surgimiento de huelgas, debido a que esta tecnología genera el desplazamiento de la fuerza de trabajo y le resta capacidad de decisión y poder reivindicativo a la clase trabajadora:

"En los años 70 -afirma S. Gergely- se produjeron enfrentamientos en algunos estados alemanes al introducirse las máquinas de composición por ordenador (en editoriales y periódicos)."

"Desde 1970 hasta 1976, el número de impresores y de tipógrafos de la República Federal de Alemania había disminuido en un 30%. En 1978 se produjeron fuertes enfrentamientos, suscitados por la calificación de los tipógrafos apartados de su ocupación tradicional. Por último, se llegó al acuerdo de garantizar a estos trabajadores especializados su puesto de trabajo durante 8 años manteniendo, también a corto plazo (entre uno y seis años), sus salarios en el nivel anterior." 108

Por otra parte, "en el año 1979, el Times de Londres llegó a estar 11 meses sin aparecer por que el conflicto entre la dirección y el sindicato sobre la introducción de esa máquina (de composición, la cual imprime mejor y más rápido; saca ediciones simultáneas en distintos países ya que el texto se puede transmitir por línea telefónica de una máquina de componer a otra) había conducido a una huelga.

"En Estados Unidos las cosas ocurrieron de otro modo: el Washington Post implantó la composición por ordenador a pesar de las protestas de los sindicatos. Cuando los trabajadores entraron en huelga, 25 directivos hicieron el trabajo de 125 tipógrafos." 109

Por otra parte, Mariane Devouzy nos presenta el caso de la industria automotriz General Motors ante la introducción de implementos automáticos en el proceso productivo y sus efectos en los trabajadores:

"Se ha visto claramente en la cadena más robotizada de General Motors en Lord Stown, en donde la aceleración de los ritmos provocó una famosa huelga en

1972... En 1977 trabajadores sindicados de Teamsters (camioneros) realizaron una huelga de 15 semanas contra los grandes almacenes en California, después de que el ritmo de trabajo fuese calculado por ordenador sobre la base de estudios de tiempos, combinados con un análisis de las capacidades físicas de los empleados; los empleados de un almacén cargarían y descargarían las cajas transportadoras por camiones; hojas impresas por ordenador asignaban un cierto número de cajas a manipular en un tiempo dado; la ejecución del trabajo era registrada a medida que los empleados realizaban la tarea fijada; a partir de las indicaciones que figuraban en la cinta del ordenador, que daba todos los detalles sobre el resultado de cada uno, los trabajadores eran despedidos cuando, tres veces durante la jornada, no habían cumplido la tarea en el tiempo."

110

El uso capitalista de la tecnología para hacer frente a las reivindicaciones obreras, romper huelgas o buscar un mayor control de los trabajadores, así como una mayor explotación no son objetivos perseguidos recientemente por el capital; ya en el siglo pasado el capitalista perseguía los mismos objetivos mediante el uso de la misma:

"En 1829, una gran huelga. Poco antes de este periodo, numerosos patrones habían instalado mules con 4-500 husos, que permitían a los hiladores que trabajaban con ellas recibir por una determinada cantidad de trabajo una suma inferior en la proporción de 3-4 y al mismo tiempo ganar como mínimo un salario de monto igual al de los que estaban empleados con la vieja maquinaria... 21 hilanderías de algodón y 10 000

personas pararon durante seis meses a causa de esta huelga.

La huelga (1833) en los establecimientos de los señores Hindes y Derham (Westriding de Yorkshire), provocó el invento de una máquina para peinar la lana que hizo completamente superfluo el trabajo de esta clase de trabajadores, que eran los principales agitadores en este encuentro y dió a su organización un golpe del que ya no pudo reponerse nunca." 111

Otro mecanismo utilizado por las grandes empresas para hacer frente a las huelgas y a los sindicatos fuertes - y sus demandas contractuales- es el cierre de sus instalaciones productivas y el traslado de estas a los países de reciente industrialización (NICs) que ofrecen mejores ventajas competitivas de producción y de costos. De esta manera, muchos de los sindicatos fuertes se van debilitando y, debido a las circunstancias, se ven obligados los trabajadores a aceptar trabajos con salarios muy inferiores a los que solían recibir. 112

Cuando los sindicatos de los países desarrollados -a pesar de la automatización en la producción- aún

111 Marx, Karl: Capital y Tecnología... op. cit. pag. 61, 62, 65.

112 "En la industria automovilística el convenio colectivo en vigor delimita de forma muy restrictiva el dominio de acción del sindicato; comprometiéndose ésta a no mezclarse en el control de la producción; compromisos de no recurrir a la huelga sin un intento de arbitraje previo o sin acuerdo de la dirección nacional del sindicato. No obstante, los sindicatos de la Ford plantean que las informaciones relativas a los nuevos sistemas de producción les sean comunicados con anterioridad al mismo tiempo que la de los responsables de la empresa encargados de ponerlos en funcionamiento. El sindicato plantea también ser parte activa en la negociación a nivel de concepción y aplicación de los nuevos sistemas de producción. Los obreros debían -decía el sindicato- tener la calificación necesaria para el funcionamiento de la nueva tecnología, que no debe ser exclusiva propiedad de los técnicos." Debouzy, Marienne: Los sindicatos... op. cit. pag. 39.

permanecen fuertes, el capitalista recurre a otros elementos no menos efectivos como la provocación, la intimidación a militantes sindicales, las agresiones, el uso de milicias patronales armadas 112bis ; o bien, al uso de especialistas o sociedades jurídicas especialistas en la "quiebra de sindicatos" que cuentan con equipos de abogados y consejeros los cuales proporcionan armas legales para combatir a los sindicatos. Entre los más importantes sobresale la "Advanced Management Research" y la "Executive Enterprises" en Estados Unidos.

Resumiendo, el capitalista desarrolla y utiliza las nuevas tecnologías, y a la ciencia y a la tecnología en general, para someter al trabajador, extraer de él más plusvalor para despojar a la fuerza de trabajo de su habilidad y conocimiento; asimismo, la aplicación de ésta tecnología le permite hacer frente a la resistencia obrera y a sus reivindicaciones laborales, convertir en supernumeraria a la fuerza de trabajo y, en caso de huelga, reprimirla o esquivarla con más comodidad y soltura, bien desplazando la producción a la otra empresa de su propiedad que no se encuentra en huelga, bien instalando dicha tecnología en el proceso productivo y obligando al trabajador a que acepte las condiciones laborales y económicas por él, -es decir, por el capitalista- impuestas antes de que se lleve a cabo la huelga.

Carlos Marx ilustra de una manera más clara el uso que hace el capitalista de la tecnología en el proceso de producción:

112bis "Harry Bennet, jefe del Departamento de Servicios de la Ford de Dearborn en 1920 y que se formó con ex-jugadores "all American" de fútbol americano de la Universidad de Michigan, los cuales controlaban dentro y fuera de la fábrica y en 1932 dispararon contra una manifestación que marchaba frente a la planta. Era tal la eficiencia de estos gansters que posteriormente uno de sus miembros, Carl Brooks, fue nombrado jefe de la policía de la ciudad de Dearborn." Othon Quiroz, José: Proceso de trabajo en la industria automotriz en "Cuadernos Políticos" No. 26, oct-dic, México, Ediciones Era, 1990, pag. 68.

Para Marx "la maquinaria...No sólo opera como competidor poderoso, irresistible, siempre dispuesto a convertir al asalariado en obrero "superfluo". El capital proclama y maneja, abierta y tendencialmente, a la maquinaria (y en general a la tecnología) como potencia hostil al obrero. La misma se convierte en el arma más poderosa para reprimir las periódicas revueltas obreras, las strikes (huelgas), etc.; dirigidas contra la autocracia del capital...aplastar las crecientes reivindicaciones obreras." 113 "La maquinaria también entra en escena internacionalmente como forma de capital hostil al trabajo...para reprimir las huelgas." 114

En otro pasaje de su obra, y en la misma línea, afirma lo siguiente:

"Con las huelgas se pone de manifiesto el hecho de que las máquinas se usan e inventan a pesar de las exigencias directas del trabajo vivo, y sirven como medio para aplastarlo y someterlo..."

"Las fuerzas sociales del trabajo, comprendidas las fuerzas de la naturaleza y la ciencia, se presenta como arma que sirve, en parte para hechar a la calle al obrero y reducirlo a la condición de hombre superfluo, en parte para privarlo de la especialización y acabar con las reivindicaciones basadas en esta última, y en parte para someterlo habilmente al despotismo de la fábrica y a la disciplina militar del capital." 115

113 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag 530.

114 Marx, Karl: Capital y Tecnología... op. cit. pag. 64.

115 Marx, Karl: Capital y Tecnología... op. cit. pag. 158.

4.- ALIANZAS

Los sectores de la alta tecnología se han convertido, en las últimas décadas, en los principales dinamizadores de la reconversión industrial llevada a cabo principalmente por los países desarrollados. Se espera que se constituyan en el motor propulsor de la economía mundial y, por lo tanto, de la acumulación de capital a nivel internacional.

Sin embargo, obtener, desarrollar o impulsar las nuevas tecnologías que hagan posible la reconversión industrial, ofrece varios obstáculos para los países tanto desarrollados como subdesarrollados en general, así como para las empresas transnacionales, pequeñas y medianas industrias en particular. Los obstáculos más sobresalientes son: la aguda competencia oligopólica a nivel mundial en el campo de la alta tecnología; la crisis económica internacional, que cobra fuerte impulso; el severo proteccionismo tecnológico llevado a cabo con el objeto de asegurar el control efectivo sobre las tecnologías de punta en varios países; la presión sobre los precios de las nuevas tecnologías; la monopolización del mercado internacional en aumento de dichos sectores; una industria cuyas características principales son el acelerado cambio tecnológico, la presión permanente por acelerar la innovación tecnológica, cuyo proceso productivo es cada vez más intensivo en capital, y debido a que la investigación y el desarrollo de las nuevas tecnologías abarca varios cientos de millones de dólares y a que dicha tecnología tiene una obsolescencia a corto plazo, se hace necesaria la búsqueda de nuevas formas para la valorización del capital.

Estas nuevas manifestaciones del proceso de internacionalización y valorización del capital toman forma en las alianzas entre firmas locales y extranjeras de diverso origen, básicamente entre las industrias de vanguardia, es decir, en las industrias o ramas de

tecnología de punta, consideradas como estratégicas para dinamizar y consolidar el desarrollo del aparato industrial de cualquier país en general, y de las grandes potencias en particular.

Las alianzas se expresan a través de varias modalidades como son: los acuerdos de cooperación, las adquisiciones, las coinversiones, las fusiones, las inversiones, las participaciones minoritarias y/o mayoritarias. Estas alianzas se llevan a cabo debido a que el acceso y control de las tecnologías de punta y la capacidad de innovación se convierten en un instrumento de dominio de particular relevancia a nivel mundial.

Las alianzas se establecen principalmente en la industria electrónica para la producción de componentes, bienes de consumo electrónico como televisiones, grabadoras, videograbadoras, compact disc, relojes, etc., equipo militar, redes telefónicas, sistemas de producción flexible, procesamiento de datos para la planificación y control de la producción, diseño computacional, máquinas-herramientas de control numérico, circuitos integrados, terminales de computadora, equipo para oficina, telex, telefonía, equipo de telecomunicación, hardware, software, microprocesadores, instrumentos de precisión, sistemas robotizados, proyectos sobre inteligencia artificial, ingeniería genética, nuevos materiales, etcétera.

La participación en las inversiones varía dependiendo de la empresa, sus necesidades y su poder de negociación y va desde el 20 hasta el 80% de la participación en la conversión.

Tan sólo, por ejemplo, a mediados de la década de los 80 se dan las siguientes funciones y adquisiciones:

"El número de funciones y adquisiciones subió 50% tan sólo en 1986 en comparación con 1985. En el año de 1985 se vieron 203 fusiones, mientras que el número

de las mismas subió a la cifra record de 305 en 1986."

116

Para 1987 se dan las siguientes alianzas (véase los cuadros siguientes:

ALIANZAS.

(1987)

ESTADOS UNIDOS

IBM (International Business Machines Corp.) (EUA)	
ATT (American Telegraph & Telephone)	(EUA)
IBM / Thomson (Francia)	ATT / Olivetti (Italia)
IBM / SIP (Italia)	ATT / Thomson (Francia)
IBM / Rolm Corp. (EUA)	ATT / Philips (Holanda)
IBM / BASF (RFA)	ATT / Fujitsu (Japón)
IBM / Selenia-Elsag (Italia)	ATT / Hitachi (Japón)
ATT / Ricoh CO. (japón)	ATT / Goldstar (Corea del sur)
IBM / STET-Societa Finanziaria Telefonica (Italia)	
IBM / Compagnie General Do Electricité (Francia)	
IBM / British Telecom	(Inglaterra)
ATT / Aregon International	(Inglaterra)
ATT / CTNE (Compañia Telefónica Nacional de	

116 Schulze, Peter: Tecnologías de la Información: alianzas estratégicas ante una competencia más aguda. en "Cambio estructural y producción de ventajas comparativas" comp. Isaac Minian. México, CIDE, 1988, pag. 208.

España)

National Semi Conductor (Escocia)
 Acrian (Escocia)
 Data Magnetics (Escocia)
 Motorola (Escocia)
 General Instrument (Escocia)
 Aligne-Rite (Escocia)
 Huges Airoraf (Escocia)
 Control Data (Escocia)
 Comdial Communications (Escocia)
 Data General (Japón)
 Data General (Inglaterra)
 Commodore (Inglaterra)
 Applied Materials (Japón)
 GCA Corp. (Japón)
 NCR / Sigamicros (México)
 DEC / Fiat (Italia)
 ATT / Knight Rider (EUA)
 DEC (Francia)
 ITT / CGE (Francia)
 DEC (RFA)
 Texas Instruments / OKI (Japón)
 APPLE (México)
 Matra / Data Point (EUA)
 General Electric / Stet (Italia)
 Glass Works / CINE (España)
 IBM / Comsat (EUA) / Aetnalife (EUA)
 Burroughs (EUA) / Sistem Development Corp. (EUA)
 Hewlett-Packard (EUA) / Burroughs (EUA)
 Siltec (EUA) / Bull Rhone
 Bull Rhone (EUA) / Seedtec (EUA)
 Computer Memories Inc (EUA) / (Singapur)
 Digital Equipment (EUA) / (RFA)
 Tandom Corp. (EUA) / (Singapur)
 Digital Equipment (EUA) / (Francia)
 Fairchild Camera (EUA) / Goldstar (Corea del Sur)

Digital Equipment (EUA) / (Italia)
 LSI Logic / (RFA)
 LSI Logic / (Inglaterra)
 Zilog / Goldstar (Corea del Sur)
 LSI Logic / (Inglaterra)
 LSI Logic / Kawasaki Ateel (Japón)
 Instrument Corp. / Glodstar (Corea del Sur)
 Advanced Micro Devices / Goldstar (Corea del Sur)
 LSI Logic / (Escocia)
 Microm Technology / Samsung (Corea del Sur)
 LSI LOGIC / Goldstar (Corea del Sur)
 Burrougs / (México)
 Hewlett-Packard (México)
 LSI LOGIC / (Israel)

Semiconductor Research Corp. = Integrado por 13
 fabricantes de chips. Entre ellos se encuentran: Control
 Data Corp.; Digital Equipment Corp.; Hewlett-Packard; IBM;
 Intel; RCA; Boneywell y Motorola.

JAPON

Pionner	(Francia)	Mitsubishi	(Escocia)
Toshiba	(Francia)	Matsushita	(Escocia)
Akai	(Francia)	NEC	(Escocia)
Clarion	(Francia)	Hitachi	(Escocia)
Cannon	(Francia)	Sharp	(Escocia)
Scny	(Francia)	Sony	(Escocia)
Sanyo	(Estados Unidos)		
Kyocera Corp.	(Estados Unidos)		
NEC	(Estados Unidos)		
Epson	(Estados Unidos)		
Fujitsu	(Estados Unidos)		
Matsushita	(Estados Unidos)		

Hitachi (Estados Unidos)
 Cannon (Estados Unidos)
 Sony / CBS (Estados Unidos)
 Tak (Estados Unidos)
 Sharp / RCA (Estados Unidos)
 Seh America (Estados Unidos)

Sanyo (Inglaterra) Matsushita (RFA)
 Matsushita (Inglaterra) Hitachi (RFA)
 Cannon (RFA) Sony (RFA)
 Victor Company of Japan / (Francia)
 Fujitsu / (España)
 Toshiba / Motorola (EUA)
 Fujitsu / Fairchild Semiconductor (EUA)
 Victor Company of Japan / (EUA)
 Matsushita / (China)
 Pioneer / REL (Ristrutturazione elettronica)
 (Italia)
 Victor Company of Japan / (Inglaterra)
 Toshiba / (China)
 Sanyo / (China)
 Victor Company of Japan / (China)
 Sony / (China)

EUROPA

Olivetti (Italia) / Acorn (Ing.)
 Ferrati (Italia) / (Escocia)
 Mitel (Canadá) / (Escocia)
 Inmos (Ing.) / Fyundai (Corea)
 Olivetti (Italia) / (RFA)
 SGS (Italia) / (Singapur)
 Philips (Holanda) / (Corea del Sur)
 Siemens (RFA) / (Taiwan)
 Siemens (RFA) / (Bélgica)
 Siemens (RFA) / (Francia)

Philips (Holanda) / Siemens (RFA)
 Inmos (Ing.) / (Escocia)
 Olivetti (Italia) / (Suiza)
 Philips (Holanda) / (España)
 Olivetti (Italia) / (Francia)
 Philips (Holanda) / (Japón)
 Siemens (RFA) / (Italia)
 Siemens (RFA) / Plessey (G. B.)

Elf Aquitaine (Francia) / Toyou (Japón)
 Compagnie General D' Electricité (Francia) /
 GE (Ing.) / Toshiba (Japón)

Selenia-Elsag (Italia) / Racal (G.B.) / Pitney
 Bowes (G. B.) / ITT (EUA) / REL (Italia) / Standar Elektric
 Lorenz (RFA) / Siemens (RFA) / Olivetti (Italia) / Bull
 (Francia) / ICL (Ing.) / G.E (Inglaterra) / Plessey (G. B.)
 / Thomson (Francia) / Nixdorf (RFA) / Philips (Holanda) (Con
 financiamiento de industriales, bancos y gobierno. El
 objetivo es hacer frente a IBM y ATT).

ESPRII (European Strategic Program of Research in
 Information Technology)

RACE. (Research in Advanced Communications in
 Europe)

EUREKA

TERCER MUNDO.

Sampo (Taiwan) / (EUA)
 Sampo (Taiwan) / (Inglaterra)
 Goldstar (Corea del Sur) / (EUA)
 Goldstar (Corea) / (RFA)
 Hyundai (Corea) / (Canadá)
 Hyundai (Corea del Sur) / (EUA)
 Samsun (Corea del Sur) / EUA)

Singapur / ATT (EUA)
 Samsun (Corea) / (Francia)
 Singapur / Holanda

Singapur / SGS (Italia)
 Singapur / Computer Memories Inc. (EUA)
 Tandem Corp. (Singapur) / (India)
 Hyundai (Corea del Sur) / Samsun (Corea del Sur)

117

Estados Unidos, Japón y Europa a través de las alianzas, pretenden lograr los siguientes objetivos:

- Hacer frente a las barreras proteccionistas de varios productos.
- Aprovechar, aun con participaciones minoritarias, incentivos económicos, para no quedar fuera de la competencia internacional.
- Encarar con relativa facilidad la guerra de precios en los productos de alta tecnología.
- Aprovechar mercados potencialmente dinámicos en el Tercer Mundo.
- Reducir y compartir recursos, riesgos y costos en Investigación y Desarrollo, de fabricación como manufactura, diseño, prototipo, ensamblaje, comercialización y transferencia de tecnología a largo plazo y poder diversificar la línea de producción.
- Obtener mayores utilidades y obtener una mejor

117 González, Antonio: Tendencias actuales de internacionalización productiva en sectores de alta tecnología: determinantes e implicaciones en "Mapa Económico Internacional" No. 5, México, CIDE, 1987.

González, Antonio: Manifestaciones recientes de internacionalización en las industrias electrónica y de las telecomunicaciones en "Mapa Económico Internacional" No. 4, México, CIDE, 1985.

- posición en el mercado internacional.
- La consolidación de una estructura oligopólica a nivel mundial.
 - Aprovechar los incentivos gubernamentales del tercer mundo como:
 - a) Incentivos fiscales.
 - b) Bajos costos salariales.
 - c) Condiciones laborales propicias.
 - d) Disponibilidad de fuerza de trabajo altamente calificada.
 - e) Aprovechar el dinamismo en actividades de investigación en alta tecnología.
 - f) Fuerza de trabajo dócil y disciplinada.
 - g) Los bajos costos manufactureros.
 - h) Alto nivel de productividad.

118

- Obtener una ventaja monopólica sobre la información, la investigación y el conocimiento científico y tecnológico.
- Ampliación de los mercados o apertura de nuevos espacios de valorización en escala internacional, para no perecer ante el cambio tecnológico.

Debido a que los Estados Unidos han sido golpeados duramente en su mercado interno por los productos japoneses

118 "Los factores internacionales imponen el ritmo constante de una destrucción y una devaluación de las inversiones existentes de capital, mediante ciclos rápidamente incrementados del producto e innovaciones en los procesos. Los costos de la Investigación y Desarrollo suben en espiral y las firmas individuales encuentran difícil seguir el paso; ya sea reestructurando el tamaño y las unidades operacionales de una planta, mediante reducciones en la mano de obra y en los salarios, cambiando la producción y el diseño y aún los centros de desarrollo hacia áreas de bajos costos; todos estos elementos son indicativos de tal tendencia". Schulze, Peter: Tecnologías de la información... op. cit. pag. 212.

para poder enfrentar la competitividad, buscan acceder principalmente al mercado japonés, europeo y asiático para lograr mayores beneficios, conservar la competitividad o ganar el liderazgo temporalmente.

Japón, también para poder enfrentar la competencia norteamericana, busca acceder principalmente al mercado norteamericano -aun más-, así como al mercado asiático y europeo para lograr mayores beneficios, conservar la competitividad o ganar el liderazgo temporalmente.

Europa, por su parte, busca recuperar competitividad internacional, acceder a tecnologías y sistemas de producción más eficientes y la posibilidad de asegurar su permanencia en el propio territorio nacional, para no quedar en el rezago tecnológico como hasta ahora, y tener acceso a las innovaciones tecnológicas que les permitan incorporarse a nuevos mercados.

El Tercer Mundo atrae capital extranjero mediante incentivos gubernamentales para tener acceso más fácil a las innovaciones y poder tener en marcha proyectos de alta tecnología, sobrevivir a la competencia, introducir sus productos a través de los canales de venta y distribución de la compañía más grande, asimilar tecnología mediante la transferencia de tecnología para modernizar el aparato productivo que les permita incorporarse a la producción y mercados mundiales para apoyar a los otros sectores industriales susceptibles de modernización y que permita, por otra parte, hacer frente a la pesada carga y el pago del servicio de la deuda externa.

5.- PARQUES TECNOLOGICOS.

Para las grandes corporaciones, no es suficiente con tener bajo su control a la producción y distribución de los procesos, productos y servicios de alta tecnología y realizar, a su vez, alianzas o acuerdos como forma de control y dominio de los grandes mercados internacionales.

Es fundamental que tengan también el control sobre la creación, la investigación y la innovación de los nuevos procesos, productos y servicios de las nuevas tecnologías como una forma de estrategia para la concentración, cada vez mayor, de capital que les permita enfrentarse a la siguiente ola de avances científicos y tecnológicos y no quedar resagados de la competencia internacional. Para esto, han creado centros o parques tecnológicos con la finalidad de llevar a cabo la creación, investigación y desarrollo de la ciencia y la tecnología principalmente de alta tecnología.

Son varios los centros o parques donde se llevan a cabo las investigaciones de la alta tecnología; sobre salen los parques tecnológicos:

Parque Tecnológico. Es un espacio físico que cuenta con la infraestructura necesaria para crear y apoyar a las llamadas Empresas de Base Tecnológica (EBT) de alta tecnología. Su objetivo es promocionar o crear empresas de Base Tecnológica que se ubiquen dentro de sus instalaciones.

Empresa de Base Tecnológica (EBT) de Alta Tecnología. Son empresas que desarrollan proyectos con base en la aplicación sistemática de conocimiento científico y tecnológico y el uso de técnicas modernas. Opera con procesos, productos o servicios cuya tecnología se considera innovadora. Labora con una proporción elevada de técnicos de alto nivel (ingenieros y posgraduados). Las unidades productivas establecidas operan aproximadamente con 32 personas cada una.

Parque de Investigación. Es un espacio físico que cuenta con la infraestructura necesaria para el establecimiento de unidades que realizan actividades de investigación y desarrollo. Ofrece servicios para la obtención de insumos tecnológicos, recursos humanos de alto nivel, servicio de bibliotecas y servicios de documentación especializados y contratación de proyectos tecnológicos.

Tecnopolo. Se contempla la instalación de centros de estudio (Universidades o Institutos de enseñanza

superior) y zonas de desarrollo urbano (habitacionales, comerciales, recreativas, etc.).

Centro de Innovación. En estas instalaciones se apoya a personas que se aventuran en la creación de una "Empresa de Base Tecnológica". Dicho apoyo incluye evaluación técnica, consejos en gestión, estrategia comercial e industrial, contactos bancarios y financieros. Es en estos centros donde surge una importante proporción de las EBT que se establecen en los parques tecnológicos.

Compañías Suaves (Soft Companies). Cuentan con un mercado inicial restringido, basado en un contrato con un sólo cliente. Producen informes técnicos, mediciones especializadas, diseño de prototipos, etc. A medida que avanzan se amplía la cartera de clientes, a su vez, aumentan los productos, procesos o servicios ofrecidos.

Compañías Duras (Hard Companies). Por lo regular ofrecen una limitada gama de productos a una amplia gama o cartera de clientes. Su operación está más asociada con la fabricación de bienes y dependen menos de la consecución de contratos.

Compañías de Desprendimiento. Sus fundadores han trabajado previamente en centros de investigación, o en empresas que realizan investigación y desarrollo y deciden separarse de su trabajo anterior para independizarse a través de la creación de una "Empresa de Base Tecnológica".

119

En estos parques o centros tecnológicos se desarrollan aquellas disciplinas que se relacionan con las nuevas tecnologías como la electrónica, telecomunicaciones, la eléctrica, la ingeniería, la mecánica, la biotecnología,

119 López Ortega, Eugenio: Los parques tecnológicos como instrumentos para la innovación en "Ciencia y Tecnología" No. 87 Vol. XV jul-ago. Revista bimestral. México, CONACYT, 1989.

Otero, Gerardo: Ciencia, nuevas tecnologías y universidades en "Ciencia y Desarrollo" No. 87 Vol. XV jul-ago. Revista bimestral. México, CONACYT, 1989.

el diseño mecánico, la robótica, la matemática, la energía nuclear, la aplicación de los nuevos materiales, la biología molecular; patología vegetal y la microbiología entre otras.

Quiénes participan y promueven a las nacientes empresas en los parques tecnológicos son: a) investigadores, profesionales o estudiantes de universidad y los centros de investigación los cuales, a través de su experiencia académica, desarrollan un conocimiento, proceso, producto o servicios innovadores sobre el que se sustenta la nueva empresa; b) El personal técnico de algunas "Empresas de Base Tecnológica" que decide emprender su propia unidad productiva; c) Promotores tanto de empresas privadas como de institutos tecnológicos y científicos; d) Los bancos e instituciones financieras de fomento toman parte en algunos parques tecnológicos; e) El sector público también es un promotor importante en estos proyectos.

La mayoría de los países industrializados cuentan con parques tecnológicos -valioso instrumento para la innovación tecnológica- donde participan principalmente las universidades y los institutos de investigación que buscan vincularse con el sector productivo.

La idea de integrar la universidad con el sector productivo se originó en la Universidad de Stanford, Estados Unidos, en 1950, donde se creó el Parque Científico de Stanford. Más tarde surge, en el Estado de Carolina del Norte, el Parque de Investigación del Triángulo.

En estos primeros parques tecnológicos se buscaba facilitar la instalación de empresas que consideraban atractivo estar cerca de una universidad (por el conocimiento actualizado) debido a sus requerimientos de recursos tecnológicos. Aprovechar y desarrollar actividades de investigación y desarrollo, recursos humanos de alto nivel, laboratorios, etc.

Por otra parte, crear un vínculo sólido entre las universidades y el sector productivo y ampliar sus fuentes de recursos.

Antes de la segunda guerra mundial predominan las fundaciones privadas en el apoyo económico de la investigación universitaria. Durante la segunda guerra mundial, gran parte de los nuevos conocimientos se ven orientados por las necesidades bélicas de Estados Unidos, convirtiéndose el gobierno federal en el principal financiador de la investigación estableciendo oficinas en el Departamento de Comercio y en la National Science Foundation (NSF), con el objeto de promover la investigación entre la industria y las organizaciones no lucrativas.

A principios de los 80 declinan los fondos federales en la investigación científica y la participación de la industria privada aumenta significativamente en el financiamiento de la producción científica en las universidades, por ejemplo, en 1981, como apoyo a la investigación científica y tecnológica, el American Institute of Chemical Engineers (AIChE) crea el Comité Coordinador entre la industria y la universidad, contando con la participación de varias dependencias gubernamentales de Estados Unidos.

No sólo en Estados Unidos se hacían esfuerzos por crear instituciones y parques tecnológicos como apoyo a la industria. También en Gran Bretaña entre los años 1965-1970 tuvieron lugar distintas reuniones entre autoridades universitarias y representantes de la industria. El Ministerio de Tecnología, El Comité de la Universidad de Grants y la Fundación Wolfson tuvieron a su cargo la instalación de unidades en distintas universidades con el objeto de facilitar y estimular la interacción con la industria con base en los recursos de capital y la experiencia en esas casas de estudio. 120

En Estados Unidos entre 1981 y 1986 se crearon 42 parques tecnológicos. Actualmente cuentan con 60. En 1980 en

120 Norberto Ciceri, Hugo: Vinculación universidad-industria en "Ciencia y Desarrollo" No. 68 año XII may-jun Revista bimestral, México, CONACYT, 1986.

Japón el MITI (Ministerio de Comercio Internacional y de la Industria) establece un programa para desarrollar 19 ciudades de alta tecnología.

Gran Bretaña cuenta con 35 parques tecnológicos aproximadamente: en el caso de Bélgica sobresale el Parque Científico de Lovaina La Nueva (Universidad Católica de Lovaina) y el Parque Tecnológico de la Universidad Libre de Bruselas.

En lo que se refiere a los países subdesarrollados, Brasil cuenta con 4 parques tecnológicos que albergan a más de 90 empresas. Corea del Sur en Dae Dok concentra todos los laboratorios nacionales de investigación y tres centros privados de investigación. Taiwan, por su parte, cuenta con el Parque Industrial Científico de Hsinchu. En México, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), la UNAM, NAFINASA, la Asociación de Industriales y Empresarios de Morelos y el Gobierno del Estado de Morelos promueven el Parque Tecnológico "Morelos".

121

Si bien estos parques tecnológicos no son la totalidad de los existentes a nivel mundial, nos dan una idea de la importancia que tiene para el desarrollo económico en cada país tanto desarrollado como subdesarrollado.

La asociación universidad-empresas, aparte de buscar un objetivo académico, pretenden llevar a cabo un intercambio de experiencia, de recursos humanos, información, entrenamiento industrial y, en el caso de las universidades, recursos financieros.

Las industrias se benefician enormemente de la información, la investigación y el desarrollo, principalmente de alta tecnología, proveniente de las universidades. de ahí que un número cada vez mayor de empresas se instalan cerca de alguna universidad importante

121 López Ortega, Eugenio: Los parques tecnológicos... op. cit.

como: la Universidad de Stanford que cuenta con 80 empresas asociadas; New Haven con 82; University City de Philadelphia con 80; Universidad de Tennessee con 97; Universidad de Utah con 51 y Princeton con 50, en Estados Unidos. 122

Alrededor de la Universidad de Stanford y del Instituto Tecnológico de Massachusetts se han edificado los centros de alta tecnología que integran Silicon Valley y la Ruta 128 en Boston.

En el Research Triangle Park y algunas pequeñas empresas de alta tecnología establecidas en Mineapolis, Austin, Denver y Filadelfia, deben su existencia a universidades locales de alto nivel.

Debido a que una gran parte de los recursos financieros para las universidades norteamericanas proviene de instituciones como la Fundación Rockefeller y la Carnegie Mellon, del Pentágono, del Gobierno Federal y la Industria, sobre todo ésta última, imponen restricciones sobre la publicación de materiales capaces de mantener descubrimientos patentables, agudizándose las tendencias mercantiles con fines de lucro; necesitan transferir la información hacia donde represente mayores beneficios principalmente para la industria.

En el caso de las universidades, para poder autofinanciarse o bien obtener mayores recursos financieros, se lanzan al mercado para vender conocimientos útiles al mejor postor:

122 "Hace treinta y cinco años, el rector de la universidad ofreció espacio para sus negocios dentro del campus a dos jóvenes empresarios, William Hewlett y David Packard, que acababan de doctorarse después de realizar en la universidad brillantes estudios en electrónica. Con esta medida, la universidad intentaba detener el éxodo de talentos que emigraban hacia el Este en busca de mejores ganancias. El resultado que esta medida produjo a la larga fue sorprendente: alrededor del campus universitario floreció un emporio de manufactura de computadoras que dió celebridad a Stanford". Guevara Niebla, Gilberto: Estrategias Universitarias para sobrevivir en "La Jornada". Dir. Gral.: Carlos Payán. 26 febrero 1986 pag. 7.

"La falta de recursos ha inducido una autentica revolución dentro de las universidades. Bajo el imperativo de ahorrar y obtener más recursos financieros, las universidades han suprimido programas que no demuestran tener rentabilidad; han modificado sus sistemas de administración introduciendo, por primera vez al campus, los métodos más modernos (neo-tayloristas) de la administración de empresas; han dado prioridad a la investigación aplicada sobre la investigación básica al mismo tiempo que han colocado a las ciencias sociales y a las humanidades en la posición más insignificante de la Academia; han prácticamente suprimido el viejo espíritu de libertad académica y sujetado todos los aspectos de la vida universitaria a una rigurosa racionalización; han reducido los salarios del personal académico y procurado contratar exclusivamente personal de tiempo parcial."

Pero eso no es todo, "la iniciativa más importante lanzada por las universidades para sobrevivir es la de los negocios. Hay ejemplos de lo más disímulo: el Colegio Park de Missouri, firmó por dinero un acuerdo que autorizaba a una empresa privada para explotar una mina que se halla en el subsuelo del campus universitario; el Colegio Lake Erie, de Ohio, hizo perforaciones en el campus hasta que encontró un yacimiento de gas natural; el Colegio Nazareth de Michigan rentó sus dormitorios a ancianos; el Colegio Bizcayne de Florida rentó sus campos deportivos a los "Delfines" de Miami (futbol americano) y a los "Orioles" de Baltimore." 123

6.- ELECTRONICA Y CONTROL SOCIAL.

Al capitalista no le es suficiente con mantener bajo su control a la clase trabajadora dentro de la industria. Es necesario que también fuera de la misma permanezca bajo su dominio.

Impedirá a toda costa que la estructura económica capitalista sea puesta en peligro por el descontento y la lucha obrera organizada.

Si bien el control y dominio de la clase trabajadora es importante, no hay que confundir el control por el control en sí mismo. Como afirma el investigador Benjamin Coriat:

"Se pierde de vista totalmente que el problema del capital no es controlar la fuerza de trabajo: esto le importa un ledo. El problema del capitalista es controlar la fuerza de trabajo para la producción de valor y esto de técnicas de control (que son útiles dentro y fuera de la empresa) que están determinadas por la producción del valor." 124

Aparte de mantener bajo control a la fuerza de trabajo dentro de la empresa, a través de la organización del trabajo, la técnica microelectrónica y el auxilio de todo un ejército de supervisores-capataces, la oficina también pasa a ser parte de este control comandado por el capital. Esto es posible gracias a los servicios que le brinda la tecnología microelectrónica. Ejemplo de este control de la fuerza de trabajo de oficina se observa, por ejemplo, en Estados Unidos:

"Desde hace algún tiempo, en los Estados Unidos es cada vez más frecuente este sistema (el terminal de ordenador) incorporado a las pantallas de diversas oficinas. La computadora puede así calcular la cantidad de trabajo efectivo que realiza cada empleado en una jornada. También controla el teléfono distinguiendo entre llamadas profesionales y personales.

El revuelo que la terminal de ordenador ha causado entre los trabajadores ha sido considerable como era de esperar.

No sólo por lo que tiene de intromisión en la privacidad del empleado, sino por que existe la posibilidad de que éste, al sentirse vigilado, trabaje peor, e incluso aumente su nivel de estrés.

Así el jefe puede controlar las llamadas personales de los trabajadores, los errores que comete al pulsar las teclas de su ordenador y sobre todo puede vigilarlo si se ausenta de su puesto de trabajo por un determinado tiempo." 125

El control civil en su totalidad es ejercido, principalmente, por el Estado capitalista. Para esto, se apoya en los departamentos e instituciones puestos a su disposición. Con el desarrollo y aplicación de la nueva tecnología electrónica, el control se puede llevar a cabo con mayor eficacia y precisión.

Mediante el uso de los bancos de datos, el Estado puede registrar, almacenar y procesar grandes cantidades de información de interés relativos a ciudadanos, organizaciones o empresas, y obtener dicha información cada vez que se requiera.

Estas bibliotecas electrónicas brindan la posibilidad de reunir toda la información detallada sobre

cada individuo, de esta manera, se ejerce un control potencial sobre la persona.

Los datos que se registran van desde su domicilio, edad, sexo, ocupación, ingresos y gastos personales, estado civil, datos familiares, nivel de escolaridad y religión, hasta datos policiales o judiciales en caso de que existan, afiliación o inclinación política, historial médico, uso de drogas o alcohol (en caso de que exista), dando cabida incluso al registro de los gustos o preferencias -y tipo- de lectura, así como preferencias y practicas sexuales.

Se da un trato especial a la información sobre personas que actúan contra las normas sociales establecidas como, por ejemplo, traficantes de drogas, perturbadores del orden público y delitos conexos, delincuentes, etc., hasta opositores al régimen como líderes sindicales, activistas estudiantiles, terroristas o guerrilleros. 126

Toda información referente a un individuo puede ser recabada a través de: el Registro Civil, el Departamento Federal de Estadística o similar, el Seguro Social, las Oficinas de Empleo, el Centro Nacional de Información Criminal (caso del FBI) 127, el Padrón Electoral, el Documento Nacional de Identidad, las instituciones educativas, el lugar de trabajo, el Departamento de Policía, el Departamento de Defensa, la matriculación de automóviles,

126 "Así, por ejemplo, se puso de relieve que el ejército norteamericano desarrollaba una vigilancia sistemática sobre las actividades políticas legales de un grupo de personas y llevaba informes personales sobre individuos que habían participado en una serie de protestas que por lo demás eran lícitas. La información reunida por el ejército, que es accesible también a otras autoridades, se distribuye por telex y está disponible en todos los grandes acuartelamientos de Estados Unidos." Gergely, Stefan: Microelectrónica, op. cit. pag. 251.

127 "Por ejemplo, el National Crime Information Center, del FBI, dispone de una red de 3 000 terminales manipulados unas 50 000 veces al día (en 1973). Existe también un proyecto de la administración de este país por el que se pretende construir el más colosal de los bancos de datos, el denominado National Data Center." Los ordenadores España, Salvat Editores, S. A., 1973. pag. 123.

e incluso a través de encuestas y el material reunido (mediante videotex -aparato que enlaza el televisor y el teléfono- permitiendo el intercambio mutuo de información, o mediante televisión por cable -la interconexión del televisor, un teclado y el cable correspondiente- el cual permite la comunicación bidireccional 128 por la radio y la televisión de sus consumidores, o bien, a través de la Transferencia Electrónica de Fondos, facilitando a las agencias de inteligencia la investigación de las transferencias financieras; la información confidencial puede obtenerse también controlando automáticamente un buen número de teléfonos.

Una vez reunida la información deseada, se procede a la creación de un banco de datos central donde se almacenan todos los datos de interés personales de cada individuo de la nación para un mayor control. La creación de bancos de datos centrales se pueden llevar a cabo a nivel local, regional o federal estatal.

Cualquier institución o personal autorizado del Estado puede acceder a esta información, del banco de datos, de manera rápida y precisa a través de la red de terminales que están conectados a dicho banco u ordenador central. Esta red de terminales o datos no es otra cosa que la interconexión de computadoras diferentes ubicadas a

128 "En Estados Unidos, las empresas de televisión por cable sopesan la conveniencia de instalar en todos los hogares un monitor opcional de modo que los diálogos que hasta ahora tenían lugar por el método de preguntas y respuestas por teclado se hagan más vivaces." Gergely, Stefan: Microelectrónica, op. cit. pag. 137.

En otro pasaje, el mismo autor afirma: "El ciudadano medio norteamericano pasa unas seis horas al día, o sea una parte considerable de su vida privada, delante del receptor de televisión. Sus apetencias informativas reflejadas en la elección de películas, sus manifestaciones de opinión en las encuestas, etc., dan numerosas claves sobre su opinión pública, su visión del mundo y su vida privada. Aquí nos encontramos con el hecho evidente de que los nuevos medios facilitan la intrusión en la esfera privada del individuo y por tanto en el control de la misma." Idem. pag. 137.

distancias considerables auxiliados por satélites (telemática: la electrónica aplicada a las telecomunicaciones).

Las propias empresas no están exentas de este control llevado a cabo, ya no sólo por el Estado sino por los grandes monopolios financieros:

"La información sobre la solvencia de personas y empresas es una mercancía valiosa para todas las entidades crediticias. Por eso, las grandes compañías norteamericanas de información crediticia disponen de una pantalla de miles de investigadores y llevan registros de más de 50 millones de personas. Trabajan para las compañías de seguros, los empresarios, etc., suelen valerse de los llamados investigadores de servicio exterior, quienes reúnen información sobre la situación económica y el prestigio social de una persona entre sus vecinos y conocidos."

129

Los primeros intentos por elaborar y establecer un fichero o banco de datos que contuviera el mayor número de datos posibles de cada ciudadano, se llevaron a cabo, a mediados de los años sesenta, por los Estados Unidos. La oficina del presupuesto, apoyada por economistas, planificadores, entre otros, propuso la creación de un Centro Nacional de Datos donde reunirían, en una sola computadora, toda la información estadística de todos los habitantes de Estados Unidos, obtenida a través de los registros de diferentes agencias federales (entre ellas la del Servicio Interno de Ingresos, la Administración de Seguridad Social y la Oficina de Censos).

Esta propuesta se vió acompañada por la protesta de un gran número de ciudadanos norteamericanos al presentir

que la información obtenida por estos medios podía ser utilizada por el Estado norteamericano para ejercer un mayor control e invadir la vida privada del individuo. El proyecto propuesto no se llegó a crear, no obstante, la constitución de nuevos almacenamientos de información prosiguió a toda marcha. 130

Décadas más tarde, en 1982, los franceses deciden construir un banco de datos sobre los enemigos del estado, el cual debía contener un total de 60 000 entradas. Los ciudadanos tomaron la medida con desconfianza.

En 1983, la República Federal Alemana aprueba un decreto a favor de la elaboración del "Censo de Población, de Profesiones, Viviendas y Centros de Trabajo". Dicho decreto provocó la protesta y el descontento de los habitantes en casi todo el territorio de Alemania Federal. Ante la presión ejercida por el ciudadano alemán, el tribunal constitucional se ve obligado a paralizar el decreto aprobado por unanimidad en el parlamento. Deciden aplazarlo para un momento más propicio. 131

En Holanda se presenta el mismo fenómeno. El gobierno holandés también desiste de llevar a cabo el censo a consecuencia de la fuerte presión de los movimientos de protesta de 1981. 132

No obstante, gran parte de los países desarrollados, principalmente, -y por el momento-, serán objeto de este control informático. Como afirma Stefan M. Gergely:

130 Véase Wise, David: La computadora sabe en "Contextos" No.14 año 1 octubre 21, México, SPP, 1983.

131 Sin embargo, la República Federal Alemana, en el mismo año contaba con unos 1 200 archivos electrónicos en las oficinas públicas federales no conocidos para la mayoría alemana. Véase Gergely, Stefan: Microelectrónica... op. cit. pag. 249.

132 Véase: Bancos de datos e intimidad en Gergely, Stefan: Microelectrónica... op. cit.

"El riesgo de un excesivo incremento del control social por parte del Estado no se descarta ni siquiera con la renuncia al censo de población pues (...) se han desarrollado verdaderas jaulas de datos a espaldas del público y de los políticos." 133

La información contenida en los Bancos Centrales de Datos ofrece múltiples posibilidades de aplicación. Basta con plantear algunas hipótesis lógicas y reunir los ficheros correspondientes, almacenados en las cintas magnéticas, para localizar a la persona, grupo u organización que se desee.

A manera de ilustración, incluimos el siguiente ejemplo:

"En el año 1979, el departamento de delitos federales de la República Federal Alemana puso en práctica por primera vez la investigación criminal por ordenador. Se buscaban terroristas de la fracción del Ejército Rojo y se partió de la hipótesis de que, por motivos de seguridad, las personas que había que encontrar pagaban en metálico y con nombre falso los recibos de luz y teléfono de las viviendas que tenían alquiladas, puesto que la vigilancia de las cuentas bancarias podrían facilitar las pesquisas de su búsqueda. Como es natural, los nombres de los clientes que pagan al contado están memorizados en las cintas magnéticas de las compañías de electricidad y de teléfonos. Los investigadores comenzaron a comparar estas cintas con otros soportes magnéticos de datos, como el fichero de empadronados, las listas de la oficina de matriculación de automóviles y algunos más. En cada uno de estos procesos de comparación electrónica el ordenador 'anotaba' los datos personales de quienes pagaban al contado y se encontraban también

en las otras cintas pero rechazaba las respuestas negativas. Con este método tuvieron un éxito instantáneo: después de analizar los casos de 18 000 personas que pagaban en metálico sólo quedaron dos nombres, y uno de ellos era el nombre ficticio del terrorista de la RAF Rolf Heissler, que una hora después era arrestado."

En esta búsqueda "incluyen también datos sobre personas de quienes se supone tienen alguna relación con el terrorismo, pero sobre los cuales no recae sospecha alguna (...). Cualquiera que por casualidad o inadvertencia, mantenga contacto con una persona vinculada a los medios terroristas, e incluso aquel que se manifieste contrario a los métodos estatales de lucha contra el terrorismo, puede estar en este registro." 134

Por otra parte, ante esta avalancha de protestas generalizadas en varios países industrializados provocadas por la invasión de la intimidad o la vida privada de el ciudadano por parte del Estado, diversos gobiernos llevan a cabo la elaboración de leyes que hacen referencia al procesamiento automático de datos relativos a las personas en el ámbito público y privado para la supuesta protección del individuo.

Sin embargo, a pesar del gran número de leyes que puedan ser confeccionadas en defensa de la confidencialidad de los datos obtenidos del ciudadano, no creemos que esto pueda poner fin a la intromisión, y por lo tanto al control, que se hace, y se hará, de la vida privada de cada individuo.

De acuerdo con Horst Herold, antiguo presidente del Departamento de Delitos Federales Alemán.: "la moderna

tecnología de la información se encarga (y se encargará) (...) de reunir conocimientos en memorias cada vez mayores. La ausencia de límites en el proceso de la información permitiría acompañar al individuo durante toda su vida, suministrar en cada momento fotografías suyas o perfiles de su personalidad, registrarlo, observarlo y vigilarlo en todas las actividades, formas y manifestaciones de su vida y guardar los datos así obtenidos para tenerlos siempre presentes, sin la misericordia del olvido." 135

135 Horst Herold, antiguo presidente del Departamento de Delitos Federales Alemán. Citado por Gergely, Stefan en Microelectrónica... op. cit. pag. 246.

CAPITULO III

EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LAS ECONOMIAS SUBDESARROLLADAS.

1.- LOS NUEVOS PAISES INDUSTRIALIZADOS

Los países subdesarrollados, al ser parte integrante de un sistema mundial único, buscará tomar parte en los beneficios que ofrecen las nuevas tecnologías aplicadas a la producción.

En lo referente al empleo, buscarán una mayor productividad, reducir costos de producción y obtener, mediante una mejor posición en el mercado internacional, mayores utilidades. No obstante, el tercer mundo deja de lado que los efectos que las nuevas tecnologías tienen en los países desarrollados son aplicables también a las economías subdesarrolladas, sobre todo en lo que se refiere a la destrucción y creación de empleos.

Los trabajadores de los países subdesarrollados se enfrentarán a un fuerte desempleo. Las industrias tradicionales del tercer mundo como la textil, del vestido, cuero y calzado, la de electrodomésticos, alimenticia y mineral, entre otras, intensivas en mano de obra, así como las industrias dinámicas como la automotriz, siderúrgica, petroquímica, eléctrica y mecánica, etc., intensivas en capital, por sus características -tareas repetitivas, de ensamblaje e intensivas en mano de obra no calificada- son fuertes candidatas a la automatización; o bien, pueden introducirse los métodos de la organización científica del trabajo (taylorismo y fordismo) a la producción, obteniendo un enorme rendimiento y, por tanto una mayor explotación de

tecnológicos, esto es, se pueden utilizar los mismos instrumentos técnicos, combinados con bajos salarios.

Aparte de los efectos negativos que ocasiona en el empleo y la lucha por la hegemonía en el mercado internacional por parte de las transnacionales, que afectarán necesariamente las economías del tercer mundo, la aplicación de la electrónica a la economía mundial genera graves problemas a los países del tercer mundo y tienen que ver con el desequilibrio en las ventajas comparativas, como es el caso de la compra o transferencia de tecnología, la aplicación de la biotecnología y los nuevos materiales, así como la rápida obsolescencia característica de las nuevas tecnologías y la pérdida de dinamismo económico en los llamados nuevos países industrializados.

A principios de los años 60, diversas industrias -como la electrónica, de calzado, vestido, petroquímica, automotriz, siderúrgica, y otras no menos importantes- experimentan una tendencia de redespliegue de las actividades de manufactura y ensamblaje del centro hacia la periferia (creando, obviamente, desempleo en Estados Unidos y Europa con este desplazamiento) 136, principalmente hacia los países tercermundistas, llamados de reciente industrialización o nuevos países industrializados, que cuentan con cierto desarrollo económico.

Los NICs (News Industrial Countrys) o países de reciente industrialización están conformados por las siguientes naciones: en Europa: España, Grecia y Portugal; en América Latina, se encuentra Brasil, Argentina, México y Venezuela; en el Continente Africano está Argelia, Egipto, Marruecos, Costa de Marfil, Nigeria y Africa del Sur; en

136 Por ejemplo, "gran parte de los empleos perdidos en la industria del vestido dentro del Reino Unido (más de 300 000 en los últimos veinte años -1960-1982-) es en parte el resultado directo de la reubicación geográfica de esta industria hacia los Nics" Rush, Howard; Soete, Luck: Vestido en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" México, CIDE, 1986. pag. 40.

Asia, está la India, Iran, Turquía y Paquistán; y en el Sudeste Asiático, sobresale el "grupo de los cuatro": Taiwan, Hong Kong, Corea del Sur y Singapur; Malasia, Filipinas, Tailandia, Indonesia, Sri Lanka y Ceilán.

Entre los objetivos perseguidos por las Empresas Transnacionales en este redespigue industrial hacia la periferia se encuentra la búsqueda por lograr competitividad a nivel internacional, reducir costos de producción, obtener mayores utilidades o ganancias extras, es decir, lograr una mayor acumulación de capital; deshacerse de la presión sindical del centro; poder mantener los altos costos de inversión que implican las actividades de Investigación y Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología; rodear barreras comerciales, esto es, evitar las presiones proteccionistas que imponen varios países desarrollados y sobre todo, la búsqueda por el control del mercado y la producción mundial (concentración y centralización del capital a escala internacional) así como aumentar el control sobre el tercer mundo en general.

Por su parte, gobierno, empresarios, oficiales militares, burócratas y administradores de los países del tercer mundo y principalmente, los de reciente industrialización para atraer la Inversión Extranjera Directa ofrecen no pocas ventajas que hacen posible la realización de los objetivos, arriba mencionados, buscados por las Empresas Transnacionales.

Dentro de las ventajas ofrecidas fundamentalmente por los NICs se encuentran las siguientes:

- La mayoría cuenta con una base de sectores pesados como acero, energía eléctrica, químicos básicos, siderúrgica, insumos intermedios metálicos y maquinaria, así como una infraestructura más o menos desarrollada, subsidiada y de bajo precio.
- Los incentivos gubernamentales como la disponibilidad de mano de obra barata, es decir, con bajos costos

salariales, 137 dócil; que asegura un trabajo por turnos nocturnos (legislación laboral que permite operar plantas las 24 horas del día); poco sindicalizados o con poca tradición de militancia y débiles, lo que hace posible la experimentación de nuevas formas de organización de los procesos de producción, así como la introducción de robots o sistemas automáticos computarizados sin la consecuente presión sindical. Las largas jornadas de trabajo (trabajos por turnos y días festivos) permite una utilización "óptima" del capital fijo.

La fuerza de trabajo femenina es la menos sindicalizada lo que permite una explotación y un control más agudo en comparación con la mano de obra masculina. La fuerza de trabajo femenina no tiene tiempo ni energía para la resistencia dada las largas jornadas de trabajo, los

137 Esta situación puede ser observada, por ejemplo, en las siguientes industrias: electrónica, automotriz o del vestido.

En la industria electrónica: en julio de 1983, "un trabajador de ensamblaje en la electrónica en Corea del Sur ganaba aproximadamente cerca de una séptima parte del salario de su contraparte en el Valle del Silicio, Estados Unidos, donde se encuentran ubicadas la mayoría de las empresas electrónicas." Dieter, Ernst: La automatización basada en el uso de computadoras y la internacionalización de la industria electrónica en "Industrias Nuevas y Estrategias de Desarrollo en América Latina" México, CIDE, 1986. pag. 29.

En la industria automotriz: "un obrero de la General Motors cuesta 25 dólares por hora cuando está instalado en Detroit (Estados Unidos) y cuesta entre 1.5 y 2 dólares por hora cuando está instalado en la frontera Norte de México, a dos pasos de Estados Unidos." Coriat, Benjamin: Taylorismo, fordismo y nuevas tecnologías en los países semiperifericos en "Brecha" No. 1 pub. trimestral. México, 1986. pag. 83.

En la industria del vestido: "puesto que el total de los costos de mano de obra comprenden entre 40 y 66% de la prenda final y que los salarios para los operadores de las máquinas en los países del tercer mundo reciben -en promedio- un cuarto del salario de sus contrapartes en las naciones miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo)." Rush, Howard: Automatización y vestido: resumen de los resultados de la investigación en "Mapa Económico Internacional" No. 5. México, CIDE, 1987. pags. 180, 181.

largos viajes a los centros de trabajo y las obligaciones familiares antes y después del trabajo. No pueden darse el lujo de perder sus empleos debido al papel principal proveedoras de ingresos en la familia.

La abundancia de mano de obra en el tercer mundo ofrece varias ventajas para las transnacionales: la fuerza de trabajo puede ser controlada y despedida casi a placer, esto es, puede imponerse una mayor prolongación e intensidad de trabajo mediante un desgaste más rápido de la fuerza de trabajo; el trabajador agotado, fácilmente puede suplirse por otro.

Por otra parte, existe también mano de obra calificada que puede ser obtenida a bajo costo como ingenieros, técnicos, programadores, analistas de sistemas, físicos de estado sólido e ingenieros diseñadores.

Aparte de la mano de obra -tanto calificada como sin calificación- a bajo costo, esta fuerza de trabajo ofrece la ventaja de carecer de protección social, leyes laborales extremadamente suaves, contar con bajos niveles de vida, bajo nivel de ausentismo, mayor nivel de adaptabilidad, disciplina y rendimiento debido, en gran parte a que muchos de ellos, al carecer de sindicatos que defiendan sus derechos, se ven obligados a competir entre sí para no ser lanzados a la calle; esta situación, por otra parte, presiona a los salarios hacia la baja en el mercado de trabajo no calificado o semicalificado. Estos factores o condiciones le permiten al capitalista una mayor explotación y un control sobre la fuerza de trabajo, lo que le garantiza una alta rentabilidad de su capital, es decir, una mayor acumulación de capital.

- Los incentivos fiscales y aduaneros son otros elementos favorables a la empresa extranjera. Por citar un ejemplo, la instalación de industrias contaminadoras en el tercer mundo permite a las empresas de la metrópoli evadir los impuestos que algunos gobiernos de dichos países imponen a

las industrias en el marco de una legislación de protección del medio ambiente. Impuestos que en el tercer mundo no existen.

- La estabilidad política y la oferta de materias primas necesarias para la industria, son también condiciones a tomar en cuenta por las transnacionales.

Con las numerosas ventajas e incentivos ofrecidos, los países del tercer mundo, y en particular los NICs, para no quedarse a la zaga en el desarrollo económico, científico y tecnológico, pretenden integrarse al mercado mundial en mejores términos competitivos funcionando, principalmente, como abastecedores de los líderes del mercado, mediante la atracción de la inversión extranjera directa que haga posible el acceso a los avances e innovaciones tecnológicas para poder lograr la instalación o creación de una industria moderna y un desarrollo económico más favorable.

Entre las actividades más sobresalientes por parte de las Empresas Transnacionales, instaladas sobre todo en los NICs, están las de:

- a) el ensamblaje (unión de partes que componen el producto) principalmente de productos y componentes electrónicos para el consumo como transistores, obleas, circuitos integrados, calculadoras, computadoras, relojes digitales, y juegos electrónicos.
- b) el montaje de partes en industrias como la automotriz, eléctrica, naval, agroalimentaria, maquinaria y electrodoméstica, entre otras.
- c) el procesamiento de materias primas como en la petroquímica básica y siderúrgica, acero, aluminio, pulpa y papel bauxita, cuero, textil, etcétera.

Estas actividades se caracterizan por absorber gran cantidad de mano de obra y los productos derivados de las

industrias arriba mencionadas, están destinados, en su mayoría, a la exportación.

El crecimiento económico e industrial de los países de reciente industrialización, NICs, se basó, durante varios años (1960-1975), en las exportaciones manufactureras.

Su rápido crecimiento, tanto de las exportaciones, de los ingresos per capita medios, del producto interno bruto, del aumento del empleo industrial como de la demanda interna de manufacturas, es decir, del crecimiento del mercado interno, fue objeto de atención y ejemplo a seguir por parte de varios países del tercer mundo menos desarrollados. Dichos países elaboraron planes y programas para desarrollar la ciencia y la tecnología y una infraestructura que permitiera salir del subdesarrollo.

No obstante, tanto los países de reciente industrialización como los países que buscan imitar su desarrollo, no contaban con el impulso, a nivel mundial, en los últimos años que se ha dado al desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías, por parte de las naciones más desarrolladas, como Japón y Estados Unidos, en la actividad económica a nivel mundial.

Esta tercera revolución tecnológica (la informática, la robótica y los sistemas automáticos, principalmente) afecta gravemente el desarrollo económico del tercer mundo en general y en especial a los nuevos países industrializados.

Factores como la competencia internacional de las grandes empresas, las crisis de los años 70 y principios de los 80 y la amplia difusión de las nuevas tecnologías, principalmente, repercuten en las ventajas comparativas de los países de reciente industrialización.

Las ventajas comparativas de los NICs en relación con los desarrollados tienden a perder su importancia por causa de la automatización. Esta automatización reduce el peso relativo del factor trabajo y asegura un crecimiento sustancial de la utilización de las máquinas.

Actividades como las de ensamblaje, montaje y procesamiento de materias primas de las industrias del vestido, textil, de maquinaria-herramienta, procesamiento de metales, electrónica, eléctrica automotriz y siderúrgica, entre otras, que en un tiempo fueron muy importantes en relación a la participación de la mano de obra en los costos totales de producción, con la automatización esta participación e importancia disminuye. Esta situación se verá agravada ya que el número de actividades que pueden automatizarse está en constante aumento.

"Esta tendencia -según Ernst Dieter- hacia una automatización e intensidad de capital crecientes no estará restringida a la restructuración industrial dentro y entre Estados Unidos, Europa Occidental y Japón. Más bien, parece también que es cada vez más válido para algunos polos de crecimiento en la periferia europea y en el tercer mundo. En consecuencia, los efectos positivos de desarrollo que han de obtener los países en términos de generación de empleos, formación de capacidades, integración interindustrial, hacia adelante y hacia atrás y los avances tecnológicos resultantes podrían volverse aún menores y menos viables de lo que son ahora." 138

Por otra parte, aunque la tecnología no es un factor primordial para determinar la ubicación de la producción, sí es un parámetro importante que afecta a los patrones de inversión internacional.

Con la automatización de la producción, la ventaja comparativa ofrecida por el tercer mundo en términos de

138 Dieter, Ernst: Innovación, transferencia internacional de tecnología e industrialización del tercer mundo. El caso de la microelectrónica en "Transnacionalización y Periferia Semiindustrializada" México, CIDE, 1984. pag. 100.

costos de la mano de obra, deja de ser un activo importante para las empresas transnacionales y les permite obtener, mediante una acentuada "racionalización de la producción en el centro", los mismos beneficios que con un desplazamiento de la producción. De esta manera, el gran capital tiende a regresar a los países industriales; la relocalización industrial basada en la manufacturación de procesos productivos en los NICs, ahora son devueltos a sus países de origen para ser fabricados por robots y sistemas automáticos ayudados por computadora.

Desde principios de los 80, el grueso de las inversiones directas provenientes de los países industrializados se dirige preferentemente hacia los mismos países industrializados.

A principios de la década de los 70 cobraban fuerza tres tendencias de ubicación por parte de las grandes empresas transnacionales, - debido a las características y objetivos ya analizados en el apartado de "alianzas":

- a) un movimiento de las empresas de Europa Occidental y de Japón hacia ubicaciones en Estados Unidos;
- b) Una creciente inversión por parte de Europa Occidental y de Estados Unidos hacia Japón y
- c) La instalación e inversión de empresas japonesas y algunas industrias de los países asiáticos de reciente industrialización en Europa Occidental y Estados Unidos. 139

Ejemplos de cambios de ubicación de la inversión de las zonas periféricas hacia la metrópoli puede observarse en el caso de Japón. Este país ha reducido sus inversiones en Asia y América Latina debido, principalmente, a la automatización, y esta tendencia tenderá a agudizarse:

"Compañías como Copal Co. LTD (electrónica), Koyo Saiko Co. LTD (parte de maquinaria), Unitika LTD (textiles), y Bridgestones Tirs Co. LTD (llantas) han retirado capitales desde países asiáticos para reinvertirlos en Japón en plantas automatizadas. (Asimismo), compañías norteamericanas... como el caso de Mostek Corp. y Motorola Inc." 140

"Según la Oficina de Promoción de Comercio Exterior de Japón, América Latina absorbió en 1984 19.2% del total de la inversión externa japonesa frente a 31.4% en 1974, mientras que en Estados Unidos y Europa, para los mismos años citados, pasó de 16.7 a 20.4% y de 5 a 8% respectivamente." 141

Aparte de la automatización, actualmente los NICs enfrentan serios problemas para sostener y desarrollar su reciente industrialización y desarrollo económico como el rezago de algunos sectores productivos, la pérdida de la competitividad exportadora ya que su actividad manufacturera está fuertemente concentrada en sectores que son candidatos obvios para un cambio tecnológico rápido (por ejem., la producción y ensamblaje de aparatos electrónicos, vestido y confección, calzado, automotriz). Empresas transnacionales que se han quedado en los NICs, así como empresas nacionales, enfrentan el problema, aparte de la competencia internacional, de la presión de los salarios a la alza.

En algunos NICs, al elevarse los salarios, se ven forzadas las empresas a sustituir mano de obra por

140 Gasman, Gerardo: Automatización de la producción: el caso de la industria de los robots en "Mapa Económico Internacional" No. 4 México, CIDE, 1985. pag. 157.

141 Márquez, Miguel: La cuestión tecnológica en América Latina y el impacto de las nuevas tecnologías en la región en "Economía de América Latina" No. 15 México, CIDE, 1986. pag. 35.

maquinaria automatizada -para enfrentar dicha presión y, a la vez poder lograr competitividad a nivel internacional, esto es, lograr que las exportaciones de productos manufacturados compitan con la producción altamente automatizada de los países industrializados. Las crecientes importaciones, aumentando así el déficit comercial. El desequilibrio actual entre oferta y demanda es decir, la escasez, de mano de obra calificada, de técnicos e ingenieros, diseñadores, etc., por parte del sector manufacturero, es también una seria restricción para la prosecución de la industrialización.

Asimismo, el fuerte proteccionismo en los países desarrollados -cuyo propósito es limitar el acceso a sus mercados de productos, principalmente asiáticos, que les hagan la competencia- afectará, indudablemente, las exportaciones de los NICs.

Otro factor que repercute en el crecimiento económico es la escasez de divisas ocasionadas por el creciente endeudamiento externo y las presiones que ejerce el Fondo Monetario Internacional contra los países del tercer mundo, y en particular contra los NICs, para ser sujetos de crédito. También debe tomarse en cuenta el considerable crecimiento de la inflación, atribuible en parte al aumento de los salarios en la industria manufacturera, y la baja pronunciada de los ingresos rurales.

En los países desarrollados la innovación tecnológica tiene lugar a un ritmo rápido. Para no quedarse a la zaga, las empresas deben contar con la disponibilidad de recursos financieros y humanos considerables. Esto repercute en los países de reciente industrialización debido a que las innovaciones tecnológicas aceleran la obsolescencia del equipo y de las técnicas, utilizadas sobre todo en los países asiáticos, y hacen inadecuada su estrategia de imitación debido a su complejidad y a su rápido ritmo de aparición.

Para hacer frente a esta problemática, los NICs se ven en la necesidad de recurrir a la Inversión Extranjera Directa. De esta manera, cabe la posibilidad de un crecimiento sostenido con la consecuente dependencia económica, política y financiera, científica y tecnológica.

Por otra parte -retomando el problema de la relocalización de la inversión por parte de las empresas transnacionales en los países del tercer mundo a consecuencia de la aplicación de las nuevas tecnologías, se debe esperar un difícil retiro por parte de todas las transnacionales hacia los países desarrollados. Después de todo, se han gastado considerables cantidades de esfuerzo y dinero para diseñar, fortalecer y consolidar tales redes internacionales de abastecimiento, producción y comercialización.

Según Ernst Dieter, aunque la automatización tiende a disminuir la participación de los costos de mano de obra en los costos generales de la producción, esto no implica que el nivel de los salarios dejaría de desempeñar un papel en la toma de decisiones internacionales de inversión. Incluso para niveles crecientes de automatización, es importante que, en general, los maquinistas y el personal de mantenimiento en los subdesarrollados reciban salarios significativamente más bajos que sus contrapartes en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón.

A las Transnacionales les conviene más combinar las ventajas que se ofrezcan tanto en los países subdesarrollados como en los desarrollados. 142

2.- LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

No son pocos los países del tercer mundo que buscan acceder al crecimiento económico, al mercado internacional y a los nuevos resultados de la investigación científica y tecnológica de los países desarrollados.

Según los subdesarrollados, uno de los mecanismos para poder lograr dichos objetivos es a través de la transferencia de tecnología del exterior. Con la transferencia de tecnología es posible adquirir e incorporar conocimiento, nuevas tecnologías y técnicas al medio local para asimilarlos, aprehenderlos y dominarlos; esta búsqueda del esfuerzo tecnológico adaptativo tiene como objetivo básico la adecuación de un diseño tecnológico importado a las circunstancias propias de su utilización local y su gradual mejora a través del tiempo. En el tercer mundo se tiene la tendencia a copiar las tecnologías y procesos ya conocidos y probados en otros países.

La transferencia de tecnología sólo comienza con la transmisión del modo de empleo de los equipos importados e implica, no sólo la utilización para producir bienes finales u otras máquinas sino además su mantenimiento y eventualmente arreglos y modificaciones locales.

La transferencia de tecnología no es más que el proceso por medio del cual las tecnologías originadas en un país se transmiten a otro para su utilización. Su comercialización es lo que le imprime el carácter de transferible 143

143 Las empresas que transfieren tecnología a nivel internacional están atrapadas en un dilema básico: por una parte, se encuentran bajo una creciente presión para internacionalizar totalmente todo su ciclo de reproducción de capital, y así expandir la proliferación mundial de sus tecnologías; no obstante, por otra parte, están forzadas a desarrollar nuevos métodos para proteger y asegurar un efectivo control sobre las tecnologías claves y las capacidades innovadoras (proteccionismo tecnológico).

En las operaciones de transferencia de tecnología, el proveedor (empresa, entidad de ingeniería, instituto de investigación, etc.) otorga al receptor el acceso al uso y explotación de activos tecnológicos.

El cambio tecnológico de toda sociedad depende tanto del flujo de actividad inventiva doméstica (fuente interna) como de las transferencias internacionales de conocimientos científico-tecnológicos (fuente externa) que esa sociedad requiere. En el tercer mundo el flujo de tecnología externa predomina por sobre el flujo de actividad inventiva doméstica como fuente del progreso tecnológico, esto es, importa la gran mayoría de los elementos tecnológicos comerciables. El principal demandante de tecnología externa es la industria moderna como automotriz, siderurgia, eléctrica, electrónica, etc.

Dentro de los abastecedores de tecnología se encuentran: las empresas privadas norteamericanas, japonesas, alemanas, suecas, francesas, inglesas, canadienses e italianas, entre otras y son la fuente principal de tecnología para la producción industrial en el tercer mundo; las empresas públicas y las instituciones gubernamentales u organizaciones supranacionales como la ONU o la CEE.

Los elementos de transferencia tecnológica son necesarios para la concepción, diseño, construcción y operación de unidades que producen bienes y servicios. Entre los elementos transferibles se encuentran los siguientes:

- * Proyectos de plantas industriales
- * Modelos, diseños, fórmulas, planos y dibujos para la fabricación de piezas y componentes.
- * Técnicas de producción.
- * Asistencia técnica en producción, diseño, producto, administración.
- * Servicios administrativos.

- * Conocimientos sobre productos, procesos, organización, métodos y sistemas (activos tecnológicos) de producción.
- * Capacitación de personal en el extranjero.
- * Servicios de control de calidad.
- * Análisis y ensayos en laboratorio.
- * Asesoría de producción y administración y ventas.
- * Importación de partes.
- * Equipo, maquinaria-herramienta.
- * Información científica (publicaciones, conferencias, etc).
- * Programas para la industria informática.
- * Importación de instalaciones y equipos industriales mediante Inversión Extranjera Directa (mecanismo privilegiado para una comunidad exclusiva de países en alto crecimiento con infraestructura y capacidades industriales básicas como los NICS).
- * Licencias (permisos mediante documento) de marcas y bienes de capital como mecanismo tecnológico de competencia.
- * Consultoría y supervisión por extranjeros.
- * Patentes (documento que autoriza el ejercicio de una profesión o industria).
- * Regalías (pagos por el uso de conocimientos o tecnología).

Empresas y gobiernos del tercer mundo parten de la idea de que es más fácil y barato acceder a las tecnologías modernas importándolas que invertir en la creación de tecnología adecuada a sus propias necesidades y con recursos propios. Con esta importación de implementos tecnológicos se busca -como ya se dijo anteriormente- participar en los mercados internacionales, utilizar las tecnologías más modernas -tratando de adecuarlas al mercado local a través del desarrollo de Investigación y Desarrollo de la Ciencia y

la Tecnología-, ser más competitivos, y así poder lograr un crecimiento económico sostenido.

Sin embargo, la transferencia de tecnología ofrece no pocos obstáculos para el logro de dichos objetivos. Entre ellos podemos mencionar la importación de tecnología inadecuada o no apta para las condiciones y necesidades locales del tercer mundo; las numerosas restricciones en los contratos de transferencia tecnológica; la importación de tecnología a menudo obsoleta y la obtención de tecnología con un costo económico elevado.

a) Tecnología inapropiada. La tecnología importada de los países desarrollados tiene las siguientes características: ha sido creada para abastecer mercados relativamente grandes. Son intensivas en capital, esto es, utilizan poca mano de obra. Requieren de capacidades técnicas y habilidades administrativas elevadas. Es de un costo elevado; esto se debe a que, para su creación, es necesario contar con una infraestructura adecuada así como un gasto considerable en actividades de Investigación y Desarrollo. Son tecnologías que provocan un elevado costo del factor trabajo. Generan un alto nivel de producción. Por lo tanto, estas tecnologías han sido desarrolladas en respuesta a necesidades, condiciones y posibilidades de los países altamente industrializados.

A diferencia de los países desarrollados, los países subdesarrollados la mayoría no cuenta con una infraestructura adecuada para el desarrollo y la adaptación de tecnología, con personal altamente calificado capaz de asimilar la tecnología importada y mercados amplios que absorban una producción elevada, imposibilitándolos para competir en el mercado internacional. La mano de obra es abundante, poco calificada y recibe ingresos bajos. No cuenta con suficiente capital y sus mercados internos son pequeños con baja capacidad de compra. De esto se deduce que las

tecnologías importadas de los países desarrollados no son adecuadas para un contexto totalmente diferente, debido a que estos bienes no han sido creados para satisfacer las necesidades tecnológicas del tercer mundo.

b) Restricciones en los contratos de compra de tecnología. Todo contrato o licencia de compra-venta de tecnología especifica las distintas obligaciones y cláusulas restrictivas que la firma licenciada se compromete a cumplir a cambio de los derechos que recibe. Con las restricciones, las firmas proveedoras de tecnología buscan salvaguardar los mercados bajo su control de posibles competidores. Por su parte, las empresas del tercer mundo que obtienen tecnología del exterior, mientras más débil sea su posición, más probable es que se vea forzada a aceptar condiciones restrictivas impuestas por la otorgante.

Dentro de las restricciones establecidas en los contratos de transferencia tecnológica sobresalen los siguientes:

- 1) Aproximadamente 1/3 de los contratos de licencia prohíben la actividad exportadora de la firma local.
- 2) La prohibición de exportar productos a ciertos países.
- 3) La estipulación de importar ciertas materias primas.
- 4) Utilizar ciertos insumos semiterminados.
- 5) La obligación de aplicar métodos de producción específicos.
- 6) Mantener en secreto los detalles del comercio.
- 7) Conceder las mejoras producidas localmente al vendedor extranjero de tecnología, esto es, el proveedor podrá apropiarse de las posibles innovaciones que se generen durante la utilización de la licencia. Por lo tanto, es claro que, durante la vigencia del contrato, la firma licenciada no realizará inversiones en investigación y desarrollo o las minimizará en el área en que licencia (un obstáculo a la actividad inventiva interna)

- 8) Se estipula el precio y origen de los insumos intermedios, las fuentes de abastecimiento de maquinaria y equipo.
 - 9) Un porcentaje que debe pagarse (entre el 10% y el 15%) sobre las ventas brutas.
 - 10) Los activos se transfieren casi siempre en forma transitoria y bajo contratos de alquiler, es decir, el tomador de una licencia no adquiere la propiedad de la tecnología. Los derechos sobre la tecnología transferida cesan al concluir el convenio.
 - 11) La prohibición total -en varios casos- de actuar a la finalización del acuerdo con tecnologías alternativas, para evitar la competencia que pueda hacerle la tomadora o bien, no fabricar ni vender (el producto) luego de la rescisión del contrato. En caso de violación (del mismo), deberá pagar una fuerte suma por cada producto vendido a la proveedora.
 - 12) Una vez vencido el contrato (el otorgante) podrá comprar la maquinaria de la firma local al precio inicial.
 - 13) Se prohíbe la entrada al servicio de otra sociedad que fabrique los productos licenciados dentro de los 5 años posteriores a la finalización del contrato.
 - 14) La información confidencial será accesible solamente a aquellos empleados cuyas obligaciones les requiera conocerlas y la tomadora deberá asegurarse que no la revelarán a terceras personas no autorizadas.
 - 15) De darse un conflicto legal, el arbitraje se realizará en tribunales del país que otorga la licencia.
 - 16) En el caso de una patente registrada por la tomadora, la otorgante se beneficiará de una licencia gratuita de explotación.
- c) Importación de tecnología obsoleta. Los países industrializados se ven obligados a percibir cada vez más la exportación de tecnología como un instrumento para prolongar el ciclo de vida de las tecnologías que, o bien

han llegado a una etapa elevada de obsolescencia, o bien, van a volverse obsoletas en un futuro muy cercano. La rápida obsolescencia de la tecnología acelera la transferencia de la misma.

"Con la introducción de la maquinaria nueva se suceden mejoras una tras otra. Por lo tanto, se desvaloriza continuamente gran parte de la maquinaria vieja o resulta totalmente inutilizable antes de haber consumido su periodo de circulación, o sea antes de que su valor reaparesca en el valor de las mercancías. Cuando más reducido es el periodo de reproducción, tanto menor es ese peligro y tanto mayor es la posibilidad que tiene el capitalista, después de que el valor de la maquinaria haya regresado a sus manos en un tiempo más corto, de introducir la nueva maquinaria perfeccionada y de vender barata la vieja; esta última puede ser empleada con utilidad por otro capitalista, ya que al principio entra en su producción como representante de una magnitud menor de valor" 144

Por lo tanto, la mayoría de los productos, procesos productivos y técnicas importadas por el tercer mundo llegan con cierto rezago temporal: son tecnologías previamente empleadas en el exterior, de segunda mano, obsoletas.

Por otra parte, es necesario "transferir máquinas que se han vuelto obsoletas o máquinas nuevas, pero resultado de procedimientos técnicos ya obsoletos, a las economías semi-

144 Marx, Karl: Capital y Tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863) trad. Alfonso García México, Editorial Terra Nova, 1980. Col. Economía y Sociedad, pag. 54.

industrializadas, con el fin de evitar el costo que implicaría su desecho" 145

Los países desarrollados planifican su obsolescencia propia ya sea maximizando el uso de su capital, materia prima y el empleo de la fuerza de trabajo, así como diversificando los patrones de consumo o uniformando el consumo según el caso. Alientan y planean el rezago primero y deslizamiento posterior hacia la obsolescencia de los demás (países, instituciones, empresas). El resultado permite a la innovación-desarrollo una ventaja inicial determinante para convertirse en monopolio.

Lo anterior es posible gracias a que disponen de información a través de los bancos de datos, mecanismo que permite encontrar no sólo la novedad por sí misma sino su análisis a través de todos los parámetros de apoyo que aparentemente no guardan relación con la innovación: créditos, bancos, seguros, impuestos, legislación, etcétera.

El investigador Amado Santiago nos remite a un ejemplo particular de la obsolescencia en un país subdesarrollado:

"Las exportaciones hacia México en 1975-1978 de equipo electrónico y aparatos científicos de tan sólo cuatro países (Estados Unidos, Japón, Gran Bretaña y Francia) tuvieron 83 novedades notables por mes. Esto significa que la mayor parte del equipo electrónico anterior a estos años era obsoleto en 1979-1980 y su competitividad con los equipos "novedosos" nos situaban (en México) en el campo de la instrumentación en el sendero de la obsolescencia" 146

d) Importación de tecnología a un costo económico elevado.

145 Salama, Pierre: Estado e Internacionalización de la tecnología en "Comercio Exterior" No. 5 vol., 31, mayo, México, 1981. pag. 558.

146 Santiago, Amado: Investigación, Invención, Innovación. México, UNAM, 1985. pag. 144.

En el tercer mundo es muy común que la compra e implantación de la tecnología se lleve a cabo con muy poco estudio y conforme a recomendaciones de proveedores de equipos o de consultores extranjeros. Los subdesarrollados casi no ejercen la selección de tecnologías; éstas les son impuestas por empresas transnacionales o bien, se adaptan con criterios de país desarrollado.

En la venta de la tecnología en "paquete", o también llamado acuerdo "llave en mano", el proveedor se compromete a suministrar todos los servicios e insumos necesarios para entregar una unidad productiva en plenas condiciones de trabajo. El proveedor no necesariamente suministra por sí mismo todos los insumos tecnológicos; muchos de ellos se obtienen en otras partes bajo la intermediación del proveedor. El proveedor otorga garantías respecto a la eficiencia y seguridad de las instalaciones; está a cargo de la puesta en marcha del "paquete" tecnológico.

Curiosamente, la transferencia "llave en mano" no siempre ha dado los resultados esperados en términos de costos, eficiencia y plazos de entrega. Se dan demoras, errores de diseño o de construcción, incluso fallas en su funcionamiento (con frecuencia son tecnologías experimentales) de modo que el país funciona como un banco de prueba para el nuevo proceso del proveedor.

El proveedor de tecnología, por su parte, prefiere vender proyectos "llave en mano" pues se maximiza el monto de bienes y servicios vendidos y se logra un precio más alto que si las partes del paquete se vendieran por separado, es decir, si el tercer mundo eligiera libremente la tecnología en el mercado internacional con diversos proveedores mediante contratos de licencia.

El poder de negociación de las empresas transnacionales dispuestas a transferir un "paquete" global de recursos (compuestos por capital operativo, tecnología industrial, métodos y técnicas de organización y comercialización, etc.)

radica justamente en las ventajas relativas de dicho paquete global por sobre posibles alternativas de origen doméstico. A esto se agrega la falta de información y capacidad negociadora por parte del sector público del país receptor.

Cuanto más débil sea su posición y cuanto menos información posea el demandante de tecnología de un país subdesarrollado acerca de las fuentes alternativas de tecnología y mientras mayor sea el costo de oportunidad -en términos de tiempo, riesgo y costo efectivo de diseño- de desarrollar tecnología independiente, más se inclinará a acatar los sobreprecios fijados monopólicamente por el otorgante de la licencia.

Aparte de pagar un precio muy elevado por la obtención del paquete tecnológico "llave en mano", el país demandante de tecnología tiene que pagar a su vez un precio considerable por concepto de permisos y licencias para la utilización de marcas y patentes, así como por la obtención de servicios de asesoría y asistencia técnica y la obtención de modelos y diseños productivos, representando una carga excesiva de regalías para el país, incidiendo negativamente en su balanza comercial.

De esta manera, la firma proveedora de conocimientos logra expropiar parte del excedente económico local al transferir al exterior una renta originada en la desigualdad del poder contractual que caracteriza a las transnacionales tecnológicas.

Tan sólo por concepto de pago de regalías "en 1970, México gastó 40 millones de dólares en actividades científicas y tecnológicas, es decir, menos de un dólar por persona, mientras que destinó más de 250 millones al pago de regalías por importación de tecnología" 147

e) Filiales de empresas extranjeras.

147 Dilmus, James: La planeación reciente de la ciencia y la tecnología en México, en "Comercio Exterior" No. 5 vol. 31, mayo. México, 1981, pag. 495.

Gran parte de la tecnología transferida es captada por el sector moderno, lo que genera elevados ingresos a costa del sector tradicional, que para ser competitivos tanto a nivel nacional como internacional, se ven en la necesidad de utilizar tecnología intensiva en capital con el fin de lograr costos de producción bajos y escalas elevadas de producción.

Dentro del sector moderno, los usuarios y demandantes principales son las filiales de empresas extranjeras.

La presencia de filiales de empresas extranjeras agrava aún más la situación económica y comercial del tercer mundo.

Las subsidiarias externas, por lo general, tienden a tomar tecnología, patentes, licencias y contratos de su casa matriz. De esta manera, las empresas transnacionales -o la casa matriz- logran mantener el control y las decisiones en función de la estrategia global y de la rentabilidad de todo el sistema transnacional, generándose así una pérdida de competitividad y de mercado nacional por parte de las empresas locales pertenecientes al tercer mundo.

Es de esperarse, por lo tanto, que las subsidiarias externas minimicen la utilización (y por ende creación y asimilación) de las tecnologías locales.

f) El sistema de patentes.

Uno de los mecanismos que hace posible la reducción de los requerimientos de aportación de tecnología es el sistema de patentes locales. Sin embargo, las patentes en el tercer mundo, entendidas como la representación de un contrato o negociación entre el inventor y la sociedad, donde el invento se hace público recibiendo a cambio, el autor, el derecho monopólico de usufructo del invento por un cierto número de años, se enfrentan a tres grandes obstáculos, los cuales impiden la realización de las aspiraciones de desarrollo económico de los países subdesarrollados.

El primer obstáculo es el control efectivo que ejercen las Empresas Transnacionales sobre las patentes locales. A manera de ilustración, tomemos el caso de México en el periodo 1970-1979:

"Así para el caso de México, tenemos que de 1970 a 1979 de 43,900 que registró la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, 23,095, o sea el 52.6% del total fueron registradas por nacionales de Estados Unidos Americanos; 4,625 (10.5%) se registraron por parte de Alemania Federal, y por nacionales mexicanos, 3,083 esto es el 7.02%. El resto de las patentes, o sea la tercera parte, acusaba un origen en países de diferentes partes del mundo".148

De esta manera, el control de dichas patentes bloquea la producción local; otorga relativa facilidad a las empresas transnacionales para manipular precios; impide la aparición de posibles competidores; le permite, al monopolio, retardar la aplicación de la tecnología, o patente, hasta el momento en que ésta le sea económicamente más favorable; Asimismo, protege su propio mercado. En resumen, las patentes en mano de las empresas transnacionales reprimen el uso de la tecnología en vez de fomentar su desarrollo en los países del tercer mundo.

Un segundo obstáculo es la pérdida del carácter protector del sistema de patentes. Debido a esto, las empresas prefieren recurrir a la táctica del secreto industrial. Entre las empresas extranjeras, los conocimientos técnicos no patentados son los mas frecuentes; se prefiere conservarlos como secreto de planta. Esto les permite reforzar su capacidad competitiva.

148 Briones, Albaro: Condicionantes sociales de la transferencia de tecnología vía inversión extranjera en la Ciencia, Tecnología y Desarrollo" - "Problemas del Desarrollo" No. 57. México, Revista Latinoamericana de Economía, UNAM, 1984. pag. 37.

Por otra parte, el secreto industrial de las innovaciones impide u obstaculiza a que otras empresas, ya sea locales o extranjeras, se beneficien de las ventajas que ofrecen dichos inventos alcanzados por otras empresas.

Por último, todas las patentes generadas en los países del tercer mundo son, en buena medida, concedidas a inventores independientes y sólo marginalmente a firmas locales. Estas últimas recurren por lo general a la obtención de patentes extranjeras. No obstante, los inventores ntes participan marginalmente en el proceso de reacion. producción y procesos productivos nuevos en el ámbito local. Esto se debe, entre otros factores, a que no dedican todo su tiempo a trabajar como inventores.

En general, la mayor parte obtienen sus ingresos de tras actividades. Con frecuencia trabajan con inversiones pequeñas y requieren habilidad mecánica antes que conocimientos profundos y complejos de una determinada ciencia. Sus inventos se concentran en áreas que demandan poco esfuerzo científico-técnico y en las que se requiere habilidad. Carece de recursos materiales, es decir, no cuenta con equipos adecuados o laboratorios en industrias de proceso. No cuenta con capital de riesgo.

Por sí fuera poco, existe una profunda desvinculación entre los inventores independientes y la industria local lo que dificulta la puesta en operación del invento. Una vez que logran la industrialización de los inventos, éstos se llevan a cabo de manera artesanal más que industrial, en pequeña escala y con una comercialización limitada.

Su actividad es cada día más difícil debido a la presencia de empresas transnacionales en su país. Estas últimas cuentan con capital, institutos de investigación y desarrollo, laboratorios y todo un equipo de investigadores multidisciplinarios para hacer frente a los riesgos de la invención.

En caso de plagio, los inventores independientes, técnica y económicamente no pueden defender su patente.

Así, el panorama de las patentes realizadas por los inventores independientes se presenta como deprimente y desalentador para el desarrollo económico tercermundista.

g) Los servicios de consultoría e ingeniería.

Es de fundamental importancia para el tercer mundo que cuente con un Sistema de Consultoría e Ingeniería que le permita el estudio de la tecnología que se transfiere para así poder evitar una importación de tecnología que pueda resultar inadecuada, restrictiva, obsoleta y costosa. El sistema de consultoría tiene a su cargo la organización de los conocimientos tecnológicos para determinados fines. Por ejemplo, en la etapa de preinversión, identifica, prepara y evalúa proyectos y selecciona las tecnologías apropiadas. La consultoría se auxilia de las diversas disciplinas como economía, ingeniería, derecho, ecología, etc., integrándose en un trabajo interdisciplinario para concebir y evaluar un proyecto con fines a tomar una decisión correcta. Empero, los parámetros pueden cambiar de valor en el futuro, variar los costos de los insumos o los precios de venta de los productos; surgir problemas inesperados, como una falla geológica, aparecer tecnologías mejores, etc. De modo que siempre hay incertidumbre sobre el resultado. El sistema de ingeniería, por su parte, utilizará los conocimientos y los aplicará con fines a desarrollar datos, documentos y dibujos -realizados por ingenieros, colaboradores, técnicos y dibujantes- tendientes a crear las instalaciones para realizar actividades económicas, adaptar o modificar la tecnología importada y optimizar y mantener las instalaciones ya existentes.

Por tanto, los servicios de consultoría como de ingeniería son cruciales para diseñar buenos proyectos ajustados a las necesidades y condiciones locales del tercer mundo.

A pesar de la importancia que tiene la existencia de los sistemas de consultoría e ingeniería en el tercer mundo, la mayoría carece de ellos; los ya existentes carecen de recursos económicos y de investigadores adecuados, son deficientes, lo que favorece la contratación de servicios de consultoría e ingeniería extranjeros lo que hace que se incremente aún más la dependencia y el costo de la transferencia de tecnología.

Sólo en muy raras excepciones se seleccionan los procesos y equipos por medio de un estudio sistemático de los diversos procesos alternativos y de la congruencia de éstos con el medio ambiente.

A menudo, se importa sin modificaciones la tecnología debido a que se requiere una menor inversión de tiempo en aspectos de consultoría e ingeniería. Ya que se parte de la idea de que son equipos y métodos tecnológicos ya probados.

En consecuencia, el proceso transferencial de tecnología, que se expresa en una importación de tecnología inapropiada a las condiciones locales del tercer mundo; una tecnología plagada de obstáculos y restricciones; obsoleta y costosa; aunada a la presencia de sucursales extranjeras y un control mayoritario de las patentes existentes, genera una situación de dependencia tanto a corto como largo plazo:

- La situación de dependencia a corto plazo arroja los siguientes resultados:

- a) Ahoga proyectos locales.
- b) Se produce una incapacidad del receptor para poder apropiarse y comercializar las mejoras que logre durante el proceso de asimilación y uso de las tecnologías importadas.
- c) Una mayor atadura por parte del receptor con el proveedor de tecnología al que recurrió.
- d) Se da una insuficiente utilización de la capacidad instalada.

- e) La importación de tecnología, en vez de complementar el desarrollo económico, desplaza a los factores productivos y a las actividades locales tanto agrícolas como tradicionales, intensivas en mano de obra.
- f) Funcionan las empresas locales a la zaga del proceso tecnológico internacional.
- g) Es poco lo que el aprendizaje local puede brindar como mecanismo de eliminación de la dependencia tecnológica.
- h) Se agrava la situación de la balanza de pagos y en particular el déficit externo del sector industrial.
- i) Se genera una descapitalización a corto y mediano plazo lo que limita radicalmente las posibilidades de inversión en Investigación y Desarrollo y diseño de tecnología adecuada a las condiciones locales, esto es, limita la capacidad de formación de capital y de desarrollo.

- A largo plazo:

- a) Aumenta el poderío del capital transnacional principalmente en sectores de tecnología avanzada.
- b) Depender, en mayor grado, de las importaciones de capital y tecnología de los países desarrollados; debido, entre otros factores, a que el empresario del país subdesarrollado busca (con la compra de tecnología) ajustar o transformar su proceso de producción a las condiciones óptimas de extracción de plusvalor que requiere la dinámica de competencia establecida a escala internacional más que contribuir al desarrollo del país en que se encuentra instalado.

Para terminar con la situación de dependencia del tercer mundo con respecto a la tecnología, dichos países buscan mejorar su posición negociadora frente a las transnacionales mediante el establecimiento de normas legales uniformes que se apliquen en todos los casos y que sean aceptadas incluso por las empresas extranjeras. Crear mejores sistemas de

consultoria e Ingeniería a cargo de un considerable grupo de expertos asesores y destinar mayores recursos financieros hacia los sistemas de Investigación y Desarrollo para la Ciencia y Tecnología local.

El logro de estos objetivos, sin embargo, es poco probable que se lleven a cabo, ya que la mayoría de los países del Tercer Mundo carecen de recursos económicos suficientes para echar a andar los proyectos que hagan posible la disminución de la dependencia tecnológica. No existe una capacidad económica y tecnológica que permita el enfrentamiento contra los proveedores de tecnología que mantienen una posición de fuerza financiera y tecnológica a nivel internacional.

En realidad, la transferencia de tecnología es otro elemento estratégico importante de las empresas privadas, particularmente de las transnacionales, que hace posible la expansión del capital en su proceso de internacionalización. Por otra parte, en un estilo imitativo de desarrollo que importa las pautas de consumo y los estilos de vida de los industriales, es casi imposible para los sistemas de Investigación y Desarrollo locales competir con los industriales en generar tecnologías mejores o diferentes para producir los mismos bienes y servicios.

3.- LA OBSOLESCENCIA TECNOLÓGICA

Para poder sobrevivir, mantenerse o predominar en el mercado internacional, así como para poder obtener un sobrebeneficio económico, las empresas, sobre todo transnacionales, buscan constantemente impulsar las innovaciones tecnológicas -las nuevas tecnologías son un ejemplo de ello-, lo que provoca un aumento constante en gastos dirigidos hacia la Investigación y el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

Con los elevados ritmos de innovación tecnológica se trata de conseguir, aparte de un mayor control y poder económico, la obsolescencia tecnológica ajena que haga posible la desaparición de los competidores, no importando que los equipos, procesos o productos que utilicen estén aún físicamente aptos. Lo que acontece es que, según Marx, "además del desgaste material, la máquina (entre otros elementos que conforman la tecnología) experimenta un desgaste moral, por así llamarlo. Pierde valor de cambio en la medida en que se puede reproducir máquinas del mismo modelo a menor precio o aparecen, a su vez, máquinas mejores que compiten con ella. En ambos casos su valor, por flamante y vigorosa que sea todavía, ya no estará determinado por el tiempo de trabajo efectivamente objetivado en ella, sino por el necesario para su propia reproducción o para la reproducción de las máquinas perfeccionadas. Por ende, se ha desvalorizado en mayor o menor medida. Cuanto más breve sea el periodo en que se reproduce su valor total, tanto menor será el riesgo de desgaste moral, y cuanto más prolongada sea la jornada laboral tanto más breve será dicho periodo. Al introducirse la maquinaria en un ramo cualquiera de la producción, surgen uno tras otro métodos nuevos para reproducirla de manera más barata y perfeccionamientos que no afectan sólo partes o aparatos aislados, sino toda la construcción de la máquina. De ahí que sea en el primer periodo de vida de la máquina cuando esé motivo particular de

prolongación de la jornada laboral opera de la manera más intensa. (turno doble, número coble de obreros)" 149

La obsolescencia tecnológica no sólo supone que los nuevos adelantos desplacen en cortos periodos a los instrumentos tecnológicos anteriores, ofreciendo incomparables mejoras en términos de precisión, productividad, rapidez, tamaños más manuales, menores costos, etc., sino que, paralelamente, desaparecen las posibilidades de reparación y mantenimiento de los instrumentos considerados económicamente ya obsoletos; ejemplo de ello lo podemos ver en los equipos para laboratorio:

"Hoy en día, la vida media de la mayor parte de los equipos para laboratorio fluctúa entre 5 y 10 años. Esto se debe a que los fabricantes continuamente 'mejoran' sus diseños, haciéndolos más atractivos, eficientes y fáciles de manejar. Para motivar a los compradores potenciales, suelen retirar del mercado, en forma paulatina, las piezas de repuesto que corresponden a los equipos existentes, de manera que el usuario científico se ve forzado a 'renovarse o morir'"150

Los problemas que generan las innovaciones tecnológicas no terminan aquí. La presión permanente en favor de la aceleración de la innovación tecnológica provoca que los perfeccionamientos se sucedan con tal rapidez que, innovaciones de suma importancia, se queden sin terminar en las manos de sus constructores porque inventos más afortunados los vuelven anticuados y obsoletos:

149 Marx, Karl: El Capital. Crítica de la Economía Política Tomo I, Libro 2 México, Siglo XXI Editores, 1975. p. 494.
 150 "Ciencia y Desarrollo" Revista Bimestral No. 71 año XII nov-dic. México, CONACYT, 1986 pag. 68

"Un ejemplo reciente es el del proyecto suizo de un sistema de telecomunicación digital que se suspendió en 1983, luego de haber gasto más de 220 millones de francos suizos (alrededor de 110 millones de dólares) en Investigación y Desarrollo. Fue tan rápido el cambio tecnológico, sobre todo en el aspecto de programas, que resultó imposible continuar los trabajos de desarrollo del IFS porque se consideró que ya habría sido obsoleto en el momento de instalarlo" 151

El desarrollo de las nuevas tecnologías ofrece al capitalista la posibilidad de colocarse al frente de la competencia económica internacional y a la vanguardia del desarrollo científico y tecnológico.

Para no quedar a la zaga del desarrollo tecnológico, los países del tercer mundo, por diferentes mecanismos, tratan de incorporar los nuevos avances, principalmente los referentes al campo de la electrónica, al proceso productivo interno. Esto se debe, entre otras razones, a que, con la electrónica, los equipos no reprogramables -y que son los más utilizados en el tercer mundo- sufren la obsolescencia en la medida en que queda obsoleto el producto. Por lo tanto, equipo, maquinaria o artefacto que no incorpore procesadores microelectrónicos serán considerados obsoletos en pocos años.

Sin embargo, para que los países del tercer mundo puedan incorporar los avances de la tecnología electrónica a su economía necesitan contar con una infraestructura industrial importante, un sistema de investigación y desarrollo para la ciencia y la tecnología propio de las economías más avanzadas y personal altamente capacitado, entre otros factores; por lo

151 Guransson, Bo: Una política para fortalecer la capacidad tecnológica nacional. El caso de las telecomunicaciones en Brasil, en "Comercio Exterior" No. 12 vol. 34 dic. México, 1984 pag. 1218.

tanto, son pocos los países del tercer mundo que pueden tener acceso a esta tecnología, aunque de manera limitada.

Por otra parte, los pocos países del tercer mundo que logran incorporar la tecnología informática a su actividad económica, se ven en la penosa situación de enfrentar nuevos problemas producto de dicha incorporación y el desarrollo acelerado que implica esta tecnología.

De entrada, la tecnología electrónica y computacional se caracteriza por su rápido desarrollo y transformación y, por consiguiente, el ritmo de obsolescencia es también acelerado. Para hacer frente a este cambio tecnológico, y a la obsolescencia, es necesario contar con suficientes recursos económicos, humanos y sobre todo informáticos -factores con los que el tercer mundo no cuenta- e invertir suficientemente y de manera continua en Investigación y Desarrollo Científico-Tecnológico.

Las innovaciones tecnológicas llevadas a cabo en los países desarrollados son cada vez más aceleradas y complejas. Esto provoca, en gran medida, que los modestos logros alcanzados por el aprendizaje o adaptación de tecnología moderna importada por el tercer mundo se vean anulados. No obstante, ello no impide que en situaciones específicas o en mercados particulares el aprendizaje doméstico haya permitido a firmas individuales alcanzar el nivel de las empresas extranjeras en el aspecto tecnológico y por lo regular ocurre en alguna subsidiaria local de una firma multinacional.

Al contar la tecnología electrónica con una tasa de obsolescencia muy alta, debido a la rapidez del progreso tecnológico en el sector, lo que provoca con cada innovación es una modificación tecnológica en "cadena" en todas las secuencias productivas; es decir, un cambio tecnológico en un sector de la electrónica induce a cambios en otros sectores de la misma, lo que obliga a reestructurar, sustituir o cambiar procedimientos productivos, insumos y productos como: maquinaria y equipo, insumos intermedios electrónicos,

materiales utilizados, las especificaciones de la fuerza de trabajo, así como el producto fabricado con dicha tecnología.

Por otra parte, crea nuevos sectores productivos y nuevas industrias vinculando a la electrónica con otras tecnologías y generando, a su vez, aplicaciones de equipo y dispositivos de la electrónica a las industrias básicas y tradicionales.

De esta manera, los sectores industriales, comerciales y de servicios del T.M. afectados por la electrónica, pasan a depender de los ciclos de producto y ritmo de innovación del sector electrónico. Es así que un cambio en algún sector, componente o producto electrónico provoca la obsolescencia en varias áreas donde la electrónica penetra.

Otro de los graves problemas a los que se enfrentan, y enfrentarán, las naciones subdesarrolladas es con respecto a los programas computacionales e informáticos impartidos en las instituciones educativas tanto superiores como privadas.

El hecho de que aparezcan en el mercado nuevas generaciones de ordenadores con nuevos lenguajes, programas y técnicas de utilización, así como nuevos avances en el ámbito electrónico hace que los cursos impartidos sobre utilización y programación de computadoras tiendan a volverse obsoletos en forma paulatina; desperdiándose, de esta manera, recursos, tiempo y esfuerzo invertidos. El avance en la actividad electrónica exige la necesidad de una información permanente; la obtención y actualización de nuevos conocimientos, cosa que a un país subdesarrollado le resulta una tarea muy difícil.

Para paliar este problema educativo, varias empresas extranjeras proveedoras de aparatos electrónicos en el tercer mundo, imparten cursillos especiales -como es el caso de la IBM- a los que acuden empleados de las empresas que han instalado o van a instalar un ordenador.

No obstante, mientras mayor sea el ritmo de avance tecnológico en una área de conocimiento científico-tecnológico y cuanto mayor sea la velocidad de difusión de

los progresos alcanzados, mayor resultará la obsolescencia tecnológica, y, por lo tanto, los programas académicos que conllevan.

Otro problema sobresaliente es el de la amortización. No son pocos los equipos, maquinaria e instrumentos electrónicos que son considerados obsoletos aún antes de haberse logrado amortizar los montos invertidos. Esto obviamente afecta a las empresas de los países subdesarrollados importadoras de dicha tecnología.

En resumen, los países subdesarrollados que no cuenten con la obsolescencia y los mínimos avances tecnológicos ante el gran desarrollo tecnológico sufrirán un desplazamiento.

Como se podrá observar, tanto el desarrollo científico y tecnológico, principalmente en el campo de la electrónica, como el ritmo elevado de obsolescencia que le acompaña, afectará de manera drástica el crecimiento económico, la actividad inventiva doméstica y la participación en el mercado internacional, de los países del tercer mundo. Por lo tanto, la búsqueda por superar el atraso económico con ayuda de la informática es, a corto y mediano plazo, inviable para muchos países subdesarrollados.

4.- LOS NUEVOS MATERIALES. EFECTOS EN EL TERCER MUNDO

Debido a la reestructuración industrial, la progresiva generalización de la aplicación de nuevas tecnologías y el afán por reducir su dependencia de importaciones de minerales y metales de uso general, provenientes del tercer mundo, los países desarrollados, y en particular las empresas transnacionales, tienden a desarrollar e intensificar el consumo de materias o productos sintéticos en detrimento del consumo de metales y otras materias primas naturales afectando, principalmente, a los metales de uso general (que conforman la abrumadora mayoría de las exportaciones mineras de la periferia). 152

Entre los metales de uso general sobresalen los siguientes:

- | | | |
|----------|-------------|----------|
| * hierro | * aluminio | * zinc |
| * cobre | * plomo | * estaño |
| | * manganeso | |

Por sus múltiples aplicaciones en diversas actividades industriales

152 Así, por ejemplo, "el silicio, utilizado en los sistemas de conexión convencionales, existe, ciertamente, en grandes cantidades en cualquier parte del mundo; pero para dotar a este semiconductor se precisan elementos raros como el galio o el indio, y para los conductos se necesita plata. De ahí que los Estados Unidos dependan del tercer mundo respecto al suministro de materias primas para la tecnología de los semiconductores. Es lógico que busquen el modo de cortar esta dependencia, y por ello invierten muchos millones de dólares en la búsqueda de un sucedáneo económico de esos metales tan caros. Hay elementos muy prometedores en ese campo, entre ellos, los polímeros orgánicos, capaces de conducir la electricidad. Los ensayos realizados en tal sentido con algunos de estos permiten esperar que los elementos de conexión con moléculas orgánicas puedan ponerse en acción prácticamente en los próximos años" Gergely, Stefan: Micro electrónica. Las computadoras y las nuevas tecnologías. España, Salvat Editores, S.A., 1985 (Biblioteca Científica Salvat) pag. 68.

Otros metales principales son:

- acero
- aluminio
- aceros y aleaciones especiales:
 - * cromo
 - * tungsteno
 - * vanadio
 - * níquel
 - * cobalto
 - * niobio
 - * molibdeno

Entre las industrias que más hacen uso de metales y minerales se encuentran:

- las industrias pesadas
- la industria eléctrica
- la industria de la construcción
- la industria de bienes de consumo duradero
- la industria química
- la industria militar
- la industria manufacturera
- la industria de bienes de capital.
- la industria del transporte
- la industria de comunicaciones

Los países desarrollados más avanzados gozan de ventajas absolutas sobre el resto de los países para la fabricación de sustitutos sintéticos o "nuevos materiales", debido a la dotación de factores tales como capital, personal calificado y una ciencia y una tecnología muy desarrolladas. Gracias a estos elementos ha sido posible la sustitución del uso de metales de uso general más antiguo por metales "ligeros", el uso de metales de usos especiales y aleaciones de alta resistencia; así mismo, se ha incrementado el uso de materiales o metales de alta tecnología como son:

- * Silicio, berilio, tantanio (en componentes electrónicos)
- * Zirconio, tantanio, antimonio (en cerámicas industriales)
- * Cromo, tungsteno, vanadio, titanio, zirconio (en instrumentos y maquinaria especial).

- * Cobalto, molibdeno, niobio, vanadio, berilio, titanio (en aplicaciones militares).
- * Berilio, zirconio (en reactores nucleares)
- * Cobalto, níquel, molibdeno, vanadio, titanio, zirconio (en química especializada)

Los nuevos materiales cerámicas finas, la fibra óptica (varilla de cristal o plástico), aleaciones superconductoras, materias compuestas (combinación de metales, plásticos, cerámicas y fibras ópticas y los plásticos (síntesis o unión de diversas sustancias químicas u orgánicas naturales)-ofrecen las siguientes ventajas en comparación a los metales de uso general importados del tercer mundo: son ligeros, resistentes al calor y a la intemperie, de gran durabilidad y fuertes; resisten el óxido y la corrosión; consumen poca energía y mejoran la calidad de los productos; permiten el desarrollo de nuevos productos y diseños (por ser maleables).

Por otra parte, se reduce la dependencia de metales, se abaten los costos de los materiales dándose una sustancial economía de metales; esto provoca un impacto favorable sobre la productividad y la rentabilidad.

La aplicación de los nuevos materiales en la actividad económica de los países más desarrollados, debido a las grandes ventajas que conlleva, repercutirá invariablemente en las exportaciones y, por lo tanto, en la entrada de divisas, del tercer mundo. Ejemplos de esta reducción exportadora lo podemos ver, en el caso del uso de las cerámicas finas y en la aplicación en las telecomunicaciones de las fibras ópticas:

"Las cerámicas finas están avanzando hasta un punto en el que comienzan a sustituir a los metales en no pocos campos. A su favor cuentan con que algunas son más duras, ligeras y resistentes al calor, el óxido y la corrosión.

Además, resultan más baratas, pues la base de su fabricación- arena, arcilla, etcétera- se encuentra en la naturaleza en grandes cantidades" 153

Las fibras ópticas, propagadores de energía luminosa, con gran capacidad de información e imposibilidad a las interferencias electromagnéticas, su aplicación ofrece grandes ventajas y potencialidades con respecto al tradicional cable de cobre o axiales. Debido a esto, "se da la carrera de las compañías de larga distancia a instalar fibras ópticas entre áreas que han experimentado un tráfico telefonico muy pesado. Este periodo es de reemplazo del cobre por cables de fibra. Las compañías telefónicas locales instalarían circuitos telefónicos locales. Además, la tecnología misma de cables, socava la producción y la demanda. Los nuevos cables son tan eficientes, y las nuevas tecnologías de información han comprimido tanto la información que se requieren menos transmisiones por línea. Anteriormente la información era transmitida entre 45 y 90 millones de bits por segundo, con la perspectiva de alcanzar pronto los 1 a 6 mil millones de bits. Evidentemente, dicho desarrollo disminuye la demanda de cable". 154

De esta manera, el uso de fibras ópticas en sustitución del cable de cobre, influirá de manera adversa en la evolución de los mercados de cobre primero, así como del cobre refinado, del alambtrón y en los cables de cobre en los países exportadores del tercer mundo.

El avance en el desarrollo de los "nuevos materiales" permitirá la reducción en el uso de metales en los países desarrollados y afectará la entrada de divisas en el tercer mundo. Esta elevación de barreras tanto técnicas como

153 De Arcos, Alvaro Nuevos materiales en "Muy Interesante" Revista mensual año VIII No. 7 1991. pag. 52.

154 Schulze, Peter: Tecnologías de la información: alianzas estratégicas ante una competencia más aguda en "Cambio estructural y producción de ventajas comparativas" comp.: Isaac Minian. México, CIDE, 1986 pag. 211.

financieras repercutirá en sus balanzas de pagos y en las capacidades nacionales de inversión afectando, a mediano y largo plazo, la competitividad internacional de la producción del tercer mundo, principalmente a los países exportadores de minerales y metales de uso general que dependen en gran medida, para su desarrollo económico, de este recurso natural.

No obstante, por un buen tiempo, los países desarrollados continuarán necesitando los minerales de la periferia, pese a la tendencial declinación de sus tasas de crecimiento de demanda de metales de uso general.

Sin embargo, el patrón de industrialización de los países del tercer mundo basado en la exportación minera hacia las naciones desarrolladas se proyecta inviable en el largo plazo, tanto por la necesaria reorientación del destino principal de los minerales de uso general hacia la misma periferia, como por su creciente incapacidad para generar ingresos de exportación suficientes para financiar el crecimiento. Por lo tanto, las perspectivas de desarrollo económico a futuro son desalentadoras.

5.- LA BIOTECNOLOGIA. EFECTOS EN EL TERCER MUNDO

Se afirma, de manera demagógica, que la Biotecnología beneficiará en gran medida a la economía en general y, sobre todo, a los países del tercer mundo en rublos tales como la salud, el desarrollo agrícola y ganadero, energéticos, en la producción minera, en procedimientos industriales, control de la contaminación, etc.

Sin embargo, la aplicación y desarrollo de la Biotecnología exige enormes montos de capital para invertir en la investigación fundamental y aplicada y el desarrollo. Quienes cuentan con este requisito son precisamente las empresas transnacionales, industriales y financieros, los gobiernos y las universidades e institutos de investigación (financiados por la industria y el estado) del mundo desarrollado.

Todos ellos buscan, de manera determinante, obtener productos, métodos o procesos con un potencial económico, es decir, realizar investigaciones que prometan, a corto y mediano plazo, una rentabilidad económica. Por tanto, hay pocos incentivos en la investigación de un proyecto que haya de tener sus mayores mercados en países escasos de dinero. Para ilustrar esta tendencia, tomemos el caso de la producción de una vacuna para la malaria (que beneficiaría sobre todo al continente africano) financiada por la OMS:

"Un inquietante ejemplo de las tensiones que se suscitan entre el beneficio y la preocupación por la salud pública se basa en las investigaciones realizadas en la producción de una vacuna para la malaria. El trabajo realizado en la Universidad de Nueva York fue parcialmente financiada por la Organización Mundial de la Salud, la cual, como es obvio, exige que el resultado de la investigación sea público. La empresa

californiana de tecnología Genetech tenía gran interés en colaborar en el desarrollo de la vacuna, pero cuando quedó claro que no iba a recibir una patente en exclusiva para la vacuna, menguó su interés al tiempo que expresaba dudas acerca del futuro técnico del proyecto" (a)

Aparte de invertir en productos, procesos o métodos que generan ganancias, las empresas transnacionales, gobiernos, universidades e institutos de investigación buscan obtener, mediante el desarrollo y la aplicación de la Biotecnología, productos que sustituyan, de manera favorable, a los productos naturales, principalmente agrícolas, importados del tercer mundo.

Actualmente se han logrado notables avances en los productos sintéticos o sustitutos. Entre ellos sobresalen los productos que sustituyen a los productos naturales agrícolas como el azúcar, el café, el cacao, la soya, el caucho y gomas vegetales, entre otros, generando un mayor aprovechamiento de los recursos locales de los países industriales.

Estos sustitutos tienen la característica de ser de mejor calidad, más baratos, abundantes y competitivos en el mercado internacional.

Así por ejemplo, se han producido edulcorantes -como el ASPARTAME (producto biotecnológico) 200 veces más dulce que el azúcar -como sustitutos de la remolacha y del azúcar de caña, como la sacarosa, y la fructuosa más dulce que la sacarosa, que se encuentra en las frutas y la miel.

Aparte de los edulcorantes, la Biotecnología ha elaborado el "Jarabe de maíz", con alto contenido de fructuosa, que se extrae precisamente del maíz.

(a) Prentis, Steve: Biotecnología. Una nueva revolución industrial, España, Salvat Editores, S. A., 1989 (Biblioteca Científica Salvat No. 67) pags. 247-8.

También se ha producido, con la ayuda de microorganismos, un espesante para la industria de alimentos llamado goma xantana; este producto puede sustituir favorablemente a las gomas vegetales.

Asimismo, se han producido las llamadas proteínas unicelulares basadas en el metano (a través de la fermentación microbiana) como sustitutos en la dieta humana, con un nivel protéico superior al del frijol de soya.

La creación y desarrollo de productos derivados de la Biotecnología (que hacen posible la sustitución o remplazo de los productos naturales por productos sintéticos) a permitido a los países desarrollados ser más independientes de los suministros provenientes del tercer mundo.

Por su parte, los países del tercer mundo, que para su crecimiento y desarrollo económico así como para hacer frente a los pagos del servicio de la deuda y las necesidades de importaciones de productos manufacturados, dependen de la producción y venta de productos primarios sobre todo agrícolas, verán reducidos de manera considerable sus ingresos o divisas producto de la venta de dichos productos a los países desarrollados, esto es, disminuirá su participación relativa en el comercio internacional provocando la pérdida parcial o total de las ventajas comparativas, debido a la introducción de nuevos productos Biotecnológicos sustitutos.

Economías como la República Dominicana, Filipinas, Cuba o México (Veracruz) han visto reducirse drásticamente las ventas de azúcar hacia el mercado de los países desarrollados y por tanto, sus ingresos diezmando sus economías.

El caso más dramático puede observarse en la República Dominicana:

"Para esta nación, la producción de azúcar representa el 40% del total de sus exportaciones, el 12% del total de las áreas cultivadas y el 60% ~~del~~

empleo del total de la fuerza laboral. El principal mercado para esta industria es Estados Unidos, quien redujo drásticamente en 1983 y 1984 sus importaciones de azúcar. El retiro obedeció al establecimiento de medidas proteccionistas destinadas a favorecer de hecho el consumo masivo del nuevo sustituto artificial del azúcar (isoglucosa)... con ello la República Dominicana dejó de percibir aproximadamente 60 millones de dólares anuales" (b)

Lo mismo acontece con las exportaciones de azúcar de Filipinas:

"Para el tercer mundo difícilmente se puede considerar una fuente de divisas. Por ejemplo, el ingreso por exportaciones de azúcar en Filipinas disminuyó de 657 millones de dólares en 1980 a 316 millones de dólares en 1983 y para 1984 se esperaba recabar solo 93 millones" (c)

Por el lado de las importaciones de azúcar por parte de naciones como la norteamericana o la japonesa, los resultados económicos fueron los siguientes:

"En 1981, en Estados Unidos, fue posible sustituir 1.8 toneladas de azúcar de importación gracias al jarabe ("jarabe de maíz") y en Japón la cifra ascendió a 400.000 toneladas. Los Estados Unidos siguen importando alrededor de 4 millones de toneladas al año y Japón cerca de 1.7 millones de toneladas. Sin

(b) Tangelson, Oscar: Revolución Tecnológica y Empleo en "Economía de América Latina" No. 13 México, CIDE, 1985.
 (c) Junne, Gerd: Nuevas Tecnologías en "Revista Mexicana de C. P. S." No. 121 año XXXI jul-sep México, UNAM, 1985.
 pag.57.

embargo, quizá parte de esto también puede suplirse en el futuro." (d)

"La tecnología enzimática -dice Elda Montiel- impacta hoy en día una amplia gama de industrias, como la alimentaria, a grado tal que los precios internacionales del azúcar de caña han caído drásticamente, pues a partir de la producción de un nuevo edulcorante extraído del almidón de maíz, países como Estados Unidos, Canadá y Japón, han sustituido, hasta en un 40% el consumo del azúcar de caña". (e)

La sustitución de productos naturales por productos sintéticos, aparte de restar divisas al tercer mundo, afectando su desarrollo económico-social, provoca el abatimiento de los precios beneficiando, aún más, el desarrollo económico de los países industriales y en particular a las grandes empresas transnacionales.

Las consecuencias de esta disminución de las exportaciones es el abatimiento de los precios y, por tanto, la disminución en las divisas generando una mayor dependencia económica hacia los países desarrollados a la par de un estancamiento económico a nivel interno de cada país subdesarrollado.

Sólo un pequeño grupo del tercer mundo podrá mantenerse o aprovechar los avances de la Biotecnología dejando al resto con brechas crecientes de pobreza, y serán aquellos que cuenten con un capital suficiente para desarrollar modestamente algunos de los avances obtenidos en el campo de la Biotecnología. Los países restantes del tercer mundo tendrán que buscar nuevos mercados para sus productos sin dejar de contar, por desgracia, con la competencia de los

(d) Idem. pag. 57.

(e) Montiel, Elda: Tecnología Enzimática en "Gaceta UNAM" México, 1988. 8/septiembre.

productos sintéticos puestos en venta por las transnacionales en dichos mercados.

Por otra parte, la sustitución de productos naturales por productos sintéticos, al reducir las exportaciones de los países subdesarrollados, se verán afectados necesariamente los puestos de trabajo de las personas que viven de los productos primarios y que se caracterizan por ser productos tradicionalmente intensivos en mano de obra. Por lo que se refiere a la producción azucarera: "En el tercer mundo cerca de 50 millones de personas viven de la producción azucarera, de las cuales, alrededor de 10 a 15 millones se sostienen de la producción para la exportación. En México, por ejemplo, dependen alrededor de 6 millones y en Filipinas 3 millones " (f)

C A P I T U L O I V

"La capacidad tecnológica es un instrumento para alcanzar un estado de desarrollo social y económico que asegure una justa distribución de la riqueza."

Dr. Guillermo Soberón Acevedo
Ex-rector de la Universidad -
Nacional Autónoma de México.

I. CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DEL TERCER MUNDO

1) Situación económico-social del Tercer Mundo.

La mayoría de los llamados países del Tercer Mundo o subdesarrollados, se caracterizan por ser naciones con una estructura económica, política, social y cultural atrasada. A este bloque pertenecen las 2/3 partes de la población mundial.

El término Tercer Mundo es "la designación buscada originalmente en la década de los cincuenta por naciones africanas y asiáticas emergidas del status colonial y originalmente se usa como la forma de un tercer bloque distinto del comunista y de los países occidentales. En suma, el Tercer Mundo está formado por países subdesarrollados de todos los continentes; (...) el neologismo (...) resulta ser peyorativo y/o despectivo" 155

En lo tocante a la industria, ésta se divide en dos polos o sectores: la industria moderna o dinámica y la industria tradicional.

La industria moderna se caracteriza por utilizar tecnología avanzada o de punta y personal altamente calificado; por llevar a cabo un sostenido esfuerzo de Investigación y Desarrollo en ciencia y tecnología, lo que le exige la necesidad de una gran inversión. Tiene una elevada productividad y los ingresos y salarios son altos. Una fuerte concentración de capital. Se orienta básicamente hacia la producción de bienes de capital como: maquinaria agrícola, motores, calderas, tractores, locomotoras, equipo de transporte, aviones, camiones de carga, partes de equipo, automóviles, bienes electrónicos sofisticados, maquinaria eléctrica y no eléctrica, minerales metálicos y no metálicos, productos químicos, petróleo y derivados, gas natural, electrodomésticos, productos agroindustriales, textil de fibras sintéticas, etc. y bienes intermedios como: productos químicos, plásticos, vidrio, cemento, papel, acero, aluminio, caucho, derivados del petróleo, hilados y tejidos de algodón, abonos y fertilizantes.

Los mercados para sus productos son grandes y, por lo general, produce para la exportación.

La característica principal del sector industrial moderno es la utilización intensiva de capital con baja participación de mano de obra en el proceso productivo.

La industria Tradicional se caracteriza por utilizar tecnología no muy compleja y de bajo costo (escasa capacidad tecnológica). Su personal es poco calificado. No existe un sostenido esfuerzo de Investigación y Desarrollo para la

ciencia y la tecnología, por lo tanto, la inversión es menor. Tiene una productividad y beneficios bajos. Los salarios son de subsistencia. La concentración de capital también es baja. Se orienta básicamente a la producción de bienes no durables y bienes de consumo como: productos alimentarios, calzado, prendas de vestir, textiles, tabaco, confecciones, imprenta, bebidas, cuero, madera, muebles, corcho, papel, hilados y tejidos.

Los mercados para sus productos son limitados y estrechos. Por lo general produce para el mercado interno.

La característica principal del sector industrial tradicional es: la utilización intensiva de mano de obra con una elevada explotación de la misma (largas e intensas jornadas de trabajo) y la baja utilización de tecnología en el proceso productivo.

En los países subdesarrollados, la participación de las industrias modernas es baja en la economía, es decir, abarca sólo a una minoría de la actividad total. A menudo, éstas industrias son de propiedad extranjera (transnacionales). En el caso de las industrias tradicionales, aproximadamente el 75% del total de los establecimientos industriales están conformados en pequeñas y medianas industrias. Su participación en el Tercer mundo es considerable.

La riqueza del sector moderno es a la vez causa y efecto del atraso del sector tradicional y rural. La acumulación de capital se logra a expensas del segundo.

La industria, -tanto moderna como tradicional- depende, para su desarrollo, en alto grado de las importaciones de bienes de capital y de crédito extranjero, mostrando su escaso nivel de competitividad a nivel internacional.

En varios países del Tercer Mundo predomina el sector agrícola; por lo tanto, cuenta con una considerable población rural. La tasa de productividad de este sector es baja. No cuenta con suficiente dotación de capital, y su tasa de crecimiento es lenta.

Una agricultura de subsistencia y a pequeña escala con bajos niveles de ingreso, incluso más bajos que los urbanos, la falta de crédito para el campo, el atraso técnico, la falta de personal calificado y un mercado limitado y estrecho, son características del subdesarrollo agrícola y causantes, entre otros, de un aumento considerable de la desocupación rural (migración) y una elevada concentración de la tierra en pocas manos.

Por lo que respecta al comercio, las exportaciones de la mayoría de los países del Tercer Mundo para el mercado mundial son productos agrícolas como: carne, bebidas, lácteos, azúcar, algodón, plátano, café, cacao, arroz, trigo, aceite, frutas y legumbres, etc.; minerales como: cobre, caucho, plata, acero, cemento, hierro, salitre, estaño, plomo, etc. y materias primas como: textiles, tabaco, calzado, madera, corcho, papel, cuero, hilados y tejidos, abonos, fertilizantes, imprenta, artículos para la

construcción, vidrio, resinas sintéticas, fibras artificiales, prendas de vestir, entre otras.

Para financiar su crecimiento económico, como podrá notarse, éstos países dependen de la monoproducción, es decir, de la producción de un pequeño número de productos primarios y minerales como principal fuente de divisas:

"De un total de 81 países subdesarrollados, 69 países continúan siendo, en el 80%, exportador de productos primarios. Actualmente, cuando menos 25 países pobres dependen de un sólo producto -materias primas en todos los casos- para obtener más de 50% de sus ingresos de divisas" 156

Gran parte de los países subdesarrollados, ante la incapacidad de producir bienes de capital, alimentos y productos elaborados o manufacturados, se ven en la necesidad de importarlos.

Esto trae como consecuencia una relación de intercambio comercial desigual con el exterior, esto es, una relación de precios de los productos primarios y manufactureros baratos contra productos o bienes de capital y bienes sofisticados caros (deterioro en las ventajas comparativas), dando como resultado una transferencia permanente de valor de las naciones subdesarrolladas hacia la metrópoli. Lo mismo

sucede con el intercambio de productos entre la Industria Dinámica y la Industria Tradicional al interior de cada país tercermundista.

El deterioro de las ventajas comparativas y la consiguiente escasez de divisas, obstaculiza el crecimiento económico de éstas naciones.

En materia de ciencia y tecnología, no son pocas las naciones subdesarrolladas que carecen de una infraestructura adecuada para la creación, desarrollo, aplicación y adaptación de la ciencia y la tecnología.

Cerca del 90% del gasto en Investigación y Desarrollo de la ciencia y la Tecnología es financiado por el Estado; No obstante, su participación en el proceso de creación de tecnología, es débil. Mas del 90% del gasto en I y D a nivel mundial se lleva a cabo en EU, Japón y Europa y éste se destina a la solución de los problemas de interés de los países desarrollados 157. La investigación científica y tecnológica se lleva a cabo en las instituciones de investigación del gobierno y en las universidades.

La participación del sector privado, en lo referente a los gastos de investigación y Desarrollo para la Ciencia y

157 "De un total de gasto en investigación y desarrollo de cerca de 96 500 millones de dólares en 1973, solamente 2.9% correspondió a los países en vías de desarrollo; en cuanto al número de investigadores, representó el 12%. A América Latina correspondían 0.94% y 2% del total respectivamente." Bueno, Gerardo: El desarrollo tecnológico: sus relaciones con la evolución de América Latina en "Comercio Exterior" No. 5 vol. 31 mayo. México, 1981.

la Tecnología, es mínima debido, entre otras razones, a su falta de interés en estas actividades.

La poca investigación, llevada a cabo por las universidades e institutos de investigación, tiene escasa vinculación con los problemas y necesidades de la actividad productiva, debido a que los nexos entre la participación gubernamental, las universidades y la industria, son débiles o inexistentes. Esto limita el aprovechamiento pleno de los recursos humanos y financieros -ya de por sí precarios- invertidos en la infraestructura científica de los países tercermundistas.

Las instituciones de investigación y las universidades se enfrentan, para su desarrollo, con una serie de limitantes como son: la falta de personal calificado (profesores, investigadores, técnicos, científicos, etc.); la falta de equipo moderno (el existente es pequeño, insuficiente, mal equipado y en ocasiones obsoleto); laboratorios precarios; escasos recursos financieros; una investigación por lo general, de carácter imitativo; la subordinación a organismos burocráticos que asignan pequeños montos monetarios para la investigación o bien, que realizan cortes presupuestarios con frecuencia; el lento e inadecuado desarrollo de los sistemas educativos; investigación poco vinculada a la docencia; la importancia que se le dá a la investigación fundamental o básica frente a la aplicada; el bajo nivel educativo; entre otras.

A los problemas de la falta de una infraestructura científica y tecnológica adecuada, el reducido gasto que se realiza en investigación y desarrollo para la ciencia y la tecnología, la escasa o insignificante conexión que existe entre los institutos de investigación, el gobierno y la empresa para llevar a cabo la creación y aplicación de la investigación y desarrollo científico-tecnológico y los obstáculos y limitaciones a los que se enfrentan las universidades e instituciones de investigación, se suma la grave situación por la que atraviesa el personal calificado que trabaja en las universidades e institutos de investigación, en lo que se refiere a los ingresos monetarios y a las condiciones de trabajo que se les ofrecen.

Por una parte, tanto investigadores y científicos como profesores, se enfrentan a la escasez de recursos financieros que se destinan a la investigación y al campo académico, lo que repercute en la calidad de la enseñanza que se imparte (la educación demasiado académica y poco práctica) y en los proyectos de investigación que se llevan a cabo, y a la excesiva burocratización característica de estas instituciones.

Por otra parte, el personal calificado cuenta con débiles estímulos, tanto económicos como políticos, y bajos salarios, aunado a grandes cargas de trabajo tanto académicas como administrativas. Si tomamos en cuenta la inflación por la que atraviesan las naciones

subdesarrolladas, el panorama es aún más grave. Esto limita la posibilidad de progreso social para el investigador y personal docente y el avance científico y tecnológico en el tercer mundo.

Ante esta situación, muchos profesores e investigadores se ven en la necesidad de aumentar los ingresos con trabajos externos (lo que hace imposible la investigación) o bien, se orientan hacia los puestos públicos -mejor recompensados- que hacia la investigación.

Por otra parte, es frecuente observar la llamada fuga de talentos o emigración de personal calificado hacia los países desarrollados, como Estados Unidos, que ofrecen buenas condiciones de trabajo, salarios altos e incentivos y equipo moderno. Esto trae como consecuencia: el abandono de proyectos de investigación (afectando la solución de problemas nacionales) la pérdida de capital humano (representado en trabajo y recursos invertidos en la formación del investigador) y la pérdida de dinero, tiempo, equipo y locales invertidos en el país en cuestión. 158

158 Durante la segunda mitad de los años 60 y principios de los 70 se llevan a efecto golpes de estado en varios países latinoamericanos; entre ellos Brasil, en 1964; Chile y Uruguay, en 1973 y Argentina, en 1976.

Tras los golpes de estado, se implantan regimenes politico-militares caracterizados por la persecución sistemática de todo opositor al regimen establecido y, principalmente, a los intereses extranjeros y monopólicos.

Entre los sectores más golpeados y perseguidos por los regimenes militares se encuentran las universidades e institutos de investigación, como lo muestran el caso de Uruguay y Brasil:

"En junio de 1973, el presidente electo en el Uruguay en el acto comicial de 1971 con el 22% de los sufragios emitidos, apoyado por los tres comandantes de las Fuerzas Armadas,

disolvió el Parlamento e instaló en el país un estado terrorista en el que las normas constitucionales y legales fueron suplantadas por la coacción violenta y el terror, impuesto a los habitantes de la República por medio de la prisión, la tortura y la muerte, (...) En septiembre de 1973, tres meses después del golpe de estado (...) se encarceló al rector y a todos los decanos de las facultades, y se intervino la Universidad para comenzar una era de persecución y decadencia cultural y científica que, a dos años y medio de aquella fecha, conserva plena vigencia. Debe notarse que la Universidad de la República era la única en el país. No había otros institutos, públicos o privados, de enseñanza superior por lo cual toda la formación de profesionales, y la abrumadora mayoría de la investigación científica y tecnológica que se realizaba en el país, dependían de esa institución. (...)

En la Facultad de Agronomía (...) De los ciento cincuenta docentes que tenía la facultad, ciento treinta, es decir, el 87%, han renunciado o han sido destituidos.

En la Facultad de Ingeniería, doscientos cincuenta y nueve de los trescientos ochenta y nueve cargos docentes existentes, permanecían vacantes en junio de 1975. Es decir, un 67% de los profesores y docentes auxiliares que la Facultad tenía, ha sido eliminado. Han desaparecido, así, institutos enteros, como el de Matemática, el de Electrotécnica, el de Ingeniería Civil y el de Ingeniería Mecánica. El de Física ha perdido el grupo principal de sus profesores e investigadores, funciona en forma precaria con personal sin preparación académica...

En la Facultad de Ciencias Económicas, se destituyó a todo el personal, unas veinticinco personas que actuaban en el Instituto de Economía...

El Instituto de Ciencias Sociales de la Facultad de Derecho fué cerrado, y en la Facultad de Humanidades y Ciencias se expulsó al personal docente de los Institutos de Historia, Filosofía, Historia de las Ideas, Filosofía de la Historia, Literatura Uruguaya, etc....

En la Facultad de Arquitectura, de doscientos cargos de enseñanza e investigación, noventa, es decir, el 45%, permanecían vacantes en julio de 1975, como consecuencia de expulsiones y renunciaciones." Oscar J. Maggiolo: La Universidad Uruguaya bajo la dictadura en "Deslinde" No. 86, México, UNAM, 1977, pags. 3-7.

Según M. Nussenzevig, físico brasileño, "después del golpe de estado en 1964 (en Brasil) se desencadenó una avalancha de persecuciones políticas en muchas universidades e institutos donde se instalaron Comisiones de Investigaciones Militares, sometiendo a los profesores, frecuentemente a un trato humillante. Los científicos, en su mayoría ajenos a la política, fueron interrogados y arrestados. Muchos fueron exonerados. "Colegas" a los que siempre había molestado la presencia de investigadores entre ellos, se apresuraron a denunciarlos como "subversivos".

Otro de los problemas que aquejan a varios países subdesarrollados, es el despilfarro de capacidad científica y tecnológica que se tiene por parte de su personal calificado.

Las instituciones universitarias preparan más profesionistas -con deficiencia académica- de los que la actividad productiva puede absorber, provocando el desempleo y la fuga de cerebros. A su vez, se desperdicia la población femenina con una formación técnica o universitaria que se prepara y no se incorpora permanentemente a la actividad productiva, dedicándose exclusivamente a la actividad doméstica.

Asimismo, la mayoría de los posgraduados se realizan en el extranjero en condiciones de trabajo totalmente diferentes a las del país al que pertenecen.

Existe una falta en la demanda de investigación, tanto del gobierno como de los industriales (que no muestran interés por las actividades de los consejos científicos y tecnológicos), para estimular a la comunidad científica nacional debido, entre otras razones, a que la economía del

En muchos institutos, el clima de terror y suspicacia hizo imposible toda actividad de investigación. Como resultado, muchos científicos dejaron el país." citado por José Leite López La ciencia y el dilema de América Latina 3a ed.

México, Siglo XXI Editores, en 1978, pag. 5.

Las dictaduras militares diezmaron y produjeron el éxodo de muchos de sus talentos; aquellos científicos que permanecieron en su país fueron frecuentemente hostigados por las autoridades.

La represión, el arresto y la tortura en América Latina fueron algunos de los elementos que propiciaron el atraso y la dependencia, con respecto al conocimiento la ciencia y la tecnología, hacia los países desarrollados.

Tercer Mundo se basa en actividades agrícolas, mineras e industriales que no requieren de sus universidades ni de la formación de científicos y técnicos de alto nivel. Esto da como resultado un escaso o ningún progreso tecnológico

En general, el desarrollo económico y la modernización del aparato productivo se apoya en la importación de tecnología (en no pocas ocasiones cara, inapropiada o inadecuada). Esta tecnología importada, ya sean bienes de capital o la adquisición del uso de patentes, marcas y asesoría técnica, exige gran inversión de capital; son demasiado sofisticadas, lo que ocasiona problemas de mantenimiento y reparación; satisfacen necesidades de élites locales; no corresponden a la demanda, ya que no existen mercados masivos para absorber los altos índices de producción. A estos inconvenientes se agrega la incapacidad nacional para absorber la tecnología importada.

2) El avance Científico y Tecnológico. El caso de México.

En México, es a partir del periodo posrevolucionario cuando se pretende la búsqueda por la creación de una infraestructura científica y tecnológica interna, principalmente, durante el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas.

El país se encaminaba hacia la industrialización, con la finalidad de buscar una supuesta independencia económica,

y para su sostenimiento, era necesario crear condiciones que hicieran posible dicho objetivo y así poder lograr un importante crecimiento económico.

Entre las medidas tomadas por el gobierno cardenista sobre-salen: la implantación de la Educación Socialista, la creación del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el establecimiento de la Escuela de Ciencias Biológicas y la Escuela Superior de Ingeniería Química, la Nacionalización de la Industria Petrolera y la creación del Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC).

Entre los objetivos del Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), creado en 1935, estaba, principalmente, el de apoyar al desarrollo socio-económico del país a través de la elaboración de proyectos y programas de desarrollo científico y tecnológico; la creación, transformación y supresión de los establecimientos de educación superior y de los institutos de investigación científica; Elaborar los proyectos de los presupuestos anuales de los planteles y establecimientos a su cargo; la dotación de becas a estudiantes de secundaria y preparatoria y la realización de intercambios culturales con el extranjero.

A pesar de los buenos deseos, el CONESIC atravesó por varias dificultades que imposibilitaron las metas propuestas ya trazadas. Las aportaciones a la investigación científica del país fueron muy pobres debido a la falta de recursos

financieros, la escasez de investigadores, la ausencia de una infraestructura científica y tecnológica de importancia y a la falta de interés, por parte de los industriales y gobiernos posteriores, en demandar conocimiento científico y tecnológico local.

Las actividades del CONESIC se redujeron a la realización de reuniones, cuyo objetivo era fomentar el intercambio de conocimiento, y a la elaboración de proyectos, que no lograron ponerse en práctica, en medio de una escasa coordinación por parte de los investigadores y administradores del Consejo; sin contar con la débil estructura educacional, en todos los niveles, que imperaba en esta época.

Por otra parte, éste consejo quedó situado dentro de la Secretaría de Educación Pública y fue concebido como un órgano técnico de consulta por lo que su poder de toma de decisiones era bastante restringido.

Bajo el gobierno de Avila Camacho se crea, en 1941, la Dirección General de la Educación Superior y de la Investigación Científica dentro de la Secretaría de Educación Pública para coordinar la investigación científica, la explotación de los recursos naturales y la formación de investigadores. Posteriormente, estas tareas son delegadas a la recién creada: Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) en sustitución del Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC).

La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), creada en 1942 y formada por cinco miembros científicos, se encargaría de impulsar y coordinar la investigación científica en relación con el desarrollo industrial del país; otorgar becas; crear laboratorios nacionales de fomento industrial; capacitar mano de obra universitaria y dotar de recursos financieros a los institutos de investigación y universidades.

Las áreas de trabajo y la solución de problemas por parte del CICIC respondían más a los intereses personales de investigación de sus vocales que a la determinación de prioridades de los problemas de la nación. Además, cabe destacar que entre los vocales no existía un acuerdo de los objetivos que deberían guiar el desarrollo científico y tecnológico en el país.

El apoyo financiero que se destinaba a los institutos y universidades era utilizado principalmente para publicaciones y compra de equipo más que para apoyar la investigación misma. Las pocas investigaciones que se realizaban se llevaban a cabo con bajos salarios y escasos medios de trabajo.

Se fundan dos laboratorios de investigación dependientes de la CICIC, uno de radioactividad y otro de electromagnetismo.

Los esfuerzos vertidos en los diversos campos de estudio a cargo de la CICIC no tuvieron ninguna repercusión; contribuyeron únicamente al acervo de conocimientos y de

proyectos. En realidad, las actividades de la Comisión estuvieron muy alejadas de vincular la investigación científica con el desarrollo industrial del país.

En 1950 desaparece el CICIC y en su lugar se crea el Instituto Nacional de la Investigación (INIC). Entre sus actividades está la de fomentar, desarrollar y coordinar las investigaciones físicas, químicas, biológicas, matemáticas y geológicas. La conservación de los recursos naturales. Coordinar los programas de investigación científica con las distintas dependencias del gobierno federal, publicar y difundir los resultados de la investigación científica.

Con la creación del INIC lo único que cambió fue el nombre; la forma de organización y los vocales del CICIC permaneció intacta.

El INIC, a diferencia de las instituciones de investigación anteriores, ya no tendría la facultad de establecer y sostener laboratorios e institutos de investigación.

El INIC, al igual que el CICIC y el CONESIC, insiste en la necesidad de impulsar la investigación científica mediante la formación de recursos humanos. La mayor parte del subsidio se destinó a la formación de cuadros potenciales para la investigación, esto es, becas para estudiantes, sin obedecer a un programa preestablecido de necesidades de recursos.

La formación de recursos humanos y la investigación se caracterizó, una vez más, por la desvinculación de las

necesidades de desarrollo del país y, principalmente, de los sectores productivos.

Dentro del periodo que abarca la creación del CONESIC, la CICIC y el INIC se caracterizó por lo siguiente: el factor económico como principal obstáculo para llevar a cabo una investigación científica y tecnológica a escala considerable, la carencia de una infraestructura institucional y universitaria fuerte para afrontar las necesidades de desarrollo del país; el reducido apoyo financiero por parte del estado; la ausencia de demanda de ciencia y tecnología por parte de la industria y la presencia, cada día en aumento, de la inversión extranjera directa lo que originó una demanda de conocimientos científicos y tecnológicos orientada hacia el exterior a partir de las importaciones masivas de productos y equipo.

De esta manera, se agudiza la dependencia económica y, sobre todo, científica y tecnológica con las naciones desarrolladas.

A fines de los años 60' y principios de los 70', gobiernos de América Latina como organismos internacionales comienzan a prestar mayor atención a la necesidad de desarrollar la ciencia y la tecnología, como factor fundamental, para superar el subdesarrollo. Este periodo constituye la etapa de institucionalización de la política científica.

Se crean consejos nacionales de ciencia y tecnología tendientes a planificar, coordinar y promover las

actividades de creación científica y tecnológica. Por ejemplo, en 1967 se crean consejos de ciencia y tecnología en Chile y Venezuela; en 1968, en Perú y Colombia; en 1969, en Argentina; en 1970, en Brasil y México.

Asimismo, se realizan conferencias, a nivel latinoamericano, sobre la problemática científica y tecnológica de la región con fines a impulsar el desarrollo económico. Sobresalen las siguientes:

- La "Primera Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina" (CASTALA)
- La "Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en América Latina" (CACTAL)
- El "Plan Regional de Acción en Ciencia y Tecnología" (Elaborado por Advisory Committee on the Application of Science and Technology/ ACAST).
- La "Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo" (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura/Unesco, en colaboración con la Comisión Económica para América Latina/CEPAL).
- La "Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo" (UNCTAD)
- El "Programa Regional de Cooperación de la Ciencia y Tecnología" (Dirigido por la OEA y el Consejo

Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura/ CIECC). 159

No obstante los esfuerzos realizados para la creación, planificación y estímulo para la ciencia y la tecnología en América Latina, el resultado fue la formulación de políticas económicas, científicas y tecnológicas aisladas del contexto socioeconómico de las naciones subdesarrolladas, difíciles de llevar a cabo.

En 1970 se crea por primera vez en México una política nacional y programas de ciencia y tecnología encaminados a conocer y orientar la investigación, el conocimiento y la educación, dando lugar a la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Entre las actividades del Consejo destacan la de asesorar al ejecutivo federal en materia de ciencia y tecnología; auxiliar y promover la investigación y el desarrollo; apoyar y formar recursos humanos; ofrecer servicios de consultoría e ingeniería; la formación de personal especializado; fomentar proyectos de investigación tecnológica; promover y comercializar tecnología mexicana e impulsar la sustitución de tecnología extranjera ; ofrecer

159 " Diversos planes ha estructurado (el CIECC como los organismos antes mencionados) este organismo, que en lo cultural trata de someter el Continente (Latinoamericano) a las directivas norteamericanas sobre enseñanza de la ciencia y transferencia de tecnología mediante la reunión de congresos, la estructuración de programas sobre temas científicos y tecnológicos, el envío de expertos y la concesión de becas." Oscar J. Maggiolo: La Universidad Uruguaya... op. cit. pag. 29.

estudios de factibilidad y servicio de desarrollo experimental; patentes y consultoría; la negociación favorable de la transferencia de tecnología, y, principalmente, crear una infraestructura científica y tecnológica que apoye y fortalezca a los sectores productivos, dar solución a los diversos problemas sociales del país como alimentación, vivienda, trabajo, salud, etcétera, y crear un enlace industrial con centros de investigación y firmas de consultoría e ingeniería.

Para apoyar y fortalecer las actividades del CONACYT se elaboraron leyes, planes y programas como: La Ley sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología y Uso y la Explotación de Patentes y Marcas cuyo objetivo es regular la transferencia de tecnología en condiciones ventajosas. Para esto, establece estipulaciones prohibitivas como las siguientes: convenios de licencias o de asistencia técnica provenientes del exterior; regalías que se estimen excesivas; restricciones a la exportación; venta de tecnología ya disponible en México; restricciones al volumen o a la calidad de la producción y acuerdos de compra-venta "atada", entre otras.

La Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera; el Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología (1976) que buscaba, entre otros objetivos, el desarrollo tecnológico no imitativo, la autodeterminación tecnológica y el desarrollo de la capacidad de asimilación, adaptación y generación de tecnología en el país; el

Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) donde se precisan los objetivos, la estrategia y las prioridades del desarrollo integral del país; la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico y el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) entre sus objetivos esta el de estimular a los investigadores de instituciones nacionales de investigación para que se concentren en actividades de creación de ciencia y tecnología y así poder evitar la fuga de cerebros, a través de la dotación de becas.

Si bien los esfuerzos realizados en el campo de la ciencia y la tecnología son considerables, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología sigue atravesando por problemas aún no superados por los que atravesaron los organismos de ciencia y tecnología anteriores, por ejemplo, la progresiva complejización burocrática del consejo dada la carencia de apoyo social real; la poca influencia que ejerce la institución en la creación y absorción de tecnología nacional aparte de que pocos o ningún sector social muestra interés por las actividades del CONACYT debido al uso masivo de tecnología extranjera y la clara falta de interés por las actividades de los institutos locales.

INSTITUCIONES Y POLITICAS PARA
LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN MEXICO

- (1935-1938) Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica.(CONESIC)
- (1942-1950) Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC)
- (1950-1970) Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC)
- (1970) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
- (1972) Ley sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología y uso y la Explotación de Patentes y Marcas.
- (1973) Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera.
- (1974) Comisión Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT).
Comisión Nacional de Planeación Científica y Tecnológica (COMPLANCYT).
- (1976) Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología
- (1978) Subsecretaría de Educación Superior y de Investigación Científica.
- (1978-1982) Programa Nacional de Ciencia y Tecnología.
- (1983-1988) Plan Nacional de Desarrollo. (PND)
- (1984) Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
- (1985) Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico.

Para el estudio y desarrollo de la Biotecnología se crea:

El Centro de Investigación sobre Ingeniería
Genética y Biotecnología de la UNAM (CIIGB)

Y programas de biotecnología en:

El Instituto de Biología (UNAM)

La Facultad de Química (UNAM)

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

El Departamento de Biotecnología del Instituto
de Investigaciones Biomédicas.

La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.
(Universidad de Chapingo)

El Centro de Investigaciones Científicas de
Yucatán.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)

La Universidad Iberoamericana.

En el área de la electrónica se crea:

La Subdirección General de Electrónica y
Coordinación Industrial (Dependiente de la
Dirección General de Bienes de Capital de
SECOFIN).

Las altas tasas de inflación, desempleo y analfabetismo; la escasez de viviendas; los bajos niveles de ingreso por habitante; el crecimiento poblacional, la escasa calificación laboral; los servicios médicos deficientes; la desnutrición, principalmente en la zonas rurales; los bajos niveles educativos, así como la gran concentración del ingreso que existe en pequeños grupos privilegiados y los altos niveles de endeudamiento externo, son otras de las características propias de estas economías.

Para algunos autores el atraso económico, social, cultural, científico y tecnológico, es consecuencia de la dependencia que existe entre las naciones subdesarrolladas y los países industrializados por una parte y la presencia de empresas extranjeras por la otra.

La dependencia entendida como una situación "...en la cual un cierto grupo de países tienen su economía condicionada por el desarrollo y la expansión de otra economía a la cual la propia está sometida. La relación de interdependencia entre dos o más economías y entre éstas y el comercio mundial, asume la forma de dependencia cuando algunos países (Los dominantes) pueden expandirse y autoimpulsarse, en tanto que otros países (los dependientes) sólo lo pueden hacer como reflejo de su desarrollo inmediato (...). La situación de dependencia conduce a una situación global de los

países dependientes que los sitúa en el retraso y bajo la explotación de los países dominantes"160

O bien, "la dependencia entendida como una relación de subordinación entre naciones formalmente independientes, en cuyo marco las relaciones de producción de las naciones subordinadas son modificadas o recreadas para asegurar la reproducción ampliada de la dependencia" 161

Esta relación de interdependencia entre el Tercer Mundo y los países desarrollados crea una condición de dependencia continua y creciente. Esta dependencia limita el desarrollo y el cambio social en los subdesarrollados.

3) La Sustitución de Importaciones

El primer intento para enfrentar el atraso económico, político y social y poder salir del subdesarrollo, se llevó a cabo en la década de los cuarenta y principios de los cincuenta. Esta búsqueda por la independencia y el desarrollo económico esta basado en la necesidad de sustituir importaciones mediante la creación de una

160 Dos Santos, Theotonio. Dependencia y cambio social Edición del Centro de Estudios Socio-económicos de la Universidad de Chile, Santiago. 1970 pág. 45.

161 Mauro Marini, Rui Dialéctica de la dependencia 4a ed. México, Ediciones Era, S.A., 1979 pág. 101

infraestructura industrial fuerte y competitiva a nivel internacional.

La sustitución de importaciones hace referencia a la creación de industrias locales para proveer los bienes hasta entonces importados. Corresponde al proceso de industrialización de América Latina, al igual que a cualquier otro país que se industrialice, puesto en marcha entre los cuarenta y principios de los años cincuenta.

Es la búsqueda por un crecimiento económico menos dependiente del exterior, a través de una estrategia de industrialización orientada hacia la exportación que hiciera posible equilibrar a la agricultura y a la industria, fortalecer la balanza de pagos e incrementar el empleo.

Esta posibilidad de sustituir importaciones se vió alimentada por los considerables avances de la crisis económica mundial, sobre todo del periodo de 1929-1932, ya que durante la crisis la producción interna no sufre la competencia de la producción externa.

Este proceso de industrialización atraviesa por varias etapas de desarrollo, si bien no se registró con igual intensidad en todos los países. En la primera etapa o fase de la industrialización se producen sólo los más elementales y simples bienes de consumo no duradero como: textiles, alimentos, cuero, pieles, mobiliario, calzado, prendas de vestir, tabaco, bebidas, imprenta, confecciones, madera, hilados y tejidos y papel.

En la segunda etapa se fabrican ya bienes de consumo duradero e intermedios como: productos químicos, electrodomésticos, automóviles, plásticos, vidrio, acero, cemento, aluminio, papel, abonos y fertilizantes, caucho y derivados del petróleo.

Sólo en algunos países se establece una industria pesada incipiente -como en Argentina, Brasil, México y Venezuela- que fabrican bienes de capital como: maquinaria agrícola, máquinas-herramientas elementales, equipos para la industria textil, partes de equipo, motores, equipo de transporte, maquinaria eléctrica y no eléctrica, minerales metálicos y no metálicos, productos químicos, automóviles, petroquímica; la siderurgia; la metalurgia; de energía eléctrica y la industria del petróleo.

En los países más industrializados, una parte importante de la industria de bienes de capital se desarrolla a partir de la reparación y mantenimiento de los equipos importados, pasándose luego a la fabricación de equipo sencillo en base a la imitación de maquinarias, previamente importadas, y, finalmente, a la fabricación de maquinaria y equipo más sofisticado.

No en todos los países se pasa por estas etapas sucesivas de desarrollo industrial. En la mayoría de los países subdesarrollados, debido a la falta de importaciones de bienes de equipo o de inversión extranjera directa de importancia, se da el crecimiento de las industrias tradicionales generando así su especialización en la

producción de alimentos, materias primas y minerales. Las posibilidades de sustitución de importaciones se limitan a los productos de consumo demandante debido a las precarias condiciones tecnológicas y a la baja intensidad de capital.

Este crecimiento industrial estuvo sustentado en importaciones considerables de tecnología (compra de maquinaria, licencias de fabricación para la producción de equipo y maquinaria de escasa complejidad tecnológica, etc.) Se da un cambio en las condiciones de dependencia: de la importación de bienes finales se pasa a la importación de los equipos de tecnología y de materias primas necesarias para producirlas.

A mediados de los años 60 se agota el llamado desarrollo estabilizador basado en la sustitución de importaciones. Entre las causas del agotamiento de esta política se encuentran:

- La falta de una infraestructura científica y tecnológica en la mayoría de los países subdesarrollados que hiciera posible el desarrollo económico; la incapacidad de generar tecnología de importancia que les permitiera competir con los desarrollados. Las necesidades tecnológicas de la industria fueron satisfechas a través de los distintos medios y mecanismos del llamado proceso de transferencia de tecnología, lo que significó en gran medida una dependencia tecnológica creciente. Muchas de

las tecnologías industriales importadas fueron definidas, en gran medida, en función de las empresas transnacionales.

- La creciente expansión y dominación de las empresas transnacionales en los sectores más dinámicos de la economía subdesarrollada, dando como resultado el estancamiento de varias ramas importantes de la producción agrícola e industrial y la declinación de la competitividad internacional del Tercer Mundo.

El atraso y los problemas económicos siguieron subsistiendo. La situación se agrava aún más cuando, a principios de los 70, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) aumenta considerablemente el precio del petróleo, aunado a la consiguiente recesión inflacionaria mundial.

4) La creación de una capacidad científico-tecnológica autónoma y soberanía económica.

Ante el fracaso de la fase sustitutiva de importaciones, que pretendía la superación del atraso y la dependencia económica sobre todo en Latinoamérica, no son pocos los investigadores, escritores, Consejos de Ciencia y Tecnología y Organismos Internacionales relacionados con la

ciencia y la tecnología 162 que están de acuerdo en afirmar que, para salir del estancamiento y la dependencia económica que aqueja al Tercer Mundo en el momento actual e impulsar el crecimiento económico, es necesario llevar a cabo una estrategia de industrialización basada en la creación de una

162 Organismos Internacionales que han incluido la 'tecnología adecuada' en sus programas y han establecido dependencias administrativas, o por lo menos grupos de investigadores están: La Organización Internacional del Trabajo (OIT), El Banco Mundial, La UNESCO; la FAO, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Brace Research Institute (Canadá), Volunteers In Technical Assistance (VITA/E.U.), El Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo (CEESTEM/México), el Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT/Guatemala), Célula de la Tecnología Adecuada del Ministerio de Desarrollo Industrial (India), Centro de Tecnología Adecuada (Paquistán), el Grupo para la Investigación de Tecnología Adecuada (Francia), el Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (Inglaterra), el Grupo Internacional de Tecnología Adecuada (Suiza), la Fundación TOOL (Holanda) y la Agencia para el desarrollo Internacional (AID).

Escritores e Investigadores: Victor Urquidí América Latina en la Economía Internacional México, FCE, 1976; Alcira Argumedo Los laberintos de la Crisis. A. L. poder trasnacional y comunicaciones Argentina, Folios Ediciones, 1984; Manfred Nitsch La trampa tecnológica y los países en desarrollo en "Comercio de Tecnología y subdesarrollo económico" México, UNAM, 1973; Fernando González Vigil Nuevas tecnologías, demanda de metales e industrialización basada en recursos mineros en "Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en A.L." México, CIDE, 1986; Alberto Araoz Cooperación técnica en América Latina: sugerencias para su fortalecimiento en "Comercio Exterior" No. 5 Vol. 31 México, 1981; Ignacy Sachs Transferencia de tecnología y estrategia de industrialización en "Comercio de tecnología y subdesarrollo económico" México, UNAM; 1973; Dilmus James La planeación reciente de la ciencia y la tecnología en México en "Comercio Exterior" No. 5 Vol. 31 México, 1981 Jorge V. Witker Universidad y dependencia científica y tecnológica, entre otros.

capacidad científica y tecnológica propia comparable a la de los países desarrollados.

La creación de una ciencia y una tecnología endógenas o autónomas deben estar encaminadas hacia la búsqueda de un desarrollo económico, político y social, autónomo e independiente, acorde con las aspiraciones y necesidades de cada país subdesarrollado.

Con la autodeterminación tecnológica se pretende lograr también la coordinación de las capacidades humanas, de capital y naturales e incrementar la productividad del trabajo en todos los sectores y actividades nacionales para lograr desarrollo y competencia internacional, así como la libertad de decisión en la búsqueda, selección, utilización, adaptación, difusión y generación de tecnología y el fortalecimiento del poder de negociación frente a las fuentes de financiamiento y los proveedores de tecnología, por una parte.

Por otra parte, incrementar el empleo; mejorar las condiciones de trabajo, vivienda, salud, transporte, educación, etc.; llevar a cabo una distribución más igualitaria del ingreso; producir, principalmente, bienes de consumo popular; mejorar las condiciones y el nivel de vida materiales de los estratos más pobres de la población: "La tarea principal es vencer la pobreza y el atraso que sojuzga a las mayorías adecuando a este fin el uso de sus recursos naturales y de los elementos liberadores en la nueva

revolución tecnológica e industrial" 163 "En donde los sectores mayoritarios deberán expresar y subordinar los intereses privados al GRAN PROYECTO NACIONAL" 164

Para nuestro propósito analítico, y a manera de referencia, retomamos sólo algunos materiales que nos permitan ilustrar ésta línea de pensamiento (con respecto a la ciencia y tecnología propia para el Tercer Mundo) y son los siguientes:

En el "Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 1984-1988" -elaborado por el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (IEPES) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)- en referencia a la política científica y tecnológica, se plantea lo siguiente:

"El sistema nacional de ciencia y tecnología debe contribuir a:

- Disminuir la dependencia exterior en materia tecnológica; esto implica tanto acelerar el desarrollo de tecnologías nacionales como seleccionar, adaptar y mejorar eficazmente y con criterios propios la tecnología que deba importarse.

- 163 González Vigil, Fernando. Nuevas tecnologías, demanda de metales e industrialización basada en recursos mineros en "Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en América Latina" México, CIDE, 1986. pág. 164.
- 164 Witker V., Jorge Universidad y dependencia científica y Tecnológica México, UNAM, 1979. pág. 84.

- Propiciar la generación de ocupaciones y la diversificación de oportunidades para todos los mexicanos;

- Lograr una oferta nacional adecuada de alimentos, energéticos, materias primas, bienes básicos de consumo y equipos de producción necesarios;

- Mejorar las condiciones de salud, educación, vivienda, transporte y comunicación de toda la población;

- Incrementar la productividad en todos los sectores y actividades nacionales para lograr desarrollo, competitividad internacional y niveles de vida mejores"

165

"La ciencia y la tecnología nacionales pueden ser un factor determinante para mejorar la calidad de la vida de los mexicanos y para incrementar la independencia cultural, económica y política del país (...) Se busca que la ciencia y la tecnología hagan suyos los problemas relativos a la satisfacción de las necesidades básicas de la población: salud, alimentación, educación, vivienda y vestido, en los cuales están implícitas cuestiones de producción masiva a bajo costo y de calidad adecuada" 166

165 Poder Ejecutivo Federal Programa Nacional de Desarrollo Tecnológica y Científico 1984-1988 México, CONACYT, 1984. p. 5

166 Idem op. cit. pág. 6

Almícar O. Herrera, científico argentino especialista en cuestiones científico-tecnológicas, señala:

"El primer objetivo es disminuir las desigualdades; en el caso de necesidades básicas tales como nutrición, vivienda, salud y educación, la meta final debería ser una humanidad esencialmente igualitaria (...) La única solución es generar, con la participación real del pueblo en las decisiones sociales, un mecanismo que haga imposible, o cuando menos muy difícil la imposición de desigualdades arbitrarias a los individuos y a los grupos sociales (...) la participación activa y consciente de los miembros de la comunidad en todos los niveles de decisión es la única manera de asegurar que representen una expresión social legítima (...) Transformar las sociedades tradicionales mediante la introducción del conocimiento científico moderno en forma gradual y no desorganizadora, de modo de alcanzar una etapa en la cual se satisfagan realmente las necesidades materiales esenciales de todo ser humano".

"(...) Es obvio que un proceso de transformación de las sociedades en desarrollo como el que hemos definido requiere la generación de sus propias soluciones tecnológicas (...) un cambio social de la magnitud

requerida por los países en desarrollo exige una enorme cantidad de conocimientos científicos y tecnológicos (...) un requisito esencial es dar empleo socialmente útil a la población activa" 167

Francisco Sagasti, investigador peruano, también connotado conocedor de la importancia e implicaciones que tiene la ciencia y la tecnología en los países no desarrollados, escribe:

"... uno de los problemas centrales en la elaboración de una estrategia de desarrollo autónomo consiste en vincular la actividad científica generadora de conocimientos con la base tecnológica de las actividades productivas, tanto modernas como tradicionales.

Desde este punto de vista, sólo se podrá lograr un desarrollo autónomo en la medida en que se adquiera una capacidad científico - tecnológica propia, es decir, en la que se torne endógeno el proceso de generar tecnologías productivas basadas en conocimientos científicos (...) no debe descartarse la tradición tecnológica autóctona... lo cual llevaría a remplazar en forma progresiva la base tecnológica exógena, admitiendo que se trata de un proceso lento, viable

167. Herrera, Almicar Tecnologías científicas y tradicionales en los países en desarrollo en "Comercio Exterior" No. 12 vol. 28 México, 1978. pág. 1466.

sólo en el largo plazo (...) que refleje las más profundas aspiraciones del pueblo, y que a la vez proporcione el marco adecuado para formular otro estilo de desarrollo(...)

"La endogenización de la revolución científico-tecnológica en los países del tercer mundo y los de América Latina en particular, debe llevar al desarrollo de tecnologías de producción que permitan disminuir las desigualdades, satisfacer las necesidades básicas de la población y conducir a una participación masiva de ésta en las decisiones(...) la viabilidad de un nuevo estilo de desarrollo depende, a su vez, de la posibilidad de contar con una base científico-tecnológica endógena y adaptada a las necesidades básicas de la población, de los requerimientos que impone una sociedad igualitaria y de la posibilidad de involucrar a la mayoría de la población en un proceso participatorio" 168

El 22 de agosto de 1981 en la Universidad de Guanajuato, Gto., se llevó a cabo la primera reunión preparatoria del Simposio Internacional sobre Política Científica y Tecnológica en América Latina, donde los participantes emitieron la Declaración de Guanajuato, manifestando lo siguiente:

168 Sagasti, Francisco Hacia un desarrollo científico-tecnológico endógeno de América Latina en "Comercio Exterior" No. 12, Vol. 28 México, 1978 pag. 1459.

"El actual contexto internacional caracterizado por fuertes desequilibrios y desigualdades económicas, políticas y sociales entre países desarrollados y subdesarrollados, ha traído como consecuencia una profundización de la dependencia, así como el fracaso de los modelos imitativos ya subordinados a las sociedades industrializadas (...) Ante esta encrucijada, se hace necesario comprender la urgencia de avanzar en el planteamiento de las perspectivas científicas y tecnológicas que es posible construir en los países subdesarrollados acordes con sus particularidades socio-económicas y culturales que permitan alcanzar los anhelos de soberanía nacional y justicia social de sus pueblos(...) El rumbo que debe tomar la actividad científica, para lograr la independencia económica y cultural que acelere la producción en beneficio de las clases mayoritarias de la población.

Señalando como objetivos principales los siguientes:

1.- Intensificar y orientar la capacidad creativa del científico hacia aquellas labores que tiendan a satisfacer las necesidades básicas de la población mayoritaria.

2.- Analizar -para remover- los obstáculos que entorpecen un desarrollo científico, que sirva de base

a una aplicación tecnológica que forme parte integral de la identidad cultural.

3.- Fomentar la cooperación regional para incrementar la capacidad científico-tecnológica en problemas comunes que requieran de una solución prioritaria e interdisciplinaria."169

Entre los elementos que permitirían concretar una estrategia de desarrollo científico-tecnológico endógeno, autónomo e independiente, se encuentran los siguientes:

1) .- Una tecnología óptima, apropiada o adecuada, es decir, aquella combinación de técnicas que más contribuyan a los objetivos económicos, sociales y ambientales en relación con las dotaciones de factores y las condiciones de aplicación en cada país en desarrollo.

Esta tecnología debe contemplar a las tecnologías intermedias, alternativas, de pequeña escala y limpias o blandas.

La tecnología intermedia hace referencia a aquella que no utiliza los equipos más avanzados o automáticos así como tampoco las técnicas y métodos más primitivos.

La tecnología alternativa contempla una posición eminentemente crítica ante la disposición de varias

169 Problemas del Desarrollo No. 57 Ciencia y Tecnología para el desarrollo México, IIE UNAM, 1984, pags. 5-7.

opciones, las cuales deben examinarse en base a un interés nacional a largo plazo.

La tecnología a pequeña escala que posibilitan una mayor capacidad de absorción de mano de obra y que cumplen con ciertas necesidades comunitarias de abastecimiento de productos acordes con los recursos económicos y materiales en regiones apartadas.

La tecnología limpia o blanda en cuanto al deterioro del ambiente reduciendo la contaminación acuática, terrestre y atmosférica.

Para poner en marcha estas tecnologías deben basarse, tanto como sea posible, en sus propios recursos naturales y humanos ajustándolos al contexto específico mediante una estrategia de industrialización orientada hacia el mercado interno y así poder reducir e impedir el aumento de la brecha que los separa de los países desarrollados.

2) - El establecimiento de una asociación internacional entre los subdesarrollados, esto es, una política de cooperación entre los países del Tercer Mundo, mediante acuerdos bilaterales o multilaterales que permitan crear mecanismos de diversificación de las fuentes de tecnología extranjera para no depender exclusivamente de un sólo país.

Por lo tanto, es necesario poner en práctica la creación de organismos e instituciones para la ciencia y tecnología; la formación de recursos humanos capacitados; la creación de proyectos conjuntos de investigación,

adaptación, selección y especialización de la tecnología; programas de capacitación; el financiamiento de estas actividades mediante contribuciones de los países miembros, entre otras medidas, para poder alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos:

- a) El aumento del poder de negociación para favorecer la realización de acuerdos sobre la deuda y sus servicios menos restrictivos;
- b) Incrementar una política científica y tecnológica autónoma y creadora;
- c) Lograr una integración económica entre los países del tercer mundo ampliando el mercado externo a través de una mayor diversificación de las exportaciones;
- d) Lograr un desarrollo industrial integrado;
- e) Disminuir las importaciones de alimentos y materias primas.

Por otra parte, es indispensable buscar cooperación de agencias, organismos o centros de investigación de los países desarrollados como las fundaciones Ford y Rockefeller, el Banco Internacional de Desarrollo, la UNESCO, la CEPAL, la UNCTAD, la ONU, la OEA, entre otras, para obtener ayuda técnica y financiera; programas y proyectos en materia de ciencia y tecnología; ayuda para el establecimiento de centros internacionales y regionales de

investigación científica y tecnológica en el tercer mundo destinados a servir a la comunidad de los países subdesarrollados; la estimulación de la investigación conjunta entre universidades e institutos de investigación del tercer mundo y los países avanzados; la creación de una agencia internacional o consorcio de agencias gubernamentales para asegurar la absorción adecuada de las tecnologías que se transfieren, capacitando personal y propiciando su adaptación a las condiciones locales.

En resumen, es necesario establecer la cooperación entre los países del Tercer Mundo, así como la cooperación entre los países del Tercer Mundo y los países Desarrollados que haga posible una posición económica favorable del tercer mundo a nivel mundial.

3).- Especializarse en tecnologías que permitan el uso intensivo de mano de obra por ser éste el factor abundante, con el consecuente ahorro de recursos de inversión, energía y capital, posibilitando así:

- El aumento de la ocupación;
- Ampliación del poder de compra;
- Requerimientos menores de calidad en mantenimiento, operación de equipo y administración de las empresas;
- Reducción en el tiempo de instalación reparación del equipo debido al uso de equipos menos complejos.

4).- La creación de una infraestructura tecnológica en el tercer mundo con un activo y fuerte componente de información industrial apoyado en instrumentos de consultoría, ingeniería y diseño. El fomento a la investigación fundamental y aplicada ubicando, en primer lugar el potencial innovativo. La promoción de investigadores, técnicos y personal de apoyo; Capacitación y educación de personal; La creación de parques tecnológicos; para crear una investigación y desarrollar la ciencia y tecnología nacionales y poder integrarla plenamente al sistema de producción y distribución nacionales y a su vez fortalecer la capacidad exportadora.

Para hacer posible dichas actividades y metas es necesario aumentar los gastos en Investigación y Desarrollo para la Ciencia y Tecnología a través de un mayor presupuesto del gobierno y del sector privado.

5).- Estimular el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología a través de la creación de relaciones efectivas entre las Universidades, los Centros o Institutos de Investigación, las Empresas, la Agricultura y el Gobierno de cada país subdesarrollado mediante el financiamiento, la evaluación y recopilación de información sobre adelantos tecnológicos relativos a procesos de producción, productos y formas de organización, impidiendo, por otra parte, que se desperdicien esfuerzos de investigación científica y tecnológica cuando se trabaja de manera aislada.

6).- Desarrollar la Ciencia y Tecnología con el apoyo de la Inversión Extranjera ya sea incorporando nuevas técnicas a la producción absorbiendo, de manera considerable, mano de obra capacitando técnicos y administradores; financiando mayormente sus operaciones con recursos del exterior; aportando tecnología y coadyuvando a la investigación y desarrollo de la tecnología local; incorporando el mayor número de materia prima y componentes nacionales en su producción; diseminando capital mediante la exportación de fondos que realizan los países desarrollados al tercer mundo; que tengan efectos favorables sobre la balanza de pagos.

Siempre y cuando existan criterios que subordinen su función a las metas y objetivos nacionales, operen completamente en relación con el capital nacional y estén subordinadas a la política de desarrollo del país. Que no incurran en prácticas monopólicas ni restrinjan las posibilidades exportadoras de sus subsidiarias: Que existan normas que regulen, limiten o condicionen la libertad irrestricta de acción de las Empresas Transnacionales.

7).- El aumento de la capacidad y la utilización de servicios de Consultoría e Ingeniería locales para orientar mejor las actividades e incrementar el poder de negociación en la compra, selección y adaptación de la tecnología extranjera en condiciones justas y equitativas.

Emplear las capacidades técnicas nacionales de consultoría e ingeniería que permitan realizar tanto el manejo eficiente de las tecnologías importadas como la generación de tecnologías propias, esto es, que los proyectos sean concebidos y manejados localmente e incorporen tanta tecnología, ingeniería, personal calificado y suministros locales como sea posible.

Buscar las opciones técnicas disponibles estimando costos de operación e inversión para, posteriormente, evaluar el costo-beneficio social.

Por otra parte, es necesario establecer normas y códigos para diseñar, supervisar, asesorar, planificar y pronosticar a largo plazo los mecanismos, acciones y políticas que permitan un proceso de aprendizaje para recibir y adaptar las importaciones de tecnología buscando bajar el costo real de las tecnologías ahorros por concepto de regalías, asistencia técnica, etc., para ser competitivos a nivel mundial y poder lograr el control de la tecnología que permita favorecer los intereses nacionales en su conjunto.

8).- Los objetivos, mecanismos y acciones antes mencionados deben apoyarse en una política científica y tecnológica nacional que busque el fortalecimiento, desarrollo y autonomía de la economía de cada país subdesarrollado.

La política científica y tecnológica hace referencia al empleo óptimo de la ciencia y tecnología como agente del crecimiento y desarrollo económico-social a través de medidas legislativas tomadas para aumentar, organizar y utilizar el potencial nacional científico y tecnológico. esto es, un conjunto de formas y medios utilizados para poner en práctica una acción determinada mediante una ley, un decreto, un reglamento o mediante acuerdos y contratos.

La política científica y tecnológica establece una serie de postulados normativos sobre la importancia relativa de la ciencia y la tecnología, los propósitos que al planearla se deben perseguir y los criterios con que deben fijarse las estrategias para alcanzarlos, es decir, reglas generales derivadas de la política, para llevar a cabo acciones ordenadas en el tiempo con fines a disminuir la dependencia exterior en materia tecnológica para acelerar el desarrollo de tecnologías nacionales.

Para lograr dicho objetivo se hace necesario utilizar todos los recursos naturales, humanos y financieros que tengan a su disposición.

5) La Creación y el desarrollo de una tecnología autónoma para el tercer mundo. Obstáculos y limitaciones.

Las propuestas arriba enumeradas, sobre la forma y mecanismos necesarios para salir del atraso y la dependencia económica, científica y tecnológica, se enfrentan a diversos obstáculos, así como a diversas limitaciones. Dentro de estas limitaciones y obstáculos podemos mencionar los siguientes:

1) En relación a la primera propuesta (la creación de una tecnología óptima, apropiada o adecuada), todo empresario o capitalista, busca de manera constante acumular más y más riqueza, esto es, alcanzar sus propios intereses. Para esto, trata de que los costos sean rápidos, eficientes y seguros; pero, sobre todo, que los riesgos a los que tenga que hacer frente no le impidan permanecer, con cierta estabilidad, en el mercado, sea este nacional o internacional.

Para permanecer, o ser más competitivos en el mercado, esto es, poder sobrevivir ante una cada vez más feroz competencia, -debido a los constantes cambios tecnológicos- el capitalista se ve en la necesidad de recurrir con frecuencia a la adopción o compra de tecnología más productiva -dentro de sus recursos disponibles de capital-, intensiva en capital, en la mayoría de los casos, así como a introducir mejoras o innovaciones en su empresa.

Esta tecnología es producida básicamente por los países desarrollados. En el caso de los países del tercer mundo, la mayoría de las empresas obtienen la tecnología que requiere de los países desarrollados esto se debe, entre otras razones, a que prefieren adoptar tecnologías ya ensayadas y aprobadas en otros países; por lo general, se consideran menos riesgosos y más confiables; ofrecen, a largo plazo, elevadas utilidades. En tanto se las pueda adquirir libremente en el mercado, el empresario del tercer mundo no

se encuentra limitado por la tasa de invención y progreso científico de su propio país.

Sin embargo, a pesar de que la tecnología adquirida por los países del tercer mundo puede ser inadecuada a las condiciones de dichos países, se torna adecuada a la lógica capitalista, cuya finalidad es la de producir al máximo al fin de incrementar la tasa de plusvalía. La importancia de tecnología se realiza con base en intereses privados sin tener en cuenta consecuencias socio-económicas, culturales o ecológicas.

En el caso de la creación, investigación, innovación y desarrollo de la tecnología nacional, local o autóctona, la mayoría de los empresarios del tercer mundo, toman frente a ella, una actitud de cautela y desconfianza; existe la creencia de que la extranjera es mejor y la investigación y desarrollo nacionales no ofrecen garantía alguna ya que los servicios o bienes suministrados localmente son considerados de calidad inferior y poco competitivos. Los capitalistas autóctonos prefieren la compra directa y sin riesgos (aparentes, claro está.).

Para Gui Bonsiepe "La Dependencia Cultural (y económica) se caracteriza por una interiorización acrítica de valores de la Metrópoli, un desprecio hacia el potencial de creación propio y una sobrevaluación de todo lo que viene del centro, tomado como polo de orientación. Esta variante de dependencia es especialmente perniciosa porque es difícil de detectar y contrarrestar" 170

Estas preferencias se dan debido a las condiciones cambiantes del mercado, las cuales exigen a las empresas innovaciones y cambios tecnológicos permanentes.

difíciles de generarse localmente, para sobrevivir o bien ir delante de la competencia.

Lo anterior genera una reducción o abandono de sus esfuerzos dirigidos al desarrollo de innovaciones mayores:

"En tanto los objetivos del cambio tecnológico sean orientados por la ganancia -dice el investigador Carlos A. Rozo-, los incentivos en el mercado no serán suficientemente atractivos para elaborar y difundir tecnologías especiales para los países en desarrollo o aún para países avanzados con mercados pequeños." 171

Por otra parte, tomando en cuenta que el desarrollo del capitalismo se debate en constantes contradicciones, los capitalistas del tercer mundo ven en el desarrollo de tecnología adecuada o autónoma un campo de inversión para ellos mismos y buscan la protección y participación del Estado para impedir la intervención del capital metropolitano en los intereses locales.

Este interés específico de la burguesía autóctona se asocia con elementos nacionalistas de la política. Como podrá observarse, al capitalista del tercer mundo le importa muy poco las necesidades económico-sociales de las mayorías; tan sólo busca, única y exclusivamente, su parte en la distribución de las ganancias.

La política de un desarrollo económico basado en la creación de una "tecnología adecuada y autónoma" se exprese no como un objetivo de política nacional e independiente sino como requisito de supervivencia frente al capital monopolista.

La propuesta sobre el desarrollo de una tecnología óptima apropiada o adecuada deja entrever que los

171 A. Rozo, Carlos; Barquín, David: La tecnología y la acumulación en "Investigación Económica" No. 173, jul-sep, vol. XLIV, Fac. Economía, México, UNAM, 1985, pag. 194.

problemas político, económico y sociales por los que atraviezan los países subdesarrollados se debe, en gran parte, a que han elegido una tecnología equivocada, generadora de grandes males. Caen en un mero determinismo tecnológico y despojan al análisis, de la problemática económica, de las contradicciones clasistas y sus intereses económicos.

Por todo lo expuesto anteriormente podemos llegar a la siguiente conclusión: una estrategia de industrialización con tecnología adecuada, autónoma, orientada hacia la exportación, aparece como difícilmente practicable, sino es que prácticamente imposible:

"Para lograr un modelo de industrialización autónomo y competitivo, actualmente los parámetros de una estructura industrial autónoma y diversificada residen, debido al acelerado avance tecnológico de los últimos 50 años, tanto en la industria de transformación como en las áreas de servicios y de investigación. Es por ello que deben considerarse como una meta prácticamente imposible el que un país periférico, basado en el nivel de desarrollo de las metrópolis más avanzadas, intente establecer una estructura industrial compleja y tendiente a alcanzar su autonomía" 172

La propuesta sobre el desarrollo de una tecnología autónoma no es propiamente una idea originaria surgida del tercer mundo, como dice Witold R. "si las raíces de la Tecnología Adecuada están en alguna parte, ciertamente no es en los países menos desarrollados. Es más probable que las encontremos, si las buscamos, en las

172 Albretch, Ulrich y etal: Militarismo y Subdesarrollo, México, UNAM, 1985, pag. 32.

rebautizadas oficinas coloniales de las antiguas potencias colonialistas" 173

Las potencias imperialistas son las primeras en interesarse por un mercado potencial como "las tecnologías adecuadas" para el tercer mundo, y no precisamente para sustituir a las ya establecidas, sino para agregarlas a ellas agravando, aún más, la dependencia tecnológica. Así, "la tecnología adecuada" (de los países desarrollados) mediante la transferencia de tecnología, puede ser llevada a cabo con éxito:

"La Agencia para el Desarrollo (AID) de Estados Unidos, -comenta Witold- ha establecido el grupo más importante de Tecnología Adecuada. Que tendrá el nombre de Tecnología Adecuada Internacional. Una de las metas declaradas de este programa (...) es la participación de las empresas estadounidenses en los programas de tecnología adecuada de los países menos desarrollados. No sorprende, por tanto, que ninguna de las 93 personas consultadas por la AID para formular el programa provenga de un país menos desarrollado. Hubo, en cambio, representantes de organismos tales como la Good Will Industries of America Inc., la Development Alternatives Inc., y la Developing World Industry Technology Inc., de la misma manera, el directorio de la TA Internacional está formado enteramente por estadounidenses y los empresarios privados tienen una representación mayor que la usual." 174

No obstante la contribución directa que se pueda recibir de los países avanzados en la generación de

173 Rybczynsky, Witold: Más allá de la tecnología adecuada en "Comercio Exterior" No. 12, vol. 28, Dic., México, 1978, pag. 1497.

174 Idem. pag. 1497.

tecnología adecuada para el tercer mundo es y será, con toda seguridad, muy pequeña.

No puede negarse que algunas firmas locales específicas del tercer mundo y bajo circunstancias particulares, escapen a la regla general y logren alcanzar una significativa capacidad tecnológica propia como en el caso de Brasil o algunos países de Asia como Corea del Sur, Taiwan o Singapur. Sin embargo, esto no garantiza que realmente se haya logrado un desarrollo científico y tecnológico adecuado a las necesidades y condiciones de sus sociedades, así como un desarrollo autónomo e independiente. Asimismo, tampoco puede decirse que éste logro beneficie a las "mayorías" de la población.

Así, por ejemplo, tenemos el caso de Brasil que ha logrado el desarrollo -y la protección de varias de sus empresas frente a la introducción de empresas extranjeras- de algunas ramas de la tecnología sobre todo la electrónica, y que, sin embargo, los resultados no son tan satisfactorios:

"En el caso de Brasil -dice F. Fanzylver-, cuya transformación y modernización industrial lo coloca, en ese ámbito, en una posición de liderazgo de la región, muestra indicadores de pobreza más agudos que el conjunto de la región Latinoamericana: 35% de la población urbana estaría ubicado bajo la 'línea de pobreza' mientras que en la región en su conjunto la proporción es sólo de 25%. En el sector rural es de 73%, mientras que en la región en su conjunto la proporción es de 62.9%" 174bis

174bis Fanzylver, Fernando: Reflexión sobre las especialidades de la industrialización de América Latina en "Transnacionalización y Periferia Semindustrializada II" México. CIDE, 1984. pag. 181.

3.- La propuesta referente a adoptar una tecnología que absorba el mayor número posible de mano de obra no es exclusiva de los voceros del tercer mundo, los hay también en los países desarrollados que están a favor de una tecnología intensiva en mano de obra aplicada a las economías del tercer mundo:

"Los así llamados países subdesarrollados - afirma Joan Robinson- (...) harían las cosas mejor si desarrollaran técnicas eficientes que utilizan la fuerza humana, en lugar de imitar las técnicas intensivas en capital desarrolladas en las economías avanzadas, que gozan de condiciones de escasez de trabajo" 175

Esta propuesta nos sugiere varias objeciones:

Primero. Esta recomendación deja de lado el hecho de que si los países subdesarrollados fueran capaces de desarrollar dichas técnicas propias, esto es, intensivas en mano de obra no serían subdesarrollados en su sentido fundamental. La historia económica no conoce ejemplos de una adaptación semejante de técnicas.

Segundo. El sector moderno, para ser competitivo a nivel mundial, se ve en la necesidad de adaptar las mismas tecnologías intensivas en capital que predominan en los países desarrollados.

Tercero. La tecnología se adopta en base a criterios económicos individuales, es decir, aquellos criterios que permiten una reducción considerable de costos y un margen de utilidades mayor gracias a la escala de producción elevada. Si la tecnología intensiva en capital, esto es, tecnología que ahorra trabajo, reduce los costos entonces serán utilizados sin tener en cuenta la necesidad de crear empleos en el tercer mundo.

175 Robinson, Joan: The Accumulation of Capital. Londres, Mc Millan & Co., 1956, pag. 132.

El adoptar tecnologías intensivas en mano de obra no solucionará por sí sólo el problema del desempleo y las condiciones de pobreza de la gran mayoría de la población. El tercer mundo se caracteriza por bajas tasas de acumulación de capital, condición necesaria para apoyar y respaldar el desarrollo de dichas tecnologías, un elevado ritmo de crecimiento poblacional. Tarde o temprano el crecimiento poblacional rechazaría la supuesta estabilidad de empleo basada en las tecnologías intensivas en mano de obra ya existentes y se haría necesaria, por tanto, la creación de más tecnología con las características correspondientes. Aunado a esto, las tecnologías intensivas en mano de obra pueden requerir un mayor esfuerzo de supervisión.

El argumento en favor de las tecnologías intensivas en trabajo yerra con frecuencia en identificación de producción en gran escala, que suele ser intensiva en capital, con la utilización de más capital por unidad de producto.

Cuarto. Al aplicarse las tecnologías intensivas en mano de obra en la economía tendría que hacerse tanto en el campo agrícola como en el industrial, de lo contrario el aumento del número de empleos urbanos creados podría hinchar la corriente migratoria hacia las ciudades hasta el punto de que el desempleo podría aumentar.

El tercer mundo se caracteriza por el predominio de las industrias tradicionales (como alimentos, calzado, textil, vestido, etc.) que hacen uso de la mano de obra de manera considerable. Aquí podría desarrollarse y aplicarse las tecnologías intensivas en mano de obra. Sin embargo, estas industrias, para sobrevivir en el mercado cada día se ven obligadas a utilizar tecnologías intensivas en capital.

Quinto. Los altos costos del trabajo exceden, la presión sindical y los problemas que generan las exigencias provenientes de los trabajadores como aumento de salarios, prestaciones, vacaciones pagadas, los problemas de huelga,

manifestaciones, sabotajes a la producción, etc., hacen que los empresarios prefieran adoptar tecnologías intensivas en capital con problemas más bien técnicos como descomposturas o desgastes prematuros de la máquina por efecto de un manejo inexperto y de capital que problemas de carácter político y económico que pongan en riesgo sus intereses capitalistas.

4.- Para realizar una innovación es necesario contar con un laboratorio o Institución, esto es, una unidad que disponga de una infraestructura científica y tecnológica: Personal especializado, equipo de laboratorio, aparatos de medición, unidades piloto y auxiliares, así como un flujo continuo de datos e informes a través de servicios de documentación bien organizados, principalmente.

Con frecuencia, la creación de una idea, un prototipo o muestra, así como el proceso de fabricación de la innovación, incluyendo la planta piloto y el lanzamiento del producto, absorbe un tiempo considerable: de 2 a 2 años y medio. 176

El primer problema al que se enfrenta la innovación tecnológica nacional es a la competencia innovativa de los países desarrollados.

Del moderado número de novedades que se realizan cada año en el tercer mundo, sólo una pequeña parte de estas novedades logran convertirse en innovación, pero son aún menos las innovaciones que llegan a tener éxito. Los que llegan a tener éxito por lo regular pertenecen a grandes grupos o empresas con recursos financieros de consideración. Por si fuera poco, estas innovaciones exitosas se convierten usualmente en barreras a la competencia propiciando una mayor concentración de capital.

Por lo que respecta a las innovaciones individuales, estos se ven desplazados con facilidad por las grandes empresas nacionales y filiales extranjeras debido a que la mayoría no recibe el apoyo adecuado, ya sea por parte del

estado o las empresas nacionales, para industrializar sus novedades. Esto se debe, principalmente, a que existe el riesgo de no poder recuperar la inversión inicial.

Las grandes empresas gastan del 15 al 20% aproximadamente del monto de sus ventas en el desarrollo de nuevos productos, costos que quedan fuera de las posibilidades de muchas empresas medianas, pequeñas y sobre todo de los inventores individuales.

Se requiere contar con un capital fuerte debido a que los costos son cuantiosos. Cada novedad debe pasar por varios procesos para innovar una idea o proceso se necesita un estudio de mercado, el diseño de alternativas y de prototipos, pruebas de muestra, ensamble y pruebas producción para evento piloto, revisión de calidad, lanzamiento al mercado del producto. La capacitación del personal, los costos de ingeniería, el registro de patentes, en sí, una infraestructura científica y tecnológica competente.

Una vez que el producto nacional está listo para ser lanzado al mercado, se enfrenta a la obsolescencia del mismo debido a que las innovaciones del mundo desarrollado a rebasado o superado esta innovación con una idea o producto más práctico y más rentable, en la mayoría de los casos.

Por otra parte, las empresas transnacionales protegen el mercado para que no se incorporen nuevos inventos que hagan la competencia mediante reglamentos y leyes prohibitivas o de protección. Unos países "protegen" mediante la legislación sobre patentes la novedad durante varios años. Otra barrera es la reglamentación sobre la calidad de los productos que frecuentemente es el reflejo del país más adelantado.

Como sabemos, el capitalismo se basa en una importante y constante transformación del sistema productivo, al fundarse en el crecimiento constante de la plusvalía. El capitalismo necesariamente tiene que revolucionar las bases productivas en que se apoya de manera permanente.

Para hacer posible la creación de una infraestructura científica y tecnológica es fundamental que se cuente con un monto de capital elevado ya que, tanto la investigación fundamental como la aplicada en el laboratorio y la creación de institutos de investigación con su respectivo personal calificado requieren de enormes montos de capital.

Sin embargo, de lo que más carece el tercer mundo es precisamente de esos grandes montos de capital; y, por lo que se refiere a los recursos humanos, éstos son de poca monta y de bajo nivel.

El potencial de investigación y la infraestructura científica y tecnológica en el tercer mundo se ve obstaculizado al no contar con científicos, ingenieros y técnicos calificados suficientes, es decir, aquellos recursos humanos que se emplean en el mercado de la novedad para investigar, desarrollar e innovar. La poca educación existente se ve sometida a una fuerte presión en todos los niveles debido al cambio tecnológico acelerado de los institutos de investigación y universidades de la metrópoli.

La falta tanto de recursos económicos como la posibilidad de formación de recursos humanos calificados suficientes se ve agravado principalmente por los pagos que se tienen que hacer por concepto de utilidades, remesas, intereses, regalías, pagos por asistencia técnica pero, principalmente, por los pagos por concepto del servicio de la deuda externa acompañada de inflaciones y devaluaciones al interior de los países subdesarrollados.

Tan sólo la abrumadora deuda externa reduce de manera considerable el margen de maniobra del tercer mundo y limita, a su vez, las posibilidades de ejercer a plenitud una autonomía de decisión y creación de infraestructura científica y tecnológica.

En la mayoría de los casos, la única forma que tienen los países subdesarrollados de atender al servicio de

la deuda acumulada es mediante la contratación de nuevos préstamos externos, acrecentándose la deuda aún más.

Según José Ricardo "la enorme magnitud de la deuda externa y su servicio han ido absorbiendo mayores recursos de las economías. En 1977, América Latina destinaba una octava parte de sus ingresos por exportación de bienes y servicios al pago de intereses; para 1985 esa proporción pasó a ser 36%. No obstante, algunos países destinan a esto mayores proporciones como Bolivia, con 60%; Argentina 55%; Chile 47%; Brasil 44%; México 37%. etc. En suma, algunos países destinan más de 50% de sus divisas totales obtenidas por la exportación al pago de intereses, reduciendo ampliamente los requerimientos necesarios para seguir efectuando el proceso productivo de estos países" 177

La desviación de los recursos necesarios para financiar el desarrollo hacia el pago de las obligaciones de la deuda externa -dotando de más recursos financieros al primer mundo con los cuales incrementa, aún más, sus inversiones en la ciencia y la tecnología-, la creciente resistencia reciente en muchos bancos a renovar créditos externos, aunado a los aumentos en las tasas de interés, por una parte, así como el rápido crecimiento demográfico, los déficit en la balanza comercial y la devaluación, por la otra, son elementos, entre otros, que obstaculizan el desarrollo de una infraestructura científica y tecnológica nacional al contarse con menos recursos (recorte de presupuestos) para la educación y los institutos de investigación científica y tecnológica.

De igual manera, aparte de tomar en cuenta la mayor importación de ciencia y tecnología de la metrópoli; la poca demanda directa de los sistemas de Investigación y

177 Ramirez Brun, José Ricardo: Países en desarrollo y sistema internacional. México, UNAM, 1986, pag. 23, 24.

Desarrollo del tercer mundo que reciben sus sociedades; se deben calcular las altas y constantes inversiones que implican los desarrollos en la infraestructura y las plantas productivas para el impulso de la ciencia y la tecnología.

El problema del atraso científico y tecnológico en el tercer mundo así como la superación y desarrollo del mismo hacia objetivos nacionales de desarrollo no puede lograrse simplemente dictando normas específicamente orientadas a estimular la actividad de investigación y desarrollo para la Ciencia y la Tecnología a nivel de empresas, regulando, la transferencia de tecnología desde el exterior o mediante el otorgamiento de mayores recursos financieros para la creación de la infraestructura científica y tecnológica -aparte de costosa e ineficiente-, así como para la creación de sistemas de información científica, o bien el establecimiento de mecanismos de cooperación regional, mientras se mantenga constante el conjunto de factores que configuran el estilo de industrialización del tercer mundo. El problema fundamental se encuentra en las características estructurales del tercer mundo que impiden establecer una vinculación entre la infraestructura científico-técnica y otros sectores de la sociedad.

Por lo tanto, no pueden esperarse resultados tanto cualitativos como cuantitativos espectaculares a mediano plazo, ni posiblemente a largo plazo.

Lo más probable es que se registre un aumento, en lugar de una disminución, en la llamada brecha tecnológica entre los países desarrollados y el tercer mundo.

En caso de llevarse a efecto la creación de una infraestructura tecno-científica en el tercer mundo, por muy organizado y efectivo que sea, el esfuerzo total de investigación en el mundo subdesarrollado será pequeño en comparación con el esfuerzo correspondiente del mundo desarrollado.

Dentro del tercer mundo, la parte sustancial del financiamiento para la creación de la infraestructura

necesaria proviene del Estado. Pero la infraestructura que levanta el estado no responde necesariamente a las necesidades sociales. Más bien cubre deficiencias de la actividad privada. Por tanto, son transacciones capitalistas con objeto de incrementar la productividad de la fuerza laboral y la rentabilidad del capital.

La función del Estado es la de garantizar las condiciones técnicas y científicas generales del proceso de producción capitalista, esto es, una infraestructura adaptada a las necesidades de valorización del capital.

La ciencia y la tecnología se transforma y comercializa no para elevar el nivel de vida material de la población general o para aliviar el trabajo humano, sino porque el proceso de acumulación capitalista lo exige.

6.- En lo referente a la propuesta sobre la inversión extranjera para apoyar a la tecnología nacional, la mayoría de los gobiernos recurren con frecuencia a la elaboración de programas, apoyados en una variedad de incentivos y políticas fiscales, para promover la inversión extranjera en sus respectivos países.

Lo anterior es con la finalidad de impulsar el desarrollo tanto económico como científico y tecnológico mediante la ayuda del capital, extranjero. Si bien es cierto que uno de los motivos en implementar la inversión extranjera directa es el desarrollo económico, muchos países del tercer mundo se ven presionados por los pagos de los enormes montos del servicio de la deuda externa que tienen que hacer frente ante sus acreedores, esto hace que actúen de manera más flexible con relación a imponer restricciones a la inversión extranjera.

Sin embargo, tal medida ofrece riesgos muy elevados tanto de índole económica como política, legal o social en el país anfitrión. Entre ellos podremos enumerar los siguientes:

a).- Por lo general, la inversión extranjera desplaza a la empresa nacional a la vez que se da una fuerte competencia por parte de la misma; esto, es, se da un proceso de "desnacionalización" de las industrias nacionales. Frente a la lucha de la competencia mundial, las empresas transnacionales deben crecer para sobrevivir; para lograrlo se ven en la necesidad de internacionalizarse, esto es, deben establecer su acumulación sobre una base mundial.

El inversionista extranjero adquiere empresas locales prósperas, sin que la transferencia de propiedad necesariamente signifique beneficio alguno para los intereses nacionales.

Normalmente las políticas de la empresa extranjera muestran una preferencia clara por el control total, principalmente de aquellos sectores más estratégicos de la economía nacional donde se pueden obtener mayores utilidades (como la industria automotriz, la química, la construcción, farmacéutica, minería, mecánica, etc.) que, por lo general, son ramas orientadas hacia la exportación. Los sectores tradicionales no están exentos de la intervención de la inversión extranjera.

b).- Ya sea la inversión extranjera o las transnacionales mismas, no manifiestan interés ni ven motivo alguno en realizar un esfuerzo científico y tecnológico a favor del país donde operan. Las corporaciones capitalistas no constituyen organizaciones filantrópicas; por tanto, es ilógico esperar que contribuyan en gran medida al desarrollo económico social y cultural del tercer mundo.

Los intereses nacionales no siempre coinciden con los intereses de las sociedades que efectúan las inversiones en el país. Tanto las corporaciones extranjeras como sus respectivas filiales, poseen sus propios programas e intereses. Cuentan en su país de origen con laboratorios e institutos de investigación, por tal motivo, no están interesados en ayudar a laboratorios y universidades locales de los países en que operan, ni tampoco en generar o

internalizar innovaciones a partir del acervo tecnológico importado. La inversión extranjera jamás pasará a formar parte de la estructura económica interna del tercer mundo, excepto en el sentido puramente geográfico y físico.

c).- La inversión extranjera directa es eminentemente descapitalizadora en el tercer mundo. La empresa o el inversionista extranjero disminuye gradualmente la aportación de capital nuevo e instrumenta, por otra parte, el envío al exterior de dividendos o utilidades, regalías y pagos por asistencia técnica. Al cabo de cierto tiempo, los flujos de capital revierten con creces hacia el país que proporcionó en un principio los fondos. Tan sólo en el caso de México "entre 1977 y 1983, el país pagó 11 200 millones de dólares por la inversión extranjera directa (regalías, tecnologías y dividendos). En tanto que durante los primeros ocho meses de este año (1987) las empresas privadas y públicas han pagado al exterior más de 317 200 millones de pesos de acuerdo con un informe de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial." 178 En realidad, los aportes de capital son mínimos, puesto que las subsidiarias se financian en porcentajes muy elevados con recursos locales y sus pagos al exterior representan un drenaje neto de recursos que resulta superior al aporte original.

La descapitalización del tercer mundo, por este conducto, proporciona fondos para las actividades de investigación y desarrollo para la ciencia y la tecnología en Estados Unidos, Europa y Japón debido a la importancia estratégica de la investigación y desarrollo para la acumulación de capital.

Por otra parte, al implantarse los consorcios extranjeros en el tercer mundo, crean formas de consumo típicos de sociedades desarrolladas, es decir, se dan necesidades artificialmente creadas y estructuradas de demanda irracional que no guardan la proporción con los

178 Vergara Reyes, Delia: Tecnología importada en "Gaceta UNAM" 19/X/1987 pag. 12.

requerimientos de las naciones subdesarrolladas. La elección de productos suntuarios y semisuntuarios estimula la selección de técnicas de producción que tienden a ser relativamente intensivas en capital y de gran escala. Este es otro elemento que provoca la repatriación de los beneficios y dividendos que obtienen dichas empresas.

d).- La inversión externa no es generadora de fuentes de empleo en el tercer mundo; por el contrario, la inversión extranjera directa, al igual que las filiales de empresas extranjeras, suelen recurrir a la importación de tecnología intensiva en capital que incluyen líneas de producción semiautomatizadas. Si bien significan adelanto técnico casi siempre desplazan fuerza de trabajo o no contribuyen a la creación de empleo en la medida necesaria. Dentro de las exenciones fiscales que se conceden con frecuencia en el tercer mundo para atraer empresas transnacionales vistas como convenientes para el desarrollo económico, tales exenciones y privilegios se basan en la cantidad de capital utilizado más bien que en el volumen de empleo proveído. A menudo las empresas transnacionales tienen cierta preferencia por traer del exterior sus administradores y su personal calificado en lugar de pasar por el prolongado proceso del adiestramiento de nacionales.

Es el camino más seguro para impulsar, guardar y reforzar el poder económico, político, social, científico y tecnológico por parte de la metrópoli. Por tanto, las empresas filiales para lograr su expansión y desarrollo se ven en la necesidad de depender económica y tecnológicamente de los centros avanzados del exterior.

Con la importación de tecnología intensiva en capital se busca preservar mercados y fuentes de materias primas.

Recurrir al mecanismo de la inversión extranjera directa hace más estrecha la posibilidad de emplear tecnología e insumos locales. Dificultan la tan deseada independencia tecnológica en los subdesarrollados. El papel

subordinado de los subdesarrollados se acentúa en lugar de disminuir. La capacidad de generar, en el tiempo, desarrollos tecnológicos propios guarda una relación inversa con el nivel de participación de las filiales extranjeras.

La dominación extranjera ya sea mediante sus filiales o la inversión extranjera directa, tiene que ver mucho con el estancamiento y con la distorsión del crecimiento económico en el tercer mundo.

En caso de que alguna subsidiaria local haya acumulado un significativo monto de experiencia en el mercado doméstico, en las sucesivas generaciones de productos y diseños de planta que la misma emplea, no garantiza que haya dejado de ser completa la decisión y diseño de la casa matriz.

e).- A pesar de las buenas intenciones de varios planificadores de la ciencia y la tecnología en muchos países del tercer mundo, la intervención del Estado es cada vez más utilizada para asegurar los beneficios monopólicos.

Es muy probable que la competencia mutua de los países en desarrollo a fin de atraer inversión extranjera directa se vuelva aún más intensa.

7.- Con respecto al aumento de la capacidad y uso de servicios de consultoría e ingeniería locales por parte de los capitalistas del tercer mundo, la problemática es la siguiente:

Como ya se comentó anteriormente, los empresarios del tercer mundo desconfían en gran medida de la capacidad del personal local ya que carecen de recursos económicos y una formación de alto nivel, así como de un bagaje informativo a nivel mundial de consideración sobre las innovaciones recientes en el campo científico y tecnológico de los países desarrollados y las posibles alternativas y costo que ofrece el desarrollo científico y tecnológico.

La mayoría de las empresas prefieren contratar a consultores e ingenieros extranjeros, aparte de que cuentan

con todos los recursos a su disposición, ofrecen menos riesgo y permite hacer frente al problema de la obsolescencia, mediante dichos estudios antes que la innovación tecnológica que se pretende utilizar quede relegada u obsoleta.

Las empresas medianas o pequeñas, al no poder formar su propio equipo técnico ni recurrir a una empresa consultora local, por los altos costos que acarrea, prefieren importar tecnología y la asistencia técnica correspondiente aun con todos los riesgos que ello implica. Se prefiere el licenciamiento tecnológico externo a los servicios de consultoría e ingeniería del tercer mundo, provocando la sustitución de los esfuerzos locales que no son impulsados en el plano interno.

Por tanto, si los avances logrados en el plano local no son significativos y la frontera tecnológica se mueve a un ritmo más acelerado, la capacidad de negociación por parte del tercer mundo será reducida.

La realización de estudios exhaustivos para incrementar el poder de negociación del tercer mundo con respecto a la tecnología externa es una tarea larga, costosa y demasiado riesgosa. El cambio tecnológico vuelve obsoletos los estudios con la misma rapidez que vuelve obsoletas a las máquinas. Es más factible obtener mejores resultados, a pesar de los riesgos que implica, de los servicios de consultoría e ingeniería contratados del exterior que utilizar dichos servicios, de por sí deficientes, del tercer mundo. El capital no arriesga fácilmente su situación económica por mero nacionalismo o interés filantrópico alguno sin importar el país subdesarrollado del que se trate. Sólo vela por sus intereses privados.

8.- Si bien es muy importante establecer políticas sobre ciencia y tecnología para apoyar el desarrollo económico y social, estas son fáciles de diseñar. Se pueden cuantificar metas y objetivos sin ningún problema. No. La cuestión no radica en elaborar excelentes políticas científicas y tecnológicas.

A menudo se considera que la ciencia y la tecnología, por sí sola, puede ser vehículo del cambio social y económico; que gran parte de los problemas que aqueja al tercer mundo pueden ser resueltos mediante la vía tecnológica. O bien, que los problemas por los que atraviezan dichos países son producto de la falta de un desarrollo científico y tecnológico autónomo. Sin embargo, lo que tecnológicamente puede ser viable, puede no serlo desde el punto de vista social o institucional.

Estas políticas y planes nacionales de desarrollo científico y tecnológico gustan de pasar por alto límites estructurales capitalistas como: la falta de capital, sobre todo capital de riesgo, esto es, la necesidad de enormes requerimientos en términos de inversiones que los procesos de reconversión industrial y los desarrollos de tecnología moderna requieren; la carga del servicio de la deuda externa, las continuas devaluaciones, los intereses de clase creados, la falta de una infraestructura científica y tecnológica adecuada, el bajo nivel de educación de la población, aunado al deterioro real en los servicios educativos que imparte el estado, la tendencia a la privatización cada vez mayor de la enseñanza, la fuga de cerebros, la formación de investigadores hecha en los países industriales que, en términos generales, no contribuye al desarrollo nacional de la actividad científica y tecnológica, entre otros múltiples problemas. Además, las políticas de ciencia y tecnología nacionales hacen que sean de los que más rápidamente se vean afectados por políticas de "austeridad" y de "racionalización del gasto público", agravado por las firmas del convenio con el Fondo Monetario Internacional con su respectivo programa de contracción del gasto público. Con ello, las metas previstas en los planes y proyectos dejan de alcanzarse.

Por tanto, para determinar los campos de conocimiento científico y tecnológico y las formas institucionales idóneas para ir adecuando oportuna y satisfactoriamente la oferta educativo-formativa a las exigencias del desarrollo

sectorial, regional y nacional, y a la satisfacción de las cambiantes necesidades de la sociedad que lo integra, antes debe ser analizada tal política científica y tecnológica "autónoma" a la luz de los aspectos, problemáticas y limitaciones que afectan al país subdesarrollado en cuestión tanto económicos como políticos, institucionales, educativos, sociales, ideológicos y culturales. El desarrollo científico y tecnológico no es un sistema que pueda ser estudiado haciendo abstracción de las condiciones económico, político y sociales.

Estas políticas científicas y tecnológicas tercermundistas incurren en el error, a veces de manera ingenua, sin mala fe, o bien, de manera bien intencionada, de identificar el desarrollo científico y tecnológico autónomo, aunado al desarrollo económico, con el progreso social, es decir, con el bienestar económico, alimentario, laboral, etc., de toda la población.

En caso de llevarse a cabo y realizarse cada una de las políticas o medidas, para el desarrollo de la ciencia y tecnología autónoma antes analizadas, cosa que creemos casi imposible, ¿quién obtendrá el mayor provecho con tales realizaciones? ¿cuales serían los mecanismos o medios que se utilizarían para llegar a toda la población y así beneficiarlos por tales logros alcanzados? ¿cómo se llevarían a cabo los cambios en el ingreso si una gran mayoría recibe el salario mínimo? ¿cuales serían los cambios en el trabajo, el nivel educativo, etc. de toda la población?

Aún cuando la actividad de los grupos de diseño de políticas científicas y tecnológicas pudiesen desplazarse drásticamente y sin obstáculos hacia proyectos de interés social, los resultados del trabajo terminarían apresados en las redes del capital.

Por otra parte, con las políticas científicas y tecnológicas propuestas y el surgimiento y desarrollo de las nuevas tecnologías se pretende sustituir, actitud muy ilusoria, a las revoluciones políticas y sociales por las

revoluciones tecnológicas, panaceas del cambio y bienestar social. Comprende una transformación importante de los objetivos del desarrollo sin constituir cambios revolucionarios en el modo de producción y el reordenamiento social.

Con tales políticas se deja de lado el aspecto social de la producción. Se excluye el análisis de la especificidad de las relaciones económicas capitalistas internacionales. El tratamiento de la ciencia y la tecnología se plantea, por tanto, en el plano de la superficialidad, ignorando la esencia del carácter capitalista de la tecnología cuya utilidad es la de hacer posible una mayor valorización del capital.

La transformación de las condiciones materiales de vida encaminado hacia la obtención de un bienestar social se enmarca en el plano de la buena voluntad (sólo falta que se lo proponga el tercer mundo), exaltando el aspecto nacionalista y paternalista, sin considerar en modo alguno la abolición de las relaciones de producción capitalistas. En ningún momento se busca afectar las relaciones contradictorias y antagónicas entre el capital y el trabajo.

Se busca superar los graves problemas económicos, políticos y sociales por los que atravieza el tercer mundo mediante la aplicación de una tecnología más adecuada a las condiciones y necesidades de cada país subdesarrollado ("planeación capitalista") apoyados, en la mayor medida de lo posible -algo contradictorio- en las nuevas tecnologías intensivas en capital.

Sin embargo, debemos partir del hecho de que las tecnologías no son neutras. Sus características son condicionadas por el ambiente de la economía para la cual fue desarrollada y, por tanto, la decisión de introducir o desarrollar tal o cual tecnología tampoco es una decisión neutral, sino que refleja la correlación de fuerzas internas y externas, la cohesión nacional, así como la visión de qué clase de desarrollo se busca.

Aún cuando la actividad de los grupos de diseño de políticas científicas y tecnológicas pudiesen desplazarse drásticamente y sin obstáculos hacia proyectos de interés social, los resultados del trabajo terminarían apresados en las redes del capital.

No debemos olvidar que el estado de cada país subdesarrollado es el encargado de la elaboración de dichos planes y programas sobre ciencia y tecnología con fines de clase, es decir, busca el beneficio de su respectiva clase capitalista.

El estado moderno, cualquiera que sea su forma, es un organismo esencialmente capitalista. Está a cargo de la defensa de los intereses capitalistas nacionales respecto a los capitalistas extranjeros -dentro de lo posible-. Procura la creación de condiciones generales de la producción que no puede ser garantizadas por la actividad privada de los miembros de la clase dominante.

"La burguesía nacional -dice Ulrich Albrecht- avisa una mejoría en las condiciones de explotación de su capital en el marco de los ambiciosos proyectos asegurándolos y convenciendo de la importancia tecnológica autónoma mediante una política nacionalista, frente a la desbordante competencia tecnológica y de capital de los consorcios extranjeros." 179

De manera engañosa, con tales políticas de desarrollo techno-científico., el estado busca dar al proletariado del tercer mundo la ilusión de un clima de igualdad y de libertad, esto es, trata de establecer una integración ideológica, "nacionalista" y "patriótica", libre de intereses económicos contrarios entre las clases. Esto es con el fin de asegurar el predominio la ideología y los intereses de la clase capitalista. Una manipulación y sometimiento sutil, sin

presión directa, apelando a los intereses de "las mayorías" y el beneficio de "las naciones sometidas".

"La burguesía vive en lucha permanente: al principio, contra la aristocracia; después, contra aquellas fracciones de la misma burguesía, cuyos intereses entran en contradicción con los progresos de la industria, y siempre, en fin, contra la burguesía de todos los demás países. En todas estas luchas se ve forzada a apelar al proletariado, a reclamar su ayuda y a arrastrarle así al movimiento político". 180

Debemos tomar en cuenta que el capitalismo satisface una necesidad sólo cuando ésta contiene un potencial de mercado.

Al capitalista le interesa única y exclusivamente la valorización de su capital y no la satisfacción de las necesidades humanas o de la población sea esta de un país subdesarrollado o de un país industrializado.

Por tanto, toda política científica y tecnológica creada por cualquier estado capitalista del tercer mundo se orienta promordialmente a crear las condiciones para el funcionamiento de la economía capitalista, esto es, crear las condiciones para la obtención de una mayor ganancia y una mejor acumulación de capital de su propia clase capitalista autóctona.

"En su condición de vehículo consciente de ese movimiento -dice Marx- el poseedor de dinero se transforma en capitalista. Su persona, o más precisamente, su bolsillo, es el punto de partida y de retorno del dinero. El contenido objetivo de esa circulación -valorización del valor- es su fin subjetivo, y sólo en la medida en que la creciente apropiación de la riqueza abstracta es el único motivo impulsor de sus

operaciones, funciona él como capitalista, o sea como capital personificado, dotado de conciencia y voluntad. Nunca, pues, debe considerarse el valor de uso (la satisfacción de las necesidades humanas) como fin directo del capitalista. Tampoco la ganancia aislada, sino el movimiento infatigable de la obtención de ganancias". 181

A M O D O D E
C O N C L U S I O N E S

La propuesta, planteada tanto por investigadores y economistas así como por los diferentes organismos e instituciones nacionales e internacionales relacionados, con los problemas de la ciencia y la tecnología y el desarrollo económico, que busca llevar a cabo la creación de una estrategia de industrialización basada en la creación de una capacidad científica y tecnológica "propia", "endógena", "autónoma", "nacional e independiente", comparable a la de los países desarrollados y acorde con las aspiraciones de cada país subdesarrollado que haga posible una mayor competitividad internacional y mejorar, sobre todo, las condiciones de vida, de manera igualitaria, de toda la población, no es nueva.

Ya la economía clásica, principalmente Adam Smith y David Ricardo, gustaba de confundir los intereses de una clase con los intereses de la colectividad; el identificar el desarrollo industrial y la búsqueda por una mayor acumulación de capital con el bienestar humano; El establecer una relación directa entre el progreso técnico e industrial con el progreso social. Así, por ejemplo, en su Tratado de la Naturaleza y las Causas de la Piqueza de las Naciones, publicado en 1776, Adam Smith afirma:

"Cada individuo se esfuerza continuamente en encontrar el más ventajoso empleo para todo capital que controle. Es su ventaja propia, indudablemente, no la de la sociedad, lo que tiene presente. Pero el estudio de su propia ventaja, naturalmente o más bien necesariamente, le lleva a preferir el empleo que es más ventajoso para

la sociedad". Esto es, el bienestar de la sociedad está unido al del individuo. 182

David Ricardo, al exponer el caso del libre intercambio internacional y la división del trabajo, llevada a su más alto grado, en donde ésta última capacita a cada país para especializarse en los productos o artículos que puede producir más barato, generando una riqueza total en el mundo, dice:

"Bajo un sistema de comercio perfectamente libre, cada país dedica, naturalmente, su capital y su trabajo a los empleos que le sean más benéficos. Esta persecución de la ventaja individual está admirablemente relacionada con el bien universal de todos (...). Difunde el beneficio general y consolida, por un lazo común de interés e intercambio, la sociedad universal de las naciones, en todo el mundo civilizado" 183

El placer por confundir y mezclar los intereses capitalistas con los intereses de la mayoría de la población no es privativo de la Escuela Clásica. A lo largo de la historia del desarrollo económico capitalista han surgido infinidad de investigadores y teóricos apologistas del sistema.

A manera de referencia, ilustraremos el caso con dos ejemplos:

182 Huberman, Leo: Los bienes terrenales del hombre México, Nuestro Tiempo, 1975, pag. 243.
183 Idem. pag. 259.

"La insistencia del diario -El Universal. 1928- en la necesidad de adoptar el taylorismo en la industria rindió frutos rápidamente. El 20 de junio del mismo año, José Manuel Puig C., a la sazón secretario de Educación Pública, transmitió un acuerdo al rector de la Universidad Nacional que establecía una asignatura para el estudio del "Manejo y Organización Científica del Trabajo" en la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales o en la Facultad de Altos Estudios.

A finales de 1928, se dictaron seis conferencias a cargo de un profesor de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad. El docente era Vicente Lombardo Toledano. Cada una de sus pláticas estaba dirigida a asistentes específicos. Mientras que el contenido de la primera charla era de "orden general", y entre otros cubría el tema de las implicaciones que tendría en México un "Instituto de Organización Científica del Trabajo". Las siguientes cinco estaban orientadas a empresarios, obreros, profesionales, funcionarios y empleados públicos, y, por último, a periodistas. El tercer punto abordado en la última conferencia impartida por Lombardo Toledano se denominaba La Organización Científica del Trabajo como garantía de la conservación de la riqueza humana, de la prosperidad de la industria y del mejoramiento de los "STANDARDS" de vida" 184

Para Marvin Minsky, fundador del laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) y uno de los fundadores de la Inteligencia

Artificial, la introducción de las nuevas tecnologías y en particular el uso del robot en la actividad productiva en Estados Unidos beneficiará a la gran mayoría de la población, si bien algunos tendrán que verse en la necesidad de sacrificarse por el bien social:

"En 1984, un grupo de abogados demandó a la Universidad de California acusándola de que sus investigaciones sobre procedimientos para automatizar las cosechas sólo beneficiarían a las grandes empresas de negocios agrícolas y maquinaria no a los pequeños campesinos suprimiendo miles de puestos de trabajo realizados hasta entonces por trabajadores humanos. Preguntaban: ¿Es correcto por parte del gobierno promocionar los intereses de unas cuantas empresas grandes a costa de muchas empresas y trabajadores de menor volumen? No preguntaron: ¿Es correcto que el gobierno promueva el bienestar y la prosperidad del público en conjunto, a pesar de los efectos menores que esto tenga en la distribución de la riqueza?.

El motivo de la controversia es una gran mole de diez metros de longitud, en forma de maquinaria agrícola, llamada la Cosechadora de Tomates, que realiza una labor tosca pero eficaz recogiendo tomates automáticamente. El cultivo de tomates es un gran negocio en la zona central de California y aproximadamente el 85% de todos los tomates que terminan enlatados en los Estados Unidos crecen allí. La cosechadora revolucionó la agricultura del tomate en California el año anterior a su introducción, los cultivadores de tomates producían 2 200 000 toneladas de tomates y tenían que emplear a 40 000 trabajadores emigrantes para la recolección. Hacia principios de los 80s, producían una cosecha tres veces mayor, pero sólo necesitaban 8 000 trabajadores para la recolección. (32

000 trabajadores fueron lanzados a la calle) debido principalmente a la cosechadora.

Esta situación de la vida real es una variación de la tragedia del campo común. Un grupo de presión, en este caso los trabajadores del campo, enfrentan sus intereses a los de la comunidad mayor, exigiendo que sus necesidades tengan prioridad sobre la eficacia de la producción alimentaria (ii). Algunos sectores de la sociedad no quieren por egoísmo (ii) el robot en el siglo XX, por no hablar del siglo XXI. Presentan una curiosa forma de lealtad y egoísmo al servicio de la supervivencia del grupo que dice "es mejor que todo el mundo sufra o muera a que sobreviva un grupo que a nosotros no nos gusta". De este modo, en el Caso de California, aunque la reducción del precio de los alimentos debido a la automatización supondría un beneficio neto para toda la sociedad y favorecería a un par de cientos de millones de personas, también haría sufrir a varios millones de trabajadores mientras varios miles de inversionistas se beneficiarían desmesuradamente, lo cual, en opinión de algunas personas, es tan injusto que no puede tolerarse". 183

A todo lo anterior, Marx responde: "entre tanto el capitalista, con sonrisa social, ha vuelto a adoptar su vieja fisonomía. Con toda esa letanía no ha hecho más que tomarnos el pelo. Todo el asunto le importa un comino. Deja esos subterfugios enclenques y vacías patrañas, y otras creaciones por el estilo, a cargo de los profesores de economía política, a los que él mismo paga por ello. El es un hombre práctico, que si bien

185 Minsky, Marvin y etal: Robotica. La última frontera de la tecnología México, Editorial Planeta, 1986, pags. 242, 243.

fuera del negocio no siempre considera a fondo lo que dice, sabe siempre lo que hace dentro de él". 186

Pero, ¿cuál es en realidad su negocio? ¿Cuáles son sus verdaderos intereses?

Para la clase capitalista lo más importante es tener bajo su control el proceso de producción, con la finalidad de extraer, en la mayor medida de lo posible, plusvalor. En otras palabras, la producción de plusvalor es el objetivo fundamental de la producción capitalista. Es convertir el proceso de trabajo en proceso de valorización del valor, en proceso productivo constante de plusvalor.

El fin de todo el proceso productivo en el capitalismo es la búsqueda por el aumento continuado de valor que genera más valor, de valor que se valoriza, el de crecer sin fin, el de autoincrementarse, esto es, la búsqueda del aumento del capital. Es producir y reproducir el capital. Es acumular capital de manera permanente y en escala cada vez más amplia.

"El desarrollo de la producción capitalista - dice Marx - convierte en ley la necesidad del incremento constante del capital invertido en la empresa industrial" y el régimen del capital obliga a todo capitalista individual "a expandir constantemente su capital para conservarlo, y no tiene más remedio de expandirlo que la acumulación progresiva" 187

Para que el capital se desarrolle y se reproduzca necesariamente tiene que acumular capital y para acumular capital necesariamente tiene que extraer, de manera constante, plusvalía del proceso de producción; es decir, tiene que explotar, mediante diferentes mecanismos, a la fuerza de trabajo tanto calificada como no calificada.

186 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 234.

187 Idem. pag. 630.

"Con la acumulación de capital se desarrolla, por consiguiente, el modo de producción específicamente capitalista, y con el modo de producción específicamente capitalista la acumulación del capital". 188

Cada capitalista busca maximizar su tasa de beneficios, en parte para lograr una acumulación de capital que le permita crecer y desarrollarse, y en parte para poder sobrevivir ante una dura competencia de sus contrapartes capitalistas:

"La condición esencial de la existencia y de la dominación de la clase burguesa es la acumulación de la riqueza en manos de particulares, la formación y el acrecentamiento del capital". 189

Por tanto, para que el capitalista logre su objetivo debe producir aquello que sirva como vehículo portador o facilitador de beneficios, aquello que le permita enriquecerse y, a su vez, reproducir su dominio. Producir en la forma que permita un mínimo costo con una ganancia máxima. Como dice Marx: "la magnitud de la ganancia acicatea el hambre canina de más ganancia". 190

Para la formación y el crecimiento de la plusvalía, esto es, la valorización del capital, así como para el logro de una acumulación de capital constante y creciente, el capitalista tiene que apoyarse en la creación y el desarrollo de nuevas y mejores fuerzas productivas cada día, de manera incesante. Debe crear las condiciones necesarias

188 Idem. pag. 776.

189 Marx, Karl y Engels, Federico: El Manifiesto... op. cit. pag. 43.

190 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 494.

que le permitan explotar a la fuerza de trabajo de manera más lucrativa, así como asegurar las condiciones generales para la reproducción del capital.

"La burguesía no puede existir, sino a condición de revolucionar incesantemente los instrumentos de producción y, por consiguiente, las relaciones de producción, y con ello todas las relaciones sociales."

191

Estas condiciones generales se refieren básicamente tanto a la creación de recursos humanos con una capacitación de alto nivel en los diferentes campos del conocimiento científico, como al impulso y el fortalecimiento de la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología (aquí enmarcamos a las tres principales revoluciones científico-tecnológicas analizadas en el capítulo I).

Estas fuerzas productivas se desarrollan bajo el dominio y para el servicio única y exclusivamente del capitalista. La ciencia y la tecnología como la actividad científica se encuentran progresivamente más supeditadas al capital.

Para Marx, por tanto, "todos los métodos para acrecentar la fuerza productiva social del trabajo surgidos sobre ese fundamento, son al mismo tiempo métodos para acrecentar la producción de plusvalor o plusproducto que a su vez constituye el elemento constitutivo de la acumulación. Son al mismo tiempo, como vemos, métodos para la producción de capital por el capital, o métodos para su acumulación acelerada. La reconversión continua de plusvalor en capital se presenta como magnitud creciente del capital que ingresa al proceso de producción. Dicha magnitud, por

su parte, deviene fundamento de una escala ampliada de la producción, de los métodos consiguientes para acrecentar la fuerza productiva del trabajo o acelerar la producción de plusvalor." 192

Entre los objetivos del capital se encuentra, aparte de la creación y desarrollo de los medios de producción -entre ellos la ciencia y la tecnología- bajo su control, la eliminación de la fuerza de trabajo del proceso productivo, gracias a la aplicación del capital y la ciencia, dependiendo, claro está, del costo comparado con la maquinaria que lo sustituye.

"El mecanismo de la producción capitalista vela para que el incremento absoluto de capital no se vea acompañado de un aumento consecutivo de la demanda general de trabajo." 193

Las fuerzas productivas se desarrollan única y exclusivamente para el capitalista, en vez de hacerlo para el obrero. La investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología se desarrollan para y bajo el dominio y control del capitalista; por tanto, el producto como los resultados del desarrollo de la ciencia y la tecnología son propiedad del capitalista.

"Las condiciones sociales del trabajo (...) se presentan de manera intensa, no sólo como fuerzas pertenecientes al capital, sino como fuerzas hostiles,

192 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pag. 775-776.

193 Idem. pag. 796.

y avasalladoras, dirigidas contra el trabajador individual en interés del capitalista". 194

Los obreros que no son eliminados del proceso productivo están destinados a servir al capital y a ser explotados de una manera más intensa y despiadada, con la única finalidad que es la de acrecentar permanentemente la riqueza del capitalista.

"La ley de la acumulación capitalista (...) no expresa en realidad sino que la naturaleza de dicha acumulación excluye toda mengua en el grado de explotación a que se halla sometido el trabajo o toda alza en el precio de éste que pueda amenazar seriamente la reproducción de la constante relación capitalista, su reproducción en una escala constantemente ampliada. No pueden ocurrir las cosas de otra manera en un modo de producción donde el trabajador existe para las necesidades de valorización de valores ya existentes, en vez de existir la riqueza objetiva para las necesidades de desarrollo del trabajador". 195

El capitalista, para acumular capital, extraer plusvalor y poder mantener su dominio dentro del proceso productivo, debe establecer las relaciones capitalistas a escala internacional. Para reproducirse de manera ampliada debe asumir la forma de una acumulación de capital en escala mundial.

194 Marx, Karl: Subsuncción Formal y Subsuncción Real del Proceso del Trabajo al proceso de Valorización. Extractos del manuscrito 1861-1863 en " Digesto del seminario de Desarrollo y Planificación" México, Fac. Economía, UNAM, S.F., pag. 13.

195 Marx, Karl: El Capital, op. cit. pags. 770,771.

Ahora bien, este proceso de acumulación de capital a escala mundial impregna la evolución de dos polos opuestos de desarrollo económico: uno de ellos concierne a las economías del centro, el otro a las economías periféricas, tercermundistas o subdesarrolladas.

Cada uno de ellos interactúa sobre la otra y determina las nuevas modalidades de expansión a través del todo. El resultado de este proceso no puede ser otro que el de una cada vez mayor concentración de capitales en las economías del centro.

El sistema capitalista mundial se reestructura y jerarquiza para servir e impulsar la acumulación mundial de capital, fuerza motriz del desarrollo del sistema productivo.

La economía capitalista mundial se caracteriza por ser un sistema articulado de relaciones capitalistas entre las naciones. Es una totalidad en movimiento. El desarrollo económico de algunas naciones y el atraso y el estancamiento de las restantes forman parte de una y la misma unidad. El desarrollo económico de una parte es determinado por el subdesarrollo de la otra parte, que es la gran mayoría y, a su vez, el subdesarrollo y el sometimiento, en todos los niveles, de esa gran mayoría de países es producto de las naciones desarrolladas.

El desarrollo y el subdesarrollo se determinan y condicionan mutuamente. El subdesarrollo es un requerimiento para las necesidades de desarrollo económico de los centros dominantes.

El modo de producción capitalista es una estructura articulada en donde existen enormes diferencias de productividad. Es una unidad integrada compuesta de partes no homogéneas, en donde la unidad es la que en realidad origina la falta de homogeneidad. Se establecen relaciones de producción capitalistas, semicapitalistas y precapitalistas. Estas relaciones de producción se vinculan

entre sí a través del intercambio y son dominadas por el mercado mundial capitalista.

La expansión mundial del capital comercial de las economías desarrolladas lleva a la desestructuración, la dependencia y vulnerabilidad de las economías periféricas, a una adaptación de su estructura a los de las economías desarrolladas.

Esta integración -desarrollo/subdesarrollo económico capitalista- se originó durante los siglos XVII y XVIII, principalmente con el saqueo económico de las colonias, es decir, de los países periféricos (Africa, Asia, Australia, Norte y Sudamérica), por parte de los ejércitos coloniales de la metrópoli, lo que sirvió básicamente a la acumulación originaria de capital, sobre todo en Inglaterra. Las colonias fueron radicalmente modificadas e integradas al proceso de desarrollo del capital a nivel mundial para poder servir a los objetivos capitalistas. El subdesarrollo de la gran mayoría de las naciones se estableció como condición indispensable para el enriquecimiento de la Metrópoli. La historia del subdesarrollo del tercer mundo es, por tanto, la historia del desarrollo económico de los países metropolitanos.

La relación entre los países desarrollados y los económicamente atrasados se establece a partir de las características que fija la división del trabajo a nivel internacional. Esta división internacional del trabajo ordena a la economía mundial en sistemas económicos diferentes y en niveles de desarrollo de diversos grados, que presentan pocas similitudes. Se da, por una parte, la existencia de un núcleo de países con un considerable avance en el proceso de capitalización que concentra gran parte de la actividad industrial y la casi totalidad de los bienes de capital; este grupo de naciones financia las exportaciones mundiales, controla la infraestructura de los medios de transporte, del comercio internacional y es el principal mercado de productos primarios.

Existe, por otra parte, un gran número de países cuya exportación está compuesta principalmente por productos agrarios y mineros. Por consecuencia, la división internacional del trabajo está determinada por la hegemonía del núcleo de países industrializados y paralelamente la pauta y el ritmo del mercado mundial es mediatizado y condicionado por los países ricos en detrimento de los pobres. A su vez, la expansión de los primeros se posibilita gracias a la adquisición de materias primas y alimentos de los segundos. Entre desarrollo e industria y subdesarrollo e industria dependiente y subordinada se establece una articulación dialéctica que será necesaria para los primeros y que condicionará y supeditará la economía de los segundos sumiéndolos en la marginación y el atraso.

Sin regiones subdesarrolladas no hay industrializadas y, por lo tanto, no hay acumulación acelerada de capital en estas regiones ya que la búsqueda de sobrebeneficios sólo pueden ser realizados a costa de los países, regiones y ramas de producción menos productivos.

Para que se lleve a cabo la acumulación de capital a nivel internacional, las condiciones económicas del tercer mundo deben permanecer inalterables, es decir, deben seguir reproduciendo el papel de productores y abastecedores de materias primas y alimentos de los países industrializados. El tercer mundo, principalmente porque está incluido en el proceso productivo mundial, no está en condiciones de elegir su desarrollo que les permita salir del atraso, la dependencia económica, la explotación y desacumulación de capital de que son objeto; y si lo hace, requiere de grandes esfuerzos, en todos los niveles y se enfrenta, a su vez, a múltiples presiones y bloqueos por parte de los países industrializados.

Si bien la dependencia tanto económica como política, militar, cultural, científica y tecnológica del tercer mundo es un elemento constitutivo de la estructura internacional de dominio y de división del trabajo, determinada por los

intereses de la metrópoli, no debemos caer en el error de afirmar que el atraso y la dependencia económica así como la pobreza de las 2/3 partes de la humanidad se deben única y exclusivamente a la relación que se establece entre países desarrollados y los países subdesarrollados.

Parecería que los problemas económico, político, sociales, culturales, científicos y tecnológicos por los que atraviesa el tercer mundo se deben, no a las relaciones de producción capitalistas en cada uno y al interior de cada país del mundo, sino a la desigualdad producto de la dependencia metrópoli/periferia. Este planteamiento se aleja del verdadero objeto de análisis que es el de las relaciones capitalistas de producción, la extracción de plusvalía y la acumulación de capital en cada país y a escala internacional lo que genera las desigualdades de desarrollo económico entre los países y no la dependencia económica en sí. Asimismo, este planteamiento deja entrever que con la eliminación de la dependencia económica, política, social, científica y tecnológica por parte del tercer mundo, se superará la miseria y la explotación de la clase trabajadora y se generaran beneficios enormes en el nivel de vida de los mismos; esto, claro está, sin cambiar o modificar en absoluto las relaciones de producción capitalistas.

Antes que nada, debemos de partir del hecho de que dentro del modo de producción capitalista las relaciones que se establecen en el proceso productivo son, sobre todo, relaciones de clase con intereses completamente antagónicos, no importa que estas relaciones se lleven a cabo en un país desarrollado o subdesarrollado: la nacionalidad es lo de menos. La organización capitalista del trabajo comprende relaciones antagónicas permanentes entre los dueños del capital, sus representantes y los trabajadores. Son intereses opuestos, donde cada oponente de este binomio dialéctico tratar de maximizar sus intereses y minimizar el interés del otro.

Al hablar del capitalista no podemos referirnos a él como una fuerza personal (ya del país desarrollado, ya del país subdesarrollado). El capitalista es, ante todo, una fuerza social que responde a la lógica de la acumulación de capital para lograr la reproducción del modo de producción capitalista a nivel mundial.

Si bien la producción se lleva a cabo de manera social, los medios de producción, el desarrollo que se pueda dar con respecto a la ciencia y la tecnología y las mercancías producidas por la fuerza de trabajo son propiedad privada del capitalista, le pertenecen al capital.

"La contradicción entre la producción social y la apropiación capitalista -dice Marx- se manifiesta como antagonismo entre el proletariado y la burguesía". 196

Ahora bien, si se parte del principio de que los intereses del empresario y el trabajador son totalmente antagónicos, ¿cómo es posible pensar que el empresario y el Estado del tercer mundo impulsen la ciencia y la tecnología para el desarrollo e independencia económica en beneficio de las mayorías? ¿cómo conciliar rentabilidad con bienestar social si el primero se obtiene a costa del segundo?. Por lógica, esto, en los hechos, resulta inconcebible.

Como ya mencionamos anteriormente, el objetivo fundamental de todo capitalista -tanto de un país subdesarrollado como de un país desarrollado- es la producción, extracción y apropiación de plusvalor que le permita maximizar la tasa de ganancia y poder lograr, de esta manera, una mayor expansión y acumulación de su capital.

Puesto que su objetivo es la extracción y apropiación de plusvalor para maximizar la tasa de ganancia, sus efectos sobre la fuerza de trabajo no reconocen nacionalidad.

196 Engels, Federico: Del socialismo utópico al socialismo científico URSS, Editorial Progreso, 1978, pag. 54.

Por tal motivo, el capital establecido en los países subdesarrollados, esto es, el burgués autóctono, exige en todas las esferas de la producción, como uno de sus derechos humanos innatos, la igualdad en las condiciones de explotación del trabajo, una nivelación en el reparto de los beneficios para los respectivos capitales individuales. Busca establecer una lucha por el derecho a explotar a su fuerza de trabajo. Pretende transferir el dominio de la producción y la explotación de la fuerza de trabajo del tercer mundo por manos extranjeras a manos nacionales de "explotadores".

Para la burguesía del tercer mundo le es necesario capturar la producción y los beneficios que de ella se obtienen, para la sociedad local o, cuando menos, para ciertas partes de la misma. Capturar esa fracción de la renta oligopólica extraída por grupos transnacionales.

Para dar alcance a dicho objetivo, el capitalista del país subdesarrollado se ve forzado a apelar al proletariado a reclamar su ayuda y arrastrarle así al movimiento político. Esta apelación se expresa bajo una visión nacionalista y paternalista ocultando, de esta manera, el verdadero carácter capitalista de la producción, esto es, la relación y enfrentamiento de intereses contrarios entre el capital y el trabajo. Con esta visión nacionalista y patriótica se busca la colaboración de clases a toda costa. La clase trabajadora del tercer mundo debe participar activamente en la creación de mejores condiciones, principalmente científicas y tecnológicas, para su mayor y propia explotación.

A su vez, la burguesía del país atrasado busca el apoyo y fortalecimiento de un Estado nacionalista que se encargue de crear y establecer las condiciones económico, político y, sobre todo, científicas y tecnológicas, para formar y fomentar un capital nacional fuerte, si bien vinculado al transnacional, que le permita obtener mejores beneficios en el "reparto de utilidades", así como procurar que el Estado

compense las disfuncionalidades del desarrollo capitalista al interior de la economía subdesarrollada. Que suprima los diferentes obstáculos que se le presentan a la economía sin dañar, claro está, al capital ni a la ganancia.

Sin embargo, las políticas sobre ciencia y tecnología propuestas y elaboradas por los países del tercer mundo (las empresas, El Estado y sus intelectuales) como es el caso de la creación de una ciencia y tecnología adecuada a las condiciones y necesidades de dichos países (tecnología intensiva en mano de obra, tecnología "made in tercer mundo", "Tecnología del Pueblo" o "Tecnología para las Mayorías") con sus respectivas infraestructuras apoyadas por el Estado, las empresas y los institutos de investigación están, según nuestro criterio, condenadas al fracaso mientras no estén dirigidas contra los fundamentos de la producción capitalista como tal. Mientras se desplace el camino del cambio revolucionario por el camino de la aplicación de políticas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología dentro del capitalismo.

Más que beneficiar estas políticas sobre la investigación y desarrollo de la ciencia y la tecnología a las mayorías del tercer mundo, muy por el contrario, los empresarios de los países subdesarrollados lucharán única y exclusivamente por alcanzar sus propios intereses, principalmente por lograr cada vez más una mayor acumulación, de capital ya sea dentro o fuera de sus fronteras.

Dentro del sistema capitalista es improbable que cualquier innovación tecnológica acreciente la justicia y el bienestar social de la mayoría de la población del tercer mundo.

Más que acrecentar la justicia social y elevar el nivel de vida de la mayoría de la población, los empresarios existentes sean de capital nacional o transnacional - impulsan la innovación tecnológica para su propia supervivencia y expansión dentro del mercado capitalista. Predominan los criterios de rentabilidad y el tiempo de

recuperación del capital por sobre los criterios tecnológicos o sociales. La ciencia como la tecnología son utilizados como instrumentos de dominación política y económica contra el trabajador sin importar la nacionalidad que sea. Este dominio, dice Marx, "se consume en la gran industria, que separa del trabajo a la ciencia, como potencia productiva autónoma, y la compele a servir al capital". 197

Por tanto, el capitalista autóctono, para poder sobrevivir y obtener parte de las ganancias en el mercado internacional, una de las condiciones para alcanzar dichos logros es utilizar, en la medida de lo posible, técnicas más intensivas en capital -afectando a las políticas propuestas sobre la creación de una ciencia y una tecnología adecuada a las condiciones económicas del tercer mundo- dando como resultado una concentración del ingreso en vez de una repartición hacia las mayorías de tal ingreso ya que la concentración del capital está íntimamente vinculada con la revolución científico-tecnológica, siendo a su vez causa y efecto. Se acrecienta por tanto, la concentración del ingreso ya existente.

Por otra parte, se buscará, de manera paralela, mantener una tasa de salario a un cierto nivel de manera que la acumulación de capital pueda proseguir dentro del tercer mundo.

Otro factor que obstaculiza la realización de tales políticas es la presencia de intereses económicos locales en pugna con los intereses económicos extranjeros. Por parte de las empresas transnacionales exportadoras de tecnología, por ejemplo, éstas se encuentran bajo una presión creciente para expandir la proliferación mundial de sus tecnologías, a fin de prolongar su ciclo de vida, penetrar o por lo menos mantener su participación en un mercado cada vez más protegido y descargar el costo excesivo de investigación y

desarrollo para la ciencia y la tecnología. Para ilustrar el panorama sobre el costo destinado a la investigación y desarrollo de la ciencia y la tecnología, tomemos el año de 1979 y el gasto llevado a cabo a nivel mundial:

"En 1979 a nivel mundial los gastos en investigación y desarrollo -afirma Santiago Bachellet- alcanzaron \$ 150 mil millones de dólares empleando más de 3 millones de científicos e ingenieros y esta suma tuvo la particularidad de concentrarse el 85% en sólo seis países: Estados Unidos, URSS, RFA, Francia, Japón y Gran Bretaña. Estos recursos son una clara indicación de la dependencia científica y tecnológica que espera a muchos países en los próximos años". 198

Una parte creciente de las exportaciones tecnológicas deben ir al tercer mundo. Estos costos elevados en el campo científico y tecnológico deben ser cubiertos, hasta cierto nivel, por el tercer mundo a través de la transferencia de tecnología, el pago de regalías, el pago por concepto de asistencia técnica, etc.

Por otra parte, con la innovación y expansión de la tecnología, las empresas transnacionales buscan extender y conservar su poderío en el conjunto de las economías dependientes, poderío que les es necesario ampliar y conservar como condición necesaria para el acrecentamiento del capital a nivel internacional.

Para hacer posible la realización de las políticas científicas y tecnológicas propuestas y el logro de una autonomía principalmente económica al tercer mundo no le es suficiente con impulsar y desarrollar incesantemente tanto la ciencia como la tecnología.

Todos los problemas económicos, políticos, sociales, científicos y tecnológicos por los que atraviesa el tercer

mundo y la necesidad de superarlos no depende necesariamente de un cambio de estilo en la forma de hacer ciencia y tecnología, sino de la eliminación de unas relaciones sociales contradictorias y declinantes del sistema capitalista que obstaculizan el tan anhelado desarrollo económico independiente por los países subdesarrollados.

Por lo tanto, las alternativas planteadas por los diversos institutos de investigación, investigadores, gobiernos o dependencias científico-tecnológicas del tercer mundo hacia una política de creación de tecnología propia, nacional y autónoma encaminada a elevar el nivel de vida de toda la población de dichos países, se nos presenta como una solución -al problema de la dependencia científica y tecnológica- demasiado ingenua, ambigua, abstracta y confusa, en algunos casos, así como un completo autoengaño y tendenciosamente demagógico, en otros.

La burguesía nacional, esto es, del tercer mundo, no puede garantizar, y no le interesa, la elevación del empleo a gran parte de su población, la creación de un mejor nivel educativo, más viviendas, mejores ingresos, esto es, un bienestar económico, laboral y cultural, porque va contra sus principios. Son obstáculos que se le presentan para lograr el único interés que lo mueve a impulsar la ciencia y la tecnología dentro de su industria, el de acumular, para sobrevivir, cada vez más y más capital.

En el caso del empleo, por ejemplo, el capital no puede garantizar el aumento considerable de empleo debido a que, según Marx: "toda la forma de movimiento de la industria moderna deriva, pues, de la transformación constante de una parte de la población obrera en brazos desocupados o semicupados (...) una vez consolidada esta forma, hasta la economía política comprende que producir una población excedentaria relativa, esto es, excedentaria respecto a la necesidad media de valorización del capital, es una condición vital de la industria moderna (...) la producción

constante de una sobrepoblación relativa de obreros constituye una necesidad de la acumulación capitalista". 199

En un pasaje del Manifiesto del Partido Comunista, y desmintiendo todas las ventajas que pudieran obtener las "mayorías" del tercer mundo a partir de la puesta en práctica de las políticas científicas y tecnológicas para el desarrollo independiente, afirman Marx y Engels:

"Todas las sociedades anteriores han descansado en el antagonismo entre clases opresoras y oprimidas. Más para poder oprimir a una clase, es preciso asegurarse unas condiciones que le permitan, por lo menos, arrastrar su existencia de esclavitud. El siervo, en pleno régimen de servidumbre, llegó a miembro de la comuna, lo mismo que el pequeño burgués llegó a elevarse a la categoría de burgués bajo el yugo del absolutismo feudal. El obrero moderno, por el contrario, lejos de elevarse con el progreso de la industria (basada en el desarrollo científico y tecnológico), desciende siempre más y más por debajo de las condiciones de vida de su propia clase". 200

Por tanto, continua analizando Marx:

"Si una sobrepoblación obrera es el producto necesario de la acumulación o del desarrollo de la riqueza sobre una base capitalista, esta sobrepoblación se convierte, a su vez, en palanca de acumulación capitalista, e incluso en condición de existencia del modo de producción capitalista. Constituye en ejército industrial de reserva a disposición del capital, que le pertenece a éste tan absolutamente como si lo hubiera criado a sus expensas.

199 Marx, Karl: El Capital... op. cit. pags. 788,789.

200 Marx, Karl y E., F.: El Manifiesto... op. cit. pag. 42.

"...La población obrera, pues, con la acumulación de capital producida por ella misma, produce en volumen creciente los medios que permiten convertirla en relativamente supernumeraria. Es esta una ley de población que es peculiar al modo de producción capitalista". 201

Suponiendo que las políticas sobre ciencia y tecnología propuestas sean llevadas a la práctica con éxito en las economías del tercer mundo y en verdad la gran parte de la población se beneficie con un mejor nivel de vida lográndose, de esta manera, la superación de la dependencia económica con respecto a los países centrales. Tales logros no modificarían en absoluto las relaciones de producción capitalista. A pesar de los logros obtenidos en el bienestar social en nada cambiaría la estructura dominante. Las relaciones de dominación y explotación permanecerían. Sólo habría un cambio en la forma, mas no en su naturaleza, no en su contenido. Se seguirían reproduciendo los caracteres principales de la estructura dominante. Un cambio en el desarrollo científico y tecnológico no significa que haya un cambio en las relaciones de producción capitalistas. Caeríamos en un mero determinismo tecnológico.

En relación a las mejores condiciones de vida de la población, cuando llegan a darse (la excepción y no la regla), Marx nos da una explicación del porqué se dan éstas dentro del modo de producción capitalista y cual es su fundamento:

Con las modificaciones y mejoras en el sistema productivo capitalista "fluye hacia ellos (esto es, hacia la clase trabajadora) una parte mayor bajo la forma de medios de pago, de manera que pueden ampliar el círculo de sus disfrutes, dotar mejor su fondo de

consumo de vestimenta, mobiliario, etc... Y formar un pequeño fondo de reserva en dinero. Pero así como la mejora en vestimenta, en la alimentación y el trato, o un peculio mayor, no abolian la relación de dependencia y explotación del esclavo, tampoco las suprime en el caso del asalariado. El aumento en el precio del trabajo, aumento debido a la acumulación del capital, sólo denota, en realidad, que el volumen y el peso de las cadenas de oro que el asalariado se ha forjado ya para sí mismo permiten tenerlas menos tirantes (...) el objetivo perseguido por éste (el capitalista) es la valorización de su capital, la producción de mercancías que contengan más trabajo que el pagado por él, o sea que contengan una parte de valor que nada le cuesta al comprador y que sin embargo se realiza mediante la venta de las mercancías. La producción de plusvalor, el fabricar un excedente, es la ley absoluta de este modo de producción". 202

Sin embargo, y dejando de lado la posibilidad de realización de dichas políticas, la tendencia general del desarrollo industrial en el sistema capitalista, a medida que se acrecienta el capital, es la de empeorar la situación del obrero, sea cual fuera su remuneración y bienestar social. Dentro del desarrollo industrial capitalista la pobreza y la miseria de la población, principalmente la del tercer mundo, es condición de vida del sistema capitalista.

Las políticas científicas y tecnológicas propuestas ocultan el verdadero carácter capitalista de la ciencia y la tecnología que no son otra cosa que métodos para la producción de plusvalor, métodos para el logro de una mayor acumulación de capital. El desarrollo de la ciencia y la tecnología se convierte en una necesidad imperativa de todo capitalista, tanto del país subdesarrollado como del país

desarrollado, a riesgo de perecer en la competencia dentro del mercado mundial.

Por tanto, no tiene nacionalidad alguna ni interés nacionalista o patriótico por hacer posible la creación de mejores condiciones económico, político y sociales que permitan un bienestar, en todos los niveles, de la población, sobre todo la del tercer mundo.

Su único interés radica en explotar, en mejores condiciones, a la fuerza de trabajo e incrementar su capital.

De igual manera, el proletariado tampoco tiene nacionalidad alguna. Esta nacionalidad le sirve únicamente para ser explotado por un capitalista en particular, según el lugar geográfico en que se encuentre. Los beneficios obtenidos por el trabajo no le son retribuidos. Por lo tanto, el proletariado no tiene porqué defender intereses "nacionalistas o patrióticos" implícitos en las políticas sobre ciencia y tecnología propuestas por los ideólogos altruistas, utópicos o apologistas del capital dentro del tercer mundo. El proletariado de cualquier lugar geográfico del planeta en que se encuentre, no tiene propiedad alguna que defender, así "el trabajo industrial moderno, el moderno yugo del capital, que es el mismo en Inglaterra, que en Francia, en Norteamérica, que en Alemania, despoja al proletariado de todo carácter nacional". 203

Todos los beneficios prometidos por las políticas científicas y tecnológicas propuestas para el desarrollo económico, político y social del tercer mundo son beneficios que no pueden ser garantizados por la clase burguesa de ningún país.

La elevación o mejora de las condiciones de vida de toda la población trabajadora, tanto del tercer mundo como de los países desarrollados, en los diferentes niveles, como el nivel educativo, la vivienda, la alimentación, los

servicios médicos, el vestido, mejores condiciones en la realización del trabajo, así como el libre desarrollo de las individualidades y, por ende, ya no la reducción del tiempo de trabajo necesario con miras a poner plustrabajo, sino en general reducción de trabajo necesario de la sociedad a un mínimo, al cual corresponde entonces la formación artística, científica, deportiva, etc. de los individuos gracias al tiempo que se ha vuelto libre y a los medios creados para todos, no serán posibles, esto es, no serán una realidad dentro de la forma productiva capitalista.

Si hay una solución al problema de la pobreza, el atraso y las deficiencias en todos los aspectos de la vida del trabajador, principalmente del tercer mundo, seguro no se dará precisamente en el estadio capitalista de producción, no importa cuantos cambios en el campo científico y tecnológico se puedan lograr.

El capital no puede beneficiar a la clase trabajadora y a la vez aplicar la ciencia y la tecnología para obtener mayores ganancias con la explotación del trabajo. Por tanto, el bienestar social y económico de la clase trabajadora sólo se podrá lograr una vez que sean eliminadas las relaciones de explotación capitalista.

Una vez que el modo de producción capitalista se transforme o experimente una transición hacia otro modo de producción basado en el tiempo libre y sobre las necesidades del individuo social. En donde la producción y la organización económico-social esté encaminada hacia el beneficio social y no hacia una producción y una organización económico-social basada en la propiedad privada:

"En América Latina y en general en el tercer mundo, el requisito sine qua non de la genuina independencia y de un verdadero progreso material y cultural no es ya la

propagación sino la liquidación definitiva del capitalismo". 204

Una forma productiva en la que se exprese el beneficio social humano y no un beneficio para el capital. Para Marx y Engels:

"LA EMANCIPACION DE LA CLASE OBRERA DEBE SER OBRA DE LA CLASE OBRERA MISMA". 205

Si sabemos de antemano que en el capitalismo la contradicción fundamental es entre el capital y el trabajo y que la liberación y mejoramiento de las condiciones de vida de la clase obrera será obra de ella misma, esto es, de la lucha que lleve a cabo contra la burguesía, es una utopía e incluso una apología al capital esperar que la liberación y mejoramiento de las condiciones de vida del obrero se lleven a cabo mediante "una tecnología propia, nacional y autónoma" bajo el control de la burguesía autóctona de cada país subdesarrollado. No es precisamente en este terreno donde "todos los ciudadanos del tercer mundo" obtendrán sus derechos y su liberación. Los únicos beneficiados con el desarrollo científico y tecnológico, y de esto no cabe la menor duda, será la propia burguesía de cada país subdesarrollado.

Partiendo del hecho de que los trabajadores no tienen patria ni tampoco propiedad alguna, mas que su fuerza de trabajo, no existe nada que defender y mucho menos nada que perder.

Para llevar a cabo el desarrollo económico, político y social en beneficio de la clase trabajadora, antes debe abolir, la clase proletaria, el modo de explotación en vigor, "debe en primer lugar conquistar el poder político,

204 Aguilar Monteverde, Alonso: Problemas Estructurales del Subdesarrollo. México, UNAM, 1979, pag. 121.

205 Marx, Karl y E., F.: El Manifiesto... op. cit. pag. 14.

elevarse a la condición de clase nacional, constituirse en nación, todavía es nacional, aunque de ninguna manera en el sentido burgués". 206

El proletariado tiene que destruir todo lo que hasta nuestros días ha venido garantizando y asegurando la propiedad privada existente. La eliminación del modo de producción capitalista sólo se puede hacer efectivo mediante un proceso revolucionario- y no mediante reformas o desarrollos científicos y tecnológicos- comandado por el proletariado; como dice el investigador Ulrich Albretch:

"Las condiciones necesarias para un desarrollo de esta naturaleza, las cuales implican una modificación radical de las estructuras sociales, sólo pueden, sin embargo -por lo menos así lo ha demostrado la experiencia histórica- lograrse en el marco de un proceso revolucionario". 207

206 Idem. pag. 50.

207 Albretch, Ulrich y etal: Militarismo y Subdesarrollo. México, UNAM, 1985, pag. 11.

BIBLICGRAFIA.

- ALBRECHT, ULRICH y etal: Militarismo y Subdesarrollo, trad. por Lucia Luna, México, UNAM, 1985.
- AGUILAR MONTEVERDE, ALONSO: Problemas Estructurales del Subdesarrollo, México, UNAM, 1979.
- AGUIRRE ROJAS, CARLOS ANTONIO: Los procesos de trabajo taylorista y fordista. Notas sobre la hiperracionalización del trabajo y la tasa de ganancia, México, División de Estudios de Postgrado, Facultad de Economía, UNAM, 1986.
- ARGUMEDO, ALCIRA: Los laberintos de la crisis. América Latina: poder transnacional y comunicaciones, Argentina, Folios Ediciones, 1984.
- BERNAL SAHAGUN, VICTOR M; MARQUEZ MORALES, ARTURO: La nueva división mundial del trabajo, México, UNAM, 1985 (Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas; No. 10).
- BIBLIOTECA SALVAT DE GRANDES TEMAS: Los ordenadores, España, Salvat Editores, S. A., 1973.
- BONSIEPE, GUI: Diseño industrial, tecnología y dependencia, México, Ed. Edicol, S. A., 1978.
- CARDERO GARCIA, Ma. ELENA: El sistema capitalista contemporáneo, México, UNAM, 1986, (Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas No. 12).
- CASAS, ROSALBA: El estado y la política de la ciencia en México, México, UNAM, 1985.
- CORIAT, BENJAMIN: El taller y el cronómetro, trad. por Juan Miguel Figueroa, 2a. ed., México, Siglo XXI Editores, 1985.
- CORONA, LEONEL (COORD.): Crisis y sistema nacional de ciencia y tecnología, México, UNAM, 1984.
- DERRY, TREVOR; WILLIAMS: Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (I), trad. por Carlos Carranco, vol. II, 7a. ed., México, Siglo XXI Editores, 1984.
- DANILEVSKY, VLADIMIR: Historia de la técnica (siglos XVIII y XIX), 2a. ed., México, Ed. Cártago, 1983.
- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO: Economía, Tomo III, Barcelona, Editorial Planeta, 1980.
- ECONOMIA POLITICA DEL IMPERIALISMO, México, UNAM, 1985.
- ENGELS, FEDERICO: Del socialismo utópico al socialismo científico, URSS, Editorial Progreso, 1978.
- FROEBEL y etal: La nueva división internacional del trabajo, México, Siglo XXI Editores, 1980.
- GERGELY, STEFAN: Microelectrónica. Las computadoras y las nuevas tecnologías, Trad. por Ma. J. Ibarz, España, Salvat Editores, S. A., 1985, (Biblioteca Científica Salvat).

- HISTORIA DE LOS INVENTOS, trad. por José Ma. Claramunda, España, Ediciones Zeus, 1963.
- HODARA, JOSEPH: Políticas para la ciencia y la tecnología, México, UNAM, 1986 (Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas No. 40).
- JONES, GRAHAM: Ciencia y tecnología en los países en desarrollo, trad. por Eduardo L. Suárez, México, FCE, 1982.
- KEDROV, M. B.; SPIRKIN, A.: La ciencia, México, Editorial Grijalbo, S. A. (Grijalbo, Col. 70).
- KRANZBERG, MELVIN; W. PURSELL: Historia de la tecnología. La técnica en occidente de la prehistoria a 1900, vol. 2, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, S. A., 1981.
- LARSEN, EGON: Historia de los inventos, trad. por José Ma. Claramunda, España, Ediciones zeus, 1963.
- LOPEZ ROSADO, DIEGO: Problemas económicos de México, 6a. ed., México, UNAM, 1984.
- M. KATZ, JORGE: Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, México, FCE, 1976.
- MANDEL, ERNEST: Tratado de economía marxista, Tomo I, 4a. ed., México, Ed. Era, 1974.
- MANDEL, ERNEST: El capitalismo tardío, 2a. ed., México, Ed. Era, 1980.
- MARX, KARL: Capital y tecnología. Manuscritos inéditos (1861-1863), trad. por Alfonso García, México, Ed. Terra Nova, 1980. (Economía y Sociedad).
- MARX, KARL: El Capital. Crítica de la Economía Política, Tomo I, Libro 2, México, Siglo XXI Editores, 1975.
- MARX, KARL: Progreso técnico y desarrollo capitalista (Manuscritos 1861-1863), trad. por Raúl Crisafio y Jorge Tula, México, Siglo XXI Editores, 1982. (Cuadernos de Pasado y Presente No. 93).
- MARX, KARL; ENGELS, FEDERICO: Manifiesto del Partido Comunista, México, Ediciones de Cultura Popular, 1984.
- MARX, KARL: Dependencia tecnológica, monopolio y crecimiento, trad. por Marcelo Nowersztern, Argentina, Ediciones Feriferia, S. A., 1972. (Ciencia, Desarrollo e Ideología).
- MINIAN, ISAAC (EDITOR): Transnacionalización y periferia semindustrializada I, México, CIDE, 1983.
- MINIAN, ISAAC (EDITOR): Transnacionalización y periferia semindustrializada II, México, CIDE, 1984.
- MINIAN, ISAAC (COMP.): Cambio estructural y producción de ventajas comparativas, México, CIDE, 1988.
- MINIAN, ISAAC (COORD.): Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en América Latina, México, Cide, 1986.

- MINSKY, MARVIN y etal: Robótica. La última frontera de la tecnología, México, Ed. Planeta, 1986, (La Sociedad Económica).
- RAMIREZ BRUN, JOSE RICARDO: Países en desarrollo y sistema internacional, México, UNAM, 1986 (Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas No. 34).
- RAMIREZ BRUN, JOSE RICARDO: El tercer mundo. Pasado, presente y perspectivas, México, UNAM, 1985 (Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas No. 4).
- RICHARD, PIERRE - JEAN: Los Robots, trad. por Mercedes Córdoba Y Magro, 2a. Ed., México, Fondo de Cultura Económica, 1985 (Brevarios FCE No. 373).
- RODRIGUEZ, GABRIEL (COMP.): La era teleinformática, Argentina, Folios Ediciones, 1985.
- SAGASTI, FRANCISCO: Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano, México, Fondo de Cultura Económica, 1981, (Serie Lecturas No. 42).
- SALAMA, PIERRE: El proceso de subdesarrollo, 3a. ed., México, Ediciones Era, 1981, (El Hombre y su Tiempo).
- SANTIAGO, AMADO: Invención, investigación, innovación, México, UNAM, 1965.
- SOBERON, GUILLERMO: Ciencia, técnica, educación y sociedad, Ponencia oficial ante la VII asamblea general de la unión de universidades de América Latina, mimeografía.
- URQUIDI, VICTOR; THORP, ROSEMARY: América Latina en la economía internacional, México, Fondo de Cultura Económica, 1976.
- WIONCZEK, MIGUEL S.: Comercio de tecnología y subdesarrollo económico, México, UNAM, 1973.
- WITKER V., JORGE: Universidad y dependencia Científica y Tecnológica, 2a. ed., México, Unam, 1979.

HEMEROGRAFIA.

- Brecha, publicación trimestral, México, D.F., No. 1, 1986.
- Ciencia y Desarrollo No. 54, CONACYT, mensual (ene-feb), México, D.F., 1984.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año X, No. 56, may-jun de 1984.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XI, No. 63, jul-ago de 1985.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XI, No. 63, sep-oct de 1985.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XII, No. 68, may-jun de 1986.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XII, No. 70, sep-oct de 1986.

EL LEON, LA VACA, LA CABRA Y LA OVEJA.

"Juntáronse un León, una Vaca, una Cabra y una mansa Oveja para cazar en los montes y repartirse después fraternalmente las reses que apresaran. Bien pronto, con la ayuda de todos, se cazó una cierva hermosísima; y el León, dividida que la hubo en cuatro partes iguales, habló a sus compañeros del siguiente modo: -"La primera de esas partes es para mí, porque me llamo León; me dareis la segunda porque soy el más fuerte; la tercera será también mía, porque valgo más que vosotros; y por lo que hace a la cuarta, el que la toque que haga antes su testamento."

ESOPHO "Fábulas"

- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XII, No. 71, nov-dic de 1986.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XIV, No. 84, ene-feb de 1989.
- Ciencia y Desarrollo, CONACYT, mensual, México, D.F., año XV, No. 87, jul-ago de 1989.
- Comercio Exterior, Banco Nacional de Comercio Exterior, mensual, México, D.F., vol. 31, No. 5, mayo de 1981.
- Comercio Exterior, Banco Nacional de Comercio Exterior, mensual, México, D.F., vol. 29, No. 6, junio de 1979.
- Comercio Exterior, Banco Nacional de Comercio Exterior, mensual, México, D.F., vol. 28, No. 12, diciembre de 1978.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 5, 15 de junio de 1983.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 14, 21 de octubre de 1983.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 21, 27 de mayo de 1982.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 28, 28 de febrero de 1985.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 42, 28 de febrero de 1985.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 46, 28 de febrero de 1985.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 58, 31 de abril de 1985.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 52, 30 de mayo de 1985.
- Contextos, Secretaría de Programación y Presupuesto, quincenal, México, D.F., No. 84, 3 de febrero de 1987.
- Cuadernos Políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 6, oct-nov de 1975.
- Cuadernos políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 24, abr-jun de 1980.
- Cuadernos políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 26, oct-nov de 1980.
- Cuadernos políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 30, oct-dic de 1981.
- Cuadernos políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 31, ene-mar de 1982.
- Cuadernos políticos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 32, abr-may de 1982.

- Cuadernos Politicos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 38, oct-dic de 1983.
- Cuadernos politicos, Ediciones Era, trimestral, México, D.F., No. 43, abr-jun de 1985.
- Economía de América Latina, CIDE, trimestral, México, D.F., No. 13, 1985.
- Economía de América Latina, CIDE, trimestral, México, D.F., No. 15, 1986.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 56, nov 1981.
- Información científica y Tecnológica, CONAVYT, quincenal, México, D.F., No. 104, mayo de 1985.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 108, sep 1985.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 127, may 1987.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 138, ago 1986.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 149, jul 1989.
- Información Científica y Tecnológica, CONACYT, quincenal, México, D.F., No. 154, jul 1989.
- Investigación Económica, Facultad de Economía, UNAM, trimestral, México, D.F., No. 154, 1978.
- Investigación Económica, Facultad de Economía, UNAM, trimestral, México, D.F., No. 173, jul-sep 1985.
- Mapa Económico Internacional, CIDE. México, D.F., No. 4, 1985.
- Mapa Económico Internacional, CIDE. México, D.F., No. 5, 1987.
- Muy Interesante, México, D.F., No. 10, jul. 1985.
- Muy Interesante, México, D.F., No. 5, mayo 1989.
- Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, México, D.F., No. 121, jul-sep 1985.
- Problemas del Desarrollo, UNAM, México, D.F., No. 57, 1984.
- Problemas del Desarrollo, UNAM, México, D.F., No. 22, 1975.
- Problemas del Desarrollo, UNAM, México, D.F., No. 28, 1976.
- Problemas del Desarrollo, UNAM, México, D.F., No. 42, 1981.
- Poder Ejecutivo Federal, "Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico" 1984 -1988, CONACYT, México, D.F., 1984.
- Teoría Política, Juan Pablos, México, D.F., No. 12/13, ene-jun 1985.
- Transición, México, D.F., No. 29, feb. 1981.