

01071
2ej. 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESARROLLO CIENTIFICO-TECNOLOGICO Y EDUCACION;
HACIA LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL.

TESIS QUE PRESENTA:
LUIS FELIPE ABREU HERNANDEZ
PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN ENSEÑANZA SUPERIOR.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
ESTUDIOS SUPERIORES

CIUDAD DE MEXICO, NOVIEMBRE DE 1988.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE.

0. PRESENTACION.....11

1. ¿CIENCIAS SOCIALES vs.
CIENCIAS NATURALES?.....10

- 1.1. Notas al Capítulo 1.....21

2. LA ECONOMIA FISICA.....25

2.1. Los Origenes.....28

2.2. La Energética Social.....36

2.2.1. Población y Tecnología.....36

2.2.2. Población y Recursos Básicos.....48

2.2.3. Economía y Ecología.....56

2.4. Economía y Fuentes de Energía.....77

2.5. Economía Física y Conciencia Social..86

2.6. Notas al Capítulo 2.....88

3. LA TECNOLOGIA DEL FUTURO; LA TERCERA
REVOLUCION INDUSTRIAL.....95

3.1. Ganancia, Tecnología y Creatividad...96

3.2. Los Antecedentes de la Tercera Revo-
lución Industrial.....103

3.3. La Tercera Revolución Industrial....107

3.3.1. La Revolución de la Energía.....107

3.3.2. La Revolución de los Materiales,...114

3.3.3. Telecomunicaciones y Computación...120

3.3.4. Las Fábricas del Futuro.....125

3.3.5. La Macroingeniería.....132

3.4.	Las Realidades del Presente.....	140
3.5.	Notas al Capítulo 3.....	148
4.	CIENCIA, TECNOLOGIA Y EDUCACION.....	155
4.1.	La Administración Fabril Mecanicista y la Escuela.....	159
4.2.	La Tercera Revolución Industrial y la Escuela.....	176
4.2.1.	La Escuela del Futuro.....	186
4.2.2.	Algunos Rasgos del Currículo del Futuro.....	204
4.2.3.	La Propagación de los Conocimientos y la Educación.....	214
4.3.	En busca del Futuro, Algunas Experiencias y Propuestas.....	220
4.4.	Notas al Capítulo 4.....	229
5.	OBSTACULOS Y OPORTUNIDADES.....	242
5.1.	Los Obstáculos.....	245
5.2.	Las Oportunidades.....	269
5.3.	Notas al Capítulo 5.....	276
6.	CONCLUSIONES	284
7.	ANEXO I.....	293
8.	REFERENCIAS BIBLIOHEMEROGRAFICAS.....	306

P R E S E N T A C I O N .

PRESENTACION

En el origen de este trabajo subyace una convicción: La crisis que hoy vivimos no es inevitable, sino resultado de teorías erróneas y de una profunda decadencia cultural.

Las llamadas ciencias sociales, que debieran contribuir de manera decisiva a la solución de este problema, se hallan fragmentadas en una "pluralidad de abordajes" y escuelas, más preocupadas de la ortodoxia de su pensamiento que por generar perspectivas para el desarrollo humano. Pero, más allá de la diversidad o de las explicaciones "ad hoc" ; existe una realidad única y coherente. Es ya imprescindible superar la artificiosa separación entre ciencias naturales y ciencias sociales. Solo entonces nos percataremos de la existencia de diferentes niveles de organización conformadores de un todo coherente: el universo. Así daremos paso a una concepción holística e integradora capaz de asegurar el continuo desarrollo social.

Este trabajo ha sido por necesidad interdisciplinario,

y no ortodoxo, nuestro análisis no se estableció sobre la base de respetar una escuela determinada, sino como un intento de abordar un problema sumamente complejo - desde una perspectiva unitaria. La motivación no ha sido exclusivamente académica; mas bien, pretendemos conformar el futuro en cuanto resultado de la intervención conciente del ser humano. Buscamos restituir el ideal renacentista del hombre creador y constructor de su destino, sostenemos que: la ignorancia, la enfermedad, la incultura y todo aquello que impida el desarrollo de las capacidades creadoras del individuo, es un obstáculo para el desarrollo de la sociedad en su conjunto. Toda inteligencia es valiosa y ninguna debe perderse. Además La ciencia y la técnica tienen una influencia liberadora. Al transformar a la naturaleza de manera coherente, nos transformamos a nosotros mismos; volviéndonos más humanos, más concientes de nuestra propia potencia y menos conformistas. Estamos urgidos de un nuevo "optimismo cultural" capaz de impulsar grandes empresas y recrear la belleza de lo humano.

Nuestra preparación en el área de las ciencias naturales, permea todo el trabajo, hemos pretendido

unir la ciencia con el humanismo, esperamos haberlo logrado.

En términos generales el lector hallará seis capítulos con los contenidos siguientes:

1.- ¿CIENCIAS SOCIALES VS. CIENCIAS NATURALES?

En este capítulo se sostiene que la heteronomía predominante en las ciencias sociales es fruto de una debilidad conceptual. El proceso social solo puede comprenderse si se incluyen las ciencias naturales, debemos percatarnos que la sociedad ha sido creada para dominar a la naturaleza y librar al individuo de la necesidad. Por tanto, el quehacer humano configura un proceso socio-natural.

2.- LA ECONOMIA FISICA.

Conceptua la economía, como un proceso termodinámico transformador del medio ambiente; para lo cual se requieren tecnologías de eficiencia creciente, y cuya base radi-

ca en la capacidad creadora de la población. También se muestra la posibilidad de desarrollar simultáneamente la biosfera y la sociedad.

3.- LA TECNOLOGIA DEL FUTURO; LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL .

Muestra la necesidad de un enfoque prospectivo en la planeación social. Por ello, se analiza la magnitud de la tercera revolución industrial, y el papel de los sistemas de fabricación flexible, los cuales -- tornarán ineficiente a la producción fabril mecanicista. En consecuencia, las capacidades de innovación e inventiva de la población serán decisivas, pues las tareas de investigación y desarrollo guiarán toda la actividad productiva.

4.- CIENCIA, TECNOLOGIA Y EDUCACION.

Analiza como la tercera revolución indus--

trial modificará los patrones del trabajo humano, exigiendo capacidad de innovación e inventiva. Por el contrario, en la actualidad se pone el acento en la realización de rutinas y la repetición de patrones fijos. Así la escuela del presente -- producto de un mecanicismo educativo, se erige en un obstáculo para el progreso -- técnico-científico. El futuro exige un nuevo tipo de escuela flexible y no rutinaria, que despliegue el talento creativo de la población.

5.- OBSTACULOS Y OPORTUNIDADES.

La oportunidad para incorporarnos a la tercera revolución industrial, dependerá de nuestra habilidad para desembarazarnos de teorías económicas y sociales obsoletas, o francamente perversas que buscan dividir al mundo en los "tecnolords" (tecno-señores) y "tecnoserfs" (tecno-siervos). La plena so

beranía de nuestros pueblos exige que dispongamos de la ciencia y la tecnología -- modernas. Únicamente así, se desarrollarán las mejores cualidades intelectuales de los ciudadanos, para conformar una verdadera democracia.

6.- CONCLUSIONES.

Desde luego, un campo de estudio tan extenso y complejo no puede ser abarcado, en su detalle, por un solo individuo. Por eso he debido conformarme con desplegar el -- problema en sus términos más generales, con la esperanza de interesar a otros y despertar nuevas ideas en -- quienes esto lean.

Se que el propio carácter interdisciplinario del trabajo lo hace difícil de leer; pero los problemas complejos exigen esfuerzos. Confío en que el experto en ciencias sociales se interesará en los aspectos físicos y tecnológicos; también espero que el científico natural tenga la paciencia de mirar las proyecciones sociales -- de su disciplina; pues solo en la unidad se halla la posibilidad de una acción racional.

Agradezco ante todo la guía y consejo del Maestro Carlos

Muñoz Izquierdo, mi Director de Tesis, en quien siempre encontré una respetuosa orientación y apoyo para las -- ideas novedosas que aquí expongo. Doy cumplido agradecimiento al Físico Rafael Velázquez Director del C.I.S.E. quien, como buen amigo, me facilitó el acceso a la bi-- blioteca de esa Institución.

Asimismo hago una especial mención a mi esposa Sara Rosa Medina quien tuvo la paciencia de impulsarme: en cuanto - estudiosa de las Ciencias Sociales revisó el trabajo y -- como compañera me libró de multitud de tareas para darme tiempo de escribir, para ella un beso amoroso.

Ante todo, hice este trabajo pensando en la Patria Grande, que es Iberoamérica, para la cual pretendo un mejor - futuro, los lectores verán que he buscado crear un marco de referencia que permita tomar decisiones y emprender - acciones.

Aquel que carezca de tiempo bien puede leer los capítulos en orden inverso, esto le permitirá tener rápidamente las conclusiones y luego el andamiaje teórico en el - cual se sustentan.

Como educador:

Me siento comprometido con mis maestros, y los diferentes autores, por la guía que me han proporcionado, la deuda contraída con ellos habré de pagarla, con aquellos que han de sucedernos y para quienes debemos forjar un mundo mejor.

noviembre de 1988.

C A P I T U L O P R I M E R O :
¿ CIENCIAS SOCIALES VERSUS CIENCIAS NATURALES ?

¿CIENCIAS SOCIALES VS. CIENCIAS NATURALES?

La interrelación entre Ciencia, Tecnología y Educación, es fundamental para garantizar la continua evolución de la sociedad; mas, como lo probaré adelante, este proceso sólo puede ser abordado exitosamente mediante una reformulación de los paradigmas⁽¹⁾ vigentes en las llamadas "ciencias sociales". Es preciso desplegar una perspectiva holística e integradora que supere el reduccionismo imperante.

La crisis mundial que hoy vivimos, es la prueba de nuestra incapacidad de comprender y orientar el quehacer social; así mientras que para unos la crisis es un periodo pasajero, para otros es permanente y equivale a la postmodernidad; algunos la atribuyen al crecimiento exagerado del Estado y llaman a un neoliberalismo y al desmantelamiento del "Estado de Bienestar"; otros proponen un corporativismo para reducir las tensiones sociales; varios más la atribuyen a una sobreproducción. Es tal la diversidad que Holton⁽²⁾ habla de la "Crisis de la teoría de la Crisis"; nos hallamos en un estado de confusión similar al que describió Copernico⁽³⁾ para la --

astronomía del siglo XVI ... "Les sucede lo que alguien que, juntando de diversos lugares manos, pies, cabeza, y otros miembros, todos ellos perfectos, pero no conformados ni relacionados en un sólo y mismo cuerpo y sin guardar correspondencia entre sí, formaría más bien un monstruo que un hombre"... (p.42).

Por encima de la diversidad de escuelas y abordajes de vemos reconocer un objeto único que debe expresarse en un paradigma científico capaz de permitir la comprensión integral de la sociedad para inducir el desarrollo futuro de la humanidad.

De la misma manera que el dominio de la química incluye a los fenómenos físicos y que la biología involucra a los procesos físicos y químicos; el estudio de la sociedad subsume todo lo anterior y no puede ser abordado de manera competente sin una sólida formación en ciencias exactas y naturales; condición necesaria, aunque no suficiente para su comprensión.

Por lo menos hasta la época de los hermanos Humboldt el estudio de la sociedad implicaba el conocimiento simultáneo de: La orografía y la hidrografía; la flora y la fauna; así como de los procesos físicos, químicos y bio

lógicos en los que se sustentaba la producción; todo --
ello además de la demografía y el estudio de la organi-
zación social en sí.

En cambio hoy se llega a sostener la existencia de una
separación arbitraria entre las ciencias naturales y las
ciencias sociales; así por ejemplo, muchos economistas -
juzgan la bondad de los procesos fabriles a partir de --
parámetros exclusivamente monetarios y de relaciones ---
costo /beneficio, dejando de lado la termodinámica y la
físico-química; en consecuencia procesos de baja eficienu
cia física, pero que se insertan en un circuito especulau
tivo, se convierten en muy rentables; estas apreciacio--
nes distorsionan a tal grado la realidad, que en los um-
brales del siglo XXI se proponen "tecnologías blandas" -
de uso intensivo de la mano de obra y las actividades --
terciarias del sector servicios como las más rentables y
se sostiene que marchamos hacia una sociedad postindus--
trial.

Las premisas falsas conducen necesariamente a conclusio-
nes falsas, muy a pesar de la impecable estructura lógi-
ca interna de sus teorías. Así el exagerado crecimiento
del sector servicios y la reducción relativa del sector

industrial norteamericano, se hallan en la base del deficit comercial Estadounidense.

Los mismos problemas conceptuales se presentan al juzgar el proceso educativo en su conjunto:

La planeación educativa se ha sustentado principalmente en la teoría del "Capital humano" que se inscribe dentro de la corriente neoclásica de la economía⁽⁴⁾. En ella, la educación se articula con la producción mediante la libre concurrencia al mercado de trabajo, proceso que conciben se produce de manera natural y espontánea, y por ello limitan la planeación educativa a la mera planeación de los recursos humanos; teniendo por meta optimizar el uso de los insumos de acuerdo con la función-producción, por éste camino se calculan costos de oportunidad, tasas de retorno y análisis costo beneficio; todo ello con el fin de mejorar los rendimientos, pero nuevamente se considera a la producción como un proceso monetario y no como un proceso físico-químico.

Frente a la teoría del capital humano, ha surgido la corriente socio-política de la educación⁽⁵⁾; quien prueba que los ingresos obtenidos por los empleados no se corresponden con el "capital humano" acumulado; sino, más

bien, se hallan sesgados por factores: de clase social, raciales, culturales o sexuales, etc. Este enfoque ha puesto el acento en estudiar las relaciones de poder entre los hombres y para ello se apoya en algunas ideas marxistas y neweberianas. Sobre esta base ha surgido la teoría del conflicto y el estudio de la educación -- como la imposición de un código para controlar al individuo. Pero este enfoque muestra a las relaciones de poder como arbitrarias. ⁽⁶⁾, atribuyéndoles un mayor grado de libertad del permitido por el proceso productivo en cuanto proceso físico. Por este camino se llega a denunciar a la educación como el medio de sometimientos -- que produce la desigualdad y la arbitrariedad y los más temerarios concluyen que la escuela debe ser abolida por su papel pernicioso, así Illich⁽⁷⁾ afirma:

..."Con cada escuela que se construye, otra semilla de corrupción institucional se planta, y esto en el nombre del crecimiento.

Las escuelas afectan a los individuos y caracterizan a las naciones. Los individuos simplemente reciben lo peor; las naciones irreversiblemente se degradan por ayudar a sus ciudadanos a jugar en la competición internacional"...(p.74). Al respecto, podemos afirmar que este

enfoque ha relativizado la educación formal hasta ignorar su papel en la transmisión de la cultura moderna.

Ya Freud⁽⁸⁾ en su trabajo titulado: "El porvenir de una Ilusión". Hizo notar que la sociedad se presenta al individuo como represora y este en un acto de rebeldía a veces intenta destruir a la cultura; en consecuencia afirma:

..."El hecho de aspirar a una supresión de cultura - testimoniaría de una ingratitud manifiesta y de una acusada miopía espiritual. Suprimida la civilización, la que queda es el estado de naturaleza, mucho más difícil de soportar. Desde luego, la naturaleza no impone la menor limitación a nuestros instintos y nos deja obrar con plena libertad; pero, en último término, posee también - su modo especial de limitarnos: nos suprime, a nuestro juicio, con fría crueldad, y preferentemente con ocasión de nuestras satisfacciones. Precisamente estos peligros, con los que nos amenaza la naturaleza, son los que nos han llevado a unirnos y a crear la civilización que, entre otras cosas, ha de hacer posible la vida en común. La función capital de la cultura, su verdadera razón de ser es defendernos contra la naturaleza"... (subrayado nuestro p.2967).

En suma: Los enfoques predominantes han puesto el acento en las relaciones de intercambio o en las relaciones de poder, pero han olvidado que más allá de las relaciones entre los hombres se halla la relación de los hombres con la naturaleza, quien transformada por el trabajo humano deviene riqueza, y es la relativa abundancia o carencia de la riqueza socialmente creada la que determina las posibilidades del quehacer social.

Así las ciencias sociales en uso, se han dedicado al estudio de las formas y han olvidado el contenido de la sociedad.

En conclusión: No podemos limitarnos a estudiar los fenómenos monetarios o de poder. Es preciso concebir la actividad humana como un proceso SOCIONATUPAL. Debemos apreciar simultáneamente: El horizonte científico-técnico, los procesos productivos en cuanto fenómenos biogeoquímicos y la organización social en sí, sólo en estas condiciones será posible construir una prospectiva científica que permita planear el desarrollo humano y determinar la magnitud de la tarea educativa que éste nos demanda.

En cuanto la naturaleza sólo puede ser domeñada por el hombre mediante el conocimiento de sus leyes, es el inter

telecto el que descubre e inventa reordena lo que existe para construir lo que no existe, es la transformación coherente de la naturaleza la que permite el desarrollo de la sociedad y es la sociedad la que permite el desarrollo coherente de la naturaleza, generándose así un proceso autosubsistente.

Aquí tenemos en germen la interacción entre la naturaleza y la conciencia, lo objetivo y lo subjetivo; empero, a la naturaleza no se le puede violentar arbitrariamente, hay que saber donde y cuando incidir en ella para transformarla armoniosamente.

Por el contrario una conciencia arbitraria, destruye a la naturaleza y con ello reduce las posibilidades del quehacer social, tal es el origen de la crisis que prueban el error de los conceptos dominantes, por eso es común que toda crisis esté precedida de una decadencia cultural.

Las Manifestaciones principales de la Crisis son:

- 1.- La separación arbitraria entre sociedad y naturaleza ha impedido un adecuado proceso de planificación, -- por lo tanto, se ha perdido de vista que sólo la in-

roducción de fuerzas productivas cada vez más poderosas, permiten la generación simultánea de volúmenes cada vez mayores de riqueza a la vez que impulsan la evolución de la biósfera, generándose un proceso sincrónico de capitalización social y natural con carácter autorreproductivo, al adoptarse una orientación contraria se ha provocado una crisis ecológica.

- 2.- La presencia de criterios de inversión y ganancia equivocados. Producen una contradicción entre los mecanismos monetario-financieros y el sistema productivo, que se manifiesta: como una reducción de los niveles de vida y capitalización; hecho que impide la innovación tecnológica obstaculiza el incremento de la productividad y abate la producción de riqueza tangible, minando las bases materiales de la reproducción social, por lo que se constituye en crisis económica.
- 3.- La persistencia de parámetros y patrones de conducta vinculados a un modelo de desarrollo que ha perdido vigencia sigue permeando la conciencia de los

diferentes actores sociales, por lo que muchas de sus acciones reproducen y agravan la crisis, dispersan los esfuerzos obstaculizando la generación de alternativas e inducen: Un pesimismo generalizado, que debilita la solidaridad social y se expresan -- como una pérdida de la legitimidad y una ingobernabilidad del proceso social, lo que deviene en crisis política.

Así se conforman las tres dimensiones de la crisis: Ecológica, Económica y Política.

En el siguiente capítulo nos dedicaremos a estudiar la interacción sociedad-naturaleza en cuanto proceso físico. Pues, es la potencia productiva de la sociedad, la que determina los grados de libertad de la estructura social; es por decirlo así el "piso" sobre el cual se erige toda la actividad humana.

Notas al capítulo 1.

- 1.- Respecto de la evolución de la ciencia a través de los cambios de paradigmas consúltese:
Kuhn, Thomas: La Estructura de las Revoluciones Científicas. (tr. Agustín Contin), FCE, México, - 1986. 320 p.

- 2.- Véase: Holton, P.J.: The idea of crisis in modern society. The British journal of sociology, Vol. XXXVIII, no. 4, 1987 p. 502-520, Holton sostiene que ante los muchos sentidos de la crisis es necesario distinguir entre crisis y normalidad, - de esta manera se establece una política de re-
forma social que diferencia la solución de la - crisis de la crisis misma, estrategia que permite a las instituciones sociales reconstruir las relaciones sociales para desaparecer las tendencias endémicas a la crisis, por el contrario el uso indiscriminado del término crisis confunde y obstaculiza la generación de alternativas.

- 3.- Copérnico crítica muy duramente la diversidad paralizante que existía en la astronomía de su época. Consúltese: Copérnico, Nicolás: Las Revoluciones de las Esferas Celestes, libro primero. (tr. Jorge Fernández Chiti), EUDEBA, B.A.-1965, 104 p.
- 4.- Consúltese: la excelente revisión de Dettmer, - Jorge y Eistenou, María.: Enfoques Predominantes en la Economía de la Educación. Cuadernos del TICCM no. 27, UAM-X, México, 1983. 304 p..
- 5.- Véase: Pescador, José Angel: Teoría del Capital Humano: Exposición y crítica; y también Ornelas, Carlos: Educación y Sociedad: ¿Consenso y conflicto?, ambos en González, Guillermo y Torres, Carlos Alberto (coords): Sociología de la Educación, corrientes contemporáneas, Col. Estudios Educativos no. 5, CEE. México, 1981. 458 p.
- 6.- Claro ejemplo de esto es la afirmación de Beche-lloni: "Toda acción pedagógica es objetivamente

una violencia simbólica en tanto que imposición por, un poder arbitrario, de una arbitrariedad cultural". citado por Almeida, Vania y Smith, - Marcia: La reproducción según Bordieu y Passeron: sus conceptos. Perfiles Educativos, no. 37, Julio-agosto-septiembre de 1987. p. 27-36.

- 7.- Véase Illich, Iván: En América Latina ¿Para qué sirve la Escuela?. 2a. Edición; Ed. Búsqueda, - B.A., 1973. 80 p.
- 8.- Freud, Sigmund: El porvenir de una Ilusión. En Obras Completas, (tr. Luis López-Ballesteros), 3 tomos. Ed. Biblioteca Nueva, Madrid, s/f -- p. 2967 y sigs.
- 9.- Medina, Sara Rosa y Abreu, Luis Felipe: De la - Administración de la Crisis a la Crisis de la Administración. Ponencia presentada en el II Congreso Internacional de Antiguos Alumnos Ibero--americanos del Instituto Nacional de Adminis--tración Pública de España ; del 26 al 30 de abril de 1987. Acapulco, Guerrero. México.

En este trabajo enunciamos por primera vez las tres dimensiones de la crisis actual.

CAPITULO SEGUNDO:**LA ECONOMIA FISICA.**

CAPITULO 2 .

LA ECONOMIA FISICA.

Se entiende por economía física: el estudio de la sociedad en cuanto proceso termodinámico autogenerado, que subsiste y se desarrolla mediante la inversión de energía en la transformación coherente del medio ambiente; para lo cual se requieren tecnologías de eficiencia creciente y cuya base radica en el continuo desarrollo de la capacidad intelectual creadora de la población.

El enfoque de la economía física es causa y consecuencia del progreso social; es su causa porque sólo una sociedad que valore al ser humano como fuerza creadora emprenderá el desarrollo sistemático de la tecnología y -suplirá la fuerza muscular humana por artificios mecánicos, reduciendo la necesidad y generando ocio creativo; es su consecuencia, porque únicamente la continua transformación de la naturaleza puede garantizar el progreso social que permite a su vez el desarrollo intelectual -sobre el cual descansa el futuro de la sociedad. El enfoque de la economía física puede garantiza el de-

sarrollo social; empero, exige la participación conciente de los diferentes actores sociales, jamás surge de las libres fuerzas del mercado o del afán de la acumulación monetaria; es más, cada vez que estas fuerzas ciegas predominan, la sociedad mina las bases físicas de su desarrollo y entra en crisis.

En consecuencia la Educación debe formar una conciencia social sustentada en el continuo desarrollo de la ciencia, la técnica y la cultura, más todo ello ha de plasmarse en obras materiales; pues, cuando contruímos una gigantesca presa y vencemos la sequía, los hombres que en ello participan cobran conciencia de la fuerza de su intelecto y al transformar a la naturaleza se transforman a si mismos volviéndose más humanos.

Por el contrario, las tecnologías primitivas que multiplican el esfuerzo físico y dan magros productos, impiden el desarrollo intelectual y nos entregan a la más absurda dependencia de los vaivenes de la naturaleza volviendonos menos humanos.

2.1 LOS ORIGENES.

La economía física es un resultado directo de la revaloración del Hombre en cuanto potencia intelectual, es un producto del Renacimiento, no se pueden separar los logros de la ciencia y la técnica de la Filosofía Humanista, así Juan Pico de la Mirándola (1463-1494) en su "Oración sobre la Dignidad del Hombre"⁽¹⁾ nos expresa muy claramente esta filosofía al poner en boca de Dios la siguiente admonición a Adán:

"No te dimos ningún puesto fijo, ni una faz propia ni un oficio peculiar... para que el puesto, la imagen y los empleos que desees para tí, esos los tengas y poseas por tu propia decisión y elección.... te coloque en el centro del mundo, para que volvieras más comodamente la vista a tu alrededor y miraras todo lo que hay en ese mundo. Ni celeste, ni terrestre te hicimos, ni mortal, ni inmortal para que tu mismo, como modelador y escultor de ti mismo, más a tu gusto y honra, te forjes la forma que prefieras para tí, podrás degenerar a lo inferior, con los brutos; podrás realzarte a la par de las cosas divinas por tu misma decisión. ... (finalmente --

concluye Pico).... "ese no es un animal, terrestre ni celeste, es ese un superior numen revestido de carne humana"... (y pide)... "Que se apodere de nuestra alma - una cierta santa ambición de no contentarnos con lo mediocre, sino anhelar lo sumo y tratar de conseguir (si queremos podemos) con todas nuestras fuerzas. Desdeñemos lo terrestre, despreciemos lo celeste y finalmente, dejando atrás todo lo que es mundo, volemos hacia la corte supermundana próxima a la divinidad -- augustísima."(p. 105-108).

Para la filosofía renacentista el hombre no puede -- contentarse con ser mera fuerza muscular del proceso productivo, sino que debe realizarse a nivel de las cosas divinas y contribuir a la creación, la ciencia, la técnica y el arte tienen un carácter liberador que otorga al hombre su verdadera dimensión creadora. tal vez el conjunto de intelectuales, ingenieros y tecnólogos más importantes del Renacimiento fue el llamado grupo de Urbino ⁽²⁾ al cual pertenecieron entre otros Leonardo Da Vinci (1452-1519), Luca Pacioli (1450-1520) y Francesco di Giorgio (1439-1502) quienes mediante el estudio de la geometría y la anatomía trataron de cons

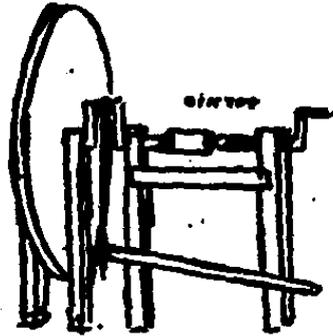


Figura 2.1 Torno de volante accionado por manivela, Códice Atlántico, Leonardo da Vinci. Tomado de Bernal³.

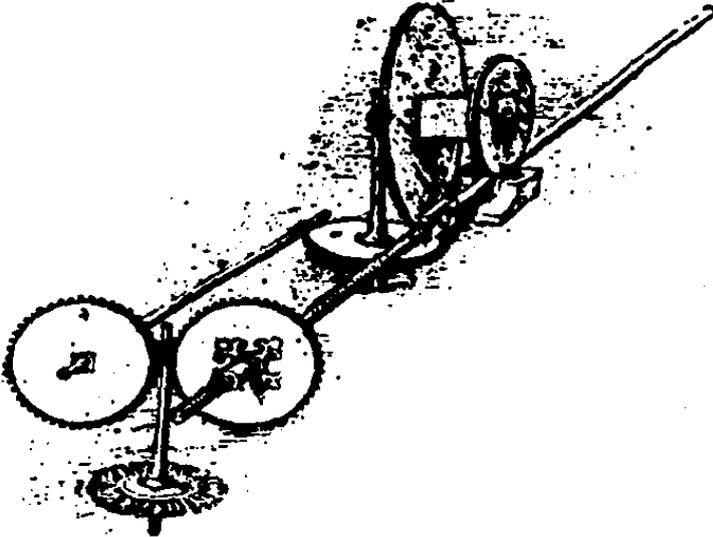


Figura 2.2 Rodillos automáticos para trabajar metal, impulsados por una rueda hidráulica, Códice Atlántico, Leonardo da Vinci. Tomado de Bernal³.

truir máquinas capaces de facilitar el trabajo humano, en particular intentaron concentrar energía mediante artificios mecánicos que permiten aplicar una gran cantidad de trabajo en un punto, tal es el caso del torno diseñado por Pa Vinci (fig. 2.1) que como hace notar Bernal⁽³⁾ cuenta con un volante inercial que tiende a asegurar una velocidad constante.

Los científicos renacentistas, rápidamente se dieron cuenta de que la energía humana no podía sustentar la producción y se retomó la rueda hidráulica, perfeccionándola mediante el estudio de lo que hoy conocemos como hidrodinámica, incluso se hicieron intentos de lograr cierta automatización, como la máquina para trabajar metal que aparece en la (fig. 2.2) donde simultáneamente avanza el metal, mientras dos rodillos lo aplanan, se trata de otro diseño de Leonardo.

El siguiente gran salto conceptual lo debemos a Gottfried Leibniz (1646-1716) quien desarrolló los conceptos de potencia, trabajo y tecnología y propuso como meta construir máquinas capaces de efectuar el trabajo de 100 hombres, este proyecto se inició en Francia en las instituciones científicas creadas por el estadista Jean Baptiste Colbert (1619-1683)⁽⁴⁾, en esta tarea colabo-

raron además de Leibniz, Christiaan Huyghens (1619-1683), y Denis Papin (1647-1714).

Huygens en 1680 construyó el primer motor de combustión interna consistía en un pistón que usaba pólvora como combustible⁽⁵⁾, sin embargo era difícil de manejar, y no se lograba un vacío perfecto en el interior del mismo, por ello Papin a partir de 1690 dirigió sus esfuerzos al vapor y escribió: "Puesto que el agua goza de la propiedad de que una pequeña cantidad de ella transformada en vapor promedio del calor tiene una fuerza elástica similar a la del aire, y que por medio del frío se transforma de nuevo en agua, de manera que no queda ni rastro de aquella fuerza elástica, he llegado a la conclusión de que se pueden construir máquinas en cuyo interior, por medio de un calor no demasiado intenso y a bajo costo, se puede producir el vacío perfecto, que de ningún modo se podía conseguir utilizando la pólvora" (citado por Derry y Trevor⁽⁵⁾ p. 455).

Estos planteamientos fueron retomados por Savery, Newcomen y Smeaton, y finalmente condujeron al desarrollo de la máquina de vapor (Savery 1698) de esta manera se contó con una fuente energética de gran potencia que --

permitió impulsar la revolución industrial.

Es claro que el hombre obtiene sus bienes de la transformación de la naturaleza y que en este proceso se consumen grandes cantidades de energía, pero también, debemos acotar que es la capacidad intelectual humana quien genera los conceptos que permiten redordenar lo que existe para crear lo que no existe; asimismo detrás de cualquier política económica exitosa se halla el desarrollo de la maquinaria. Veamos por ejemplo, lo que dijo Alexander Hamilton, Secretario del Tesoro Norteamericano, en la Cámara de Representantes el 5 de diciembre de - 1791, cuando presentó su "Report on the Subject of Manufactures": "... "The employment of Machinery forms an item of great importance in the general mass of national industry. is an artificial force brought in aid of the natural force of man; and, to all the purposes of labour, is an increase of hands; an accession of strength, unincumbered too by the expence of maintaining the laborer"⁽⁶⁾ ... (p. 388).

(... "El empleo de maquinaria es un asunto de gran importancia para el conjunto de nuestra industria general.

Esta es una fuerza artificial que viene en ayuda de la fuerza natural del hombre, y , para todos los propósitos

del trabajo, es un incremento de manos, un aumento de fuerza, sin incrementar también el costo del mantenimiento del trabajo"... (traducción mia)).

Esta afirmación de un financiero norteamericano progresista del siglo XVIII contrasta profundamente con las propuestas de los organismos financieros internacionales, como el banco mundial, quienes hoy día proponen una economía basada en el uso intensivo de la mano de obra,

Y es que tradicionalmente se han enfrentado en la economía dos conceptos opuestos: de una parte los que buscan atesorar valores de cambio y de otra quienes prefieren desarrollar las fuerzas productivas, incluida la capacidad intelectual humana. Mas para entender este proceso es preciso desmistificar la economía y concebir a la sociedad como una máquina que invierte energía en realizar un doble trabajo: transformarse así misma y simultáneamente transformar a la naturaleza, si este proceso se mide con parámetros termodinámicos desaparece la distorsión monetaria y el quehacer social queda acotado por las leyes inviolables del universo material,

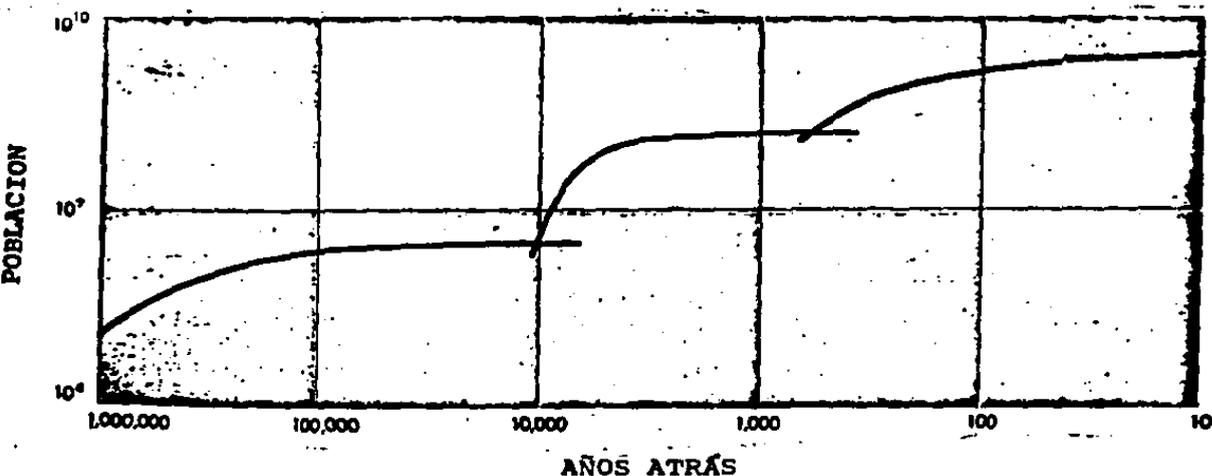


Figura 2.3 Curva logarítmica de la población, permite graficar grandes variaciones en el número de habitantes sobre un periodo de tiempo muy largo. En ella se aprecian tres saltos: el más antiguo corresponde a la fabricación de herramientas, el segundo a la revolución agrícola y el tercero a la revolución industrial (nótese que se trata de una curva exponencial y por ello el tercer salto, línea punteada, es mayor que los anteriores). Tomado de Deevey⁸.

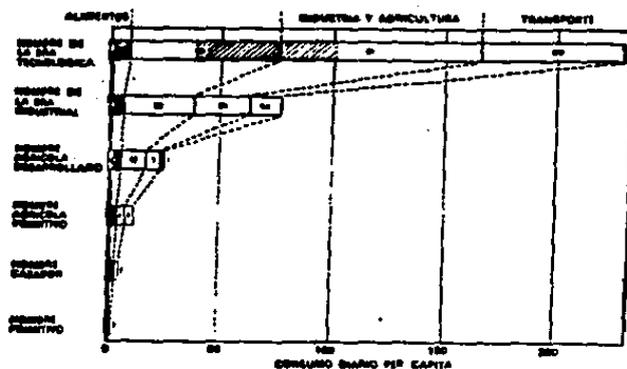


Figura 2.4—Consumo diario de energía per cápita calculado por el autor para las seis etapas del desarrollo humano (con un margen de error que aumenta con la antigüedad). El hombre primitivo (África Oriental, hace aproximadamente un millón de años), sin el uso del fuego, tenía tan sólo la energía de los alimentos que consumía. El hombre cazador (Europa, hace unos cien mil años) disponía de más comida y también quemaba madera para calentarse y cocinar. El hombre agrícola primitivo (año 5000 a. C.) tenía cultivos y energía animal. El hombre agrícola avanzado (noroeste de Europa, año 1400 d. C.) empleaba algo de carbón para calentarse, el viento y el agua, como fuentes de energía, y el transporte animal. El hombre industrial (Inglaterra en 1875) contaba con la máquina de vapor. El hombre de la era tecnológica de 1970 (Estados Unidos) consumía 230.000 kilocalorías por día, gran parte de ellas en forma de electricidad (*zona rayada*). Los alimentos están divididos en vegetales (*izquierda*) y de origen animal (o comida dada a los animales). Tomada de Cook¹⁴.

2.2. La Energética Social.

2.2.1. Población y Tecnología.

El tránsito de una población menor hacia una población mayor implica la utilización de un excedente energético que existe previamente, aunque el propio -- crecimiento demográfico impulsa un nuevo desarrollo -- tecnológico que produce a su vez un excedente aún mayor.

Así Edward Deevey⁽⁸⁾ señala que el crecimiento demográfico se ha producido por saltos (vease la fig. 2.3), el primero correspondió a la fabricación de herramientas, el segundo a la revolución agrícola y el tercero a la revolución industrial. De tal forma que han sido las revoluciones tecnológicas las que han permitido los crecimientos de la población. Para construir esta curva Deevey se basó en estudios arqueológicos y en el análisis de diferentes modalidades productivas antiguas pero aun existentes. Aunque es difícil tener una mirada cierta de la prehistoria, sí es posible determinar la productividad promedio de cada modalidad y calcular el número de habitantes por kilómetro cuadrado que con ella pueden sobrevivir.

Así el uso de herramientas permitió a los cazadores-recolectores primitivos el acceso a un gran número de ambientes ecológicos y abrió la colonización de nuevas

Áreas llevando a la población del mesolítico a un número aproximado de 5 millones de personas, con una densidad de población de 0.04 personas/km².

Con la revolución agrícola la población se incrementó en dos órdenes de magnitud, en 8000 años 100 veces, para alcanzar hace unos 2000 años una densidad de 1 habitante/km². Finalmente, en los últimos 300 años se produce la revolución científico-industrial, que en 1960 condujo a 2,700 millones de habitantes, con una densidad de 16.4 personas /km², y en la actualidad sobrepasamos los 5000 millones de seres humanos con lo cual tenemos una densidad promedio de 34 habitantes/km² todo lo anterior se traduce en un aumento de 850 veces en la densidad de población por km².

El trabajo de Deevey nos permite sacar varias conclusiones interesantes:

- a) El número de habitantes/km² se halla en relación -- con la tecnología utilizada.
- b) El crecimiento de la población se verifica sobre la base de un excedente económico generado a partir de una revolución tecnológica.

En términos generales la población se ha incrementado

en función de un aumento de la capacidad de realizar un trabajo sobre el medio ambiente; trabajo definido en cuanto concepto físico:

$$Tr = F.d$$

Tr= trabajo en Joules, (J)=Energía

donde F= fuerza en Newtons, (N)

d= distancia en metros, (m)

pero el trabajo puede verificarse con diferentes ritmos, por lo tanto también debemos relacionar el trabajo con el tiempo, de esta manera se origina el concepto de potencia:

$$P = \frac{Tr}{t}$$

P= potencia= $\frac{\text{Joules}}{\text{segundo}}$ = watts, (w)

donde Tr= trabajo en Joules

t= tiempo en segundos.

El trabajo ha sido utilizado por el hombre para: inducir cambios físicos, producir transformaciones químicas o bien biológicas.

Esta situación nos ha obligado a utilizar cantidades -- crecientes de energía en periodos cada vez más breves -- de tiempo; lo que equivale a incrementar la potencia de nuestros instrumentos productivos y de nuestras fuentes

de energía.....

Desde luego la fuente primaria de energía fue la capacidad muscular humana. De acuerdo con Krendel⁽⁹⁾ el trabajo útil que puede desarrollar un hombre promedio durante 8 horas es de 74.6 watts, que equivale a elevar un peso de 7.6 kg. a una altura de un metro cada segundo. Para darnos una idea de lo pequeño de esta magnitud diremos que una batidora casera consume alrededor de 100 watts y un tostador de pan 1200 watts. Por eso la sociedad tuvo que introducir fuentes auxiliares de energía que multiplicasen la capacidad productiva del trabajo humano. Así, los animales de tiro fueron toda una revolución ya que un caballo, con un peso entre 680-861 kg. nos da una energía útil de 745.7 watts, diez veces más trabajo útil que el producido por un hombre y además tolera 10 horas de trabajo continuo.

En tanto las ruedas hidráulicas primitivas (de eje vertical), como la utilizada en el molino romano de Venafra⁽¹⁰⁾, equivalían a 3 caballos (2, 237 watts) y podían trabajar continuamente moliendo 180 kg. de grano/hora; en tanto que un molino movido por 2 hombres mofa 5 kg/h., el molino hidráulico era 36 veces más eficiente.

Mientras que un gran molino de viento del siglo XII⁽¹¹⁾ con aspas de 30 m y vientos de 32 km/h generaba un trabajo equivalente a 10 caballos (7,457 watts) con la ventaja de que el molino no consume alimento, como los caballos.

Más adelante se introdujeron las máquinas de vapor, las fabricadas por watt, tenían una potencia promedio de poco más de 16 caballos de fuerza (12,103 watts)⁽¹²⁾, - además esta máquina ya no dependía de las variaciones - del viento, ni tenía que ubicarse forzosamente junto a un río. Para 1800 Inglaterra poseía 321 máquinas de vapor⁽¹³⁾ con una potencia acumulada de 5,210 caballos de fuerza lo que equivale a la energía de 52,100 hombres, número que se triplica si consideramos que las máquinas - pueden trabajar 3 turnos.

Earl Cook⁽¹⁴⁾ ha calculado la evolución del consumo -- energético per cápita en kilocalorías (1 kilocaloría - (Kcal)= 4,186.8 joules⁽¹⁵⁾), desde luego, el margen de - error de cálculo aumenta con la antigüedad; el citado - autor distingue seis etapas a saber:

- 1.- El hombre primitivo, (Africa oriental hace un millón - de años) solo disponía de la energía contenida en - sus alimentos unas 2,000 Kcal/día⁽¹⁶⁾.

- 2.- El hombre cazador (Europa hace 100,000 años) merced al dominio del fuego aumentó su consumo a 4,000 -- Kcal/día, pues quemaba madera para calentarse y cocinar.
- 3.- El hombre agrícola primitivo (año 5,000 a.C.) contaba con algunos animales domésticos consumía 12,000 Kcal/día.
- 4.- El hombre agrícola desarrollado (noreste de Europa año 1400 d.C.) empleaba carbón para calentarse, el viento y el agua como fuentes de energía y el transporte animal, consumía unas 26,000 Kcal/día.
- 5.- El hombre de la era industrial (Inglaterra 1875) - contaba además con la máquina de vapor y consumía aproximadamente 77,000 Kcal.
- 6.- El hombre de la era tecnológica (E.U. 1970) añadió además la electricidad y el automóvil y consumía - 230,00 Kcal/día.

Lo antes mencionado se resume en la figura 2.4, en ella se puede apreciar la existencia de un crecimiento exponencial del consumo energético (per cápita por día), lo que se traduce en un incremento continuo de la capaci--

dad humana para realizar trabajo sobre el medio ambiente.

Hasta ahora hemos mostrado como la introducción de fuentes auxiliares de energía multiplica la capacidad de la gente para efectuar trabajo y permite disminuir la participación del hombre en cada unidad producida, este es el principio de la "economía del trabajo humano" regente en toda sociedad sana.

Para comprender mejor la relación entre la capacidad de transformar el medio ambiente y la densidad de población (habitantes/km²) usaremos las categorías desarrolladas por el economista Norteamericano Lyndon La Rouche, ⁽¹⁷⁾, quien propone determinar el dominio del hombre sobre la naturaleza en función del área de tierra requerida para sostener a un individuo; de ésta manera se mide la efectividad de la economía del trabajo, con la ventaja de ser un sistema aplicable a cualquier tipo de sociedad.

A primera vista pareciera que la "densidad de población" permite medir el dominio del hombre sobre la naturaleza; sin embargo, esta apreciación puede resultar falsa, ya que existen espontáneamente tierras de muy diferentes calidades y fertilidad. En consecuencia debemos diferen--

ciar la fertilidad espontánea de la artificial; para ello es necesario determinar la población real de las tierras con la tecnología disponible y luego calcular la población que existiría si hubiese solamente una economía recolectora; de esta manera, estaríamos determinando cuantos habitantes sobreviven gracias a la técnica y cuantos debido a la fertilidad espontánea del suelo, para fines prácticos, esto se obtiene si restamos de la población total a la población que pudiese sobrevivir con una economía recolectora y al resultado lo dividimos entre el área ocupada.

De esta forma obtenemos la llamada "densidad de población relativa a la técnica".

En términos generales, un crecimiento continuo de la población asentada en un área, implica un constante desarrollo tecnológico, pues una economía puramente recolectora provoca el agotamiento de las tierras y causa la emigración o conduce al nomadismo; en cambio, el crecimiento continuo de la población es prueba del desarrollo tecnológico. Así al observar a una sociedad con un nivel tecnológico dado podemos determinar su capacidad potencial para un crecimiento futuro; para ello, deter

minamos el número de habitantes que viven en el área y luego calculamos cuantos más podrían vivir con la tecnología existente, la diferencia entre las dos cantidades determina la "densidad potencial de población relativa a la técnica." Esta categoría mide el excedente económico disponible para el desarrollo futuro de la sociedad. Mas si la sociedad no pasa a una nueva modalidad tecnológica el crecimiento de la población - se hará asintótico y terminará por detenerse, o lo que es peor, al agotarse los "recursos naturales" en los - cuales se sustenta dicha sociedad, está entrará en crisis con la consiguiente disminución de la población. - En consecuencia la vitalidad de la sociedad se mide -- por la rapidéz con la cual se incrementa su densidad - potencial de población, de esta manera, surge una cuarta categoría: la "velocidad del incremento de la densidad potencial de población relativa a la técnica".

En consecuencia tenemos cuatro categorías a saber:

- 1.- Densidad de Población. Es una medida simple que mide la población por unidad de área, pero no toma en cuenta los factores tecnológicos.

- 2.- "Densidad de población relativa a la técnica". Mide la influencia de la tecnología para sostener determinada densidad de población. Es la diferencia entre la densidad de población que podría sobrevivir sin la intervención de la tecnología, restada de la densidad de población real.
- 3.- "Densidad potencial de población relativa a la técnica". Mide la capacidad potencial de la sociedad para continuar con su propio desarrollo; es decir, determina el excedente económico capaz de permitir un ulterior crecimiento de la población. Se determina confrontando la densidad de población que existe contra la máxima densidad de población que puede sustentarse con ese grado de avance de la tecnología.
- 4.- "Velocidad del incremento de la densidad potencial de población relativa a la técnica". Mide la velocidad con la cual se expande la densidad potencial de población relativa, determina como se amplían los grados de libertad para el desarrollo social futuro.

Estas cuatro categorías pueden expresarse matemáticamente de la siguiente forma:

$$1.- D = \frac{Hb}{A}$$

$$2.- D_R = (D_2 - D_1)$$

donde:

$$3.- D_P = (D_m - D_2)$$

$$4.- V_{DP} = \frac{d(D_P)}{dt}$$

D= Densidad de población.

Hb= Habitantes.

A= Area donde se desarrollan las actividades económicas.

D_R = Densidad de población relativa a la técnica.

D_1 = Densidad de población -- sin tecnología.

D_2 = Densidad de la población actual.

D_P = Densidad potencial de población relativa a la técnica.

D_m = Densidad máxima de población que pudiese sobrevivir con el nivel tecnológico disponible.

V_{DP} = Velocidad de incremento de D_P .

$\frac{d(D_P)}{dt}$ = Derivada de la densidad potencial de población con respecto al tiempo.

Apreciemos desde ésta perspectiva el valor económico: por su apariencia externa pareciése que todo aquello - susceptible de venderse y producir ganancias es un valor, mas sin embargo, sólo podemos atribuirle valor económico a aquello que al consumirse genera un incremento de la densidad potencial de población, es decir el valor no se halla en el objeto sino en el proceso general de la economía, por ello la maquinaria agrícola automatizada que aumenta la capacidad productiva del trabajo, vale más que una tonelada de cocaína cuyo consumo deteriora la capacidad productiva del trabajo, es más en este último caso cobra un valor negativo.

Hemos mostrado al crecimiento de la densidad de población como el mejor indicador de la capacidad tecnológica de la sociedad y a su vez sabemos que el incremento de la población demandará una nueva transformación tecnológica que aumentará la "densidad potencial de población relativa". Empero, si no deseáramos el crecimiento de la población: ¿Podremos interrumpir el progreso tecnológico? La respuesta es: no en absoluto. No se puede interrumpir el desarrollo tecnológico, sin desaparecer la sociedad humana de la faz del planeta, y esta

afirmación rotunda será probada a continuación.

2.2.2 POBLACION Y RECURSOS BASICOS.

Hasta ahora hemos hablado de tecnología en un sentido intuitivo debemos acotar el concepto para poderlo manejar se ha definido a la tecnología como:

"Un proceso emprendido en todas las culturas (un proceso universal), que comprende la aplicación sistemática del conocimiento organizado (síntesis) y de objetos tan gibles (herramientas y materiales) a la extensión de -- las facultades humanas, que son restringidas como resul tado del proceso evolutivo" (18).

Esta definición puede ser aceptable; sin embargo, se -- trata de una definición de las características exteriores la tecnología y no permite comparar dicha tecnología consigo misma. Además debemos dar un criterio evolu tivo que nos permita determinar cuál variedad tecnológica es mejor.

Si tenemos dos máquinas movidas por calor: "A" y "B", las cuales consumen la misma cantidad de energía; pero, la máquina "B" merced a su organización geométrica in-

terna permite producir más en el mismo lapso de tiempo; esto significa que la máquina "B" es más eficiente, en ese caso decimos que es tecnológicamente superior.

Así la tecnología es la capacidad de modificar la organización geométrica interna de las cosas haciéndolas más eficientes para aumentar la potencia productiva -- del trabajo humano. Pero no debemos pensar que la tecnología se aplica únicamente a las máquinas, también -- la bioingeniería modifica la geometría interna de los seres vivos para dotarlos de características bioquímicas novedosas.

A continuación abordaremos la conexión que existe entre la tecnología y los "recursos Naturales".

Es la tecnología la que define a los mal llamados "recursos naturales", puesto estos no existen por si mismos. Así el hierro no fue un recurso para el hombre hasta que se desarrolló la tecnología para su extracción y procesamiento; el petróleo tampoco es un recurso al margen de las torres de perforación que permiten extraerlo y de los motores y las plantas petroquímicas que lo consumen; el carbón mineral no fue un recurso para la metalurgia hasta que se desarrolló el proceso de coquiza---

ción; asimismo el uranio no es un recurso energético al margen de los reactores nucleares.

Así un recurso queda definido por dos variables, a saber:

- a) La capacidad tecnológica para obtener el recurso o mejor aún, la potencia tecnológica para extre-lo o producirlo.
- b) La capacidad tecnológica de consumirlo productivamente, o de otra manera la utilidad que tiene para la tecnología en uso. Por eso deberíamos denominarlos "recursos básicos".

Tradicionalmente los recursos se han dividido en renovables y no renovables⁽¹⁹⁾.

Un "recurso renovable" es aquel en el cual la velocidad de consumo es igual a la velocidad con la cual se regenera. Un "recurso no renovable" se caracteriza porque la velocidad de consumo es mayor que la velocidad de regeneración. Situación que se puede expresar en su forma más simple (generalmente se trata de un crecimiento exponencial) en la siguiente ecuación lineal:

$$X = X_0 + (a - b) t$$

X= Cantidad del recurso disponible, para la sociedad, en el momento t.

X₀= Cantidad original del recurso al momento de iniciar su explotación.

donde:

a= rapidez de regeneración del recurso.

b= rapidez del consumo y/o pérdida del recurso.

t= tiempo.

Del análisis de esta expresión pueden deducirse tres casos generales:

Caso I, $a > b$; en el cual la rapidez de regeneración es mayor que el consumo y la cantidad del recurso y se incrementa con respecto al tiempo; cuando se presenta esta situación decimos que se trata de un "recurso sobre producido".

Caso II, $a=b$; la rapidez de regeneración es igual a la del consumo, en este caso la cantidad del recurso permanece constante y será un "recurso renovable".

Caso III, $b > a$; la rapidez del consumo es mayor que la rapidez de regeneración, por lo cual la cantidad del recurso

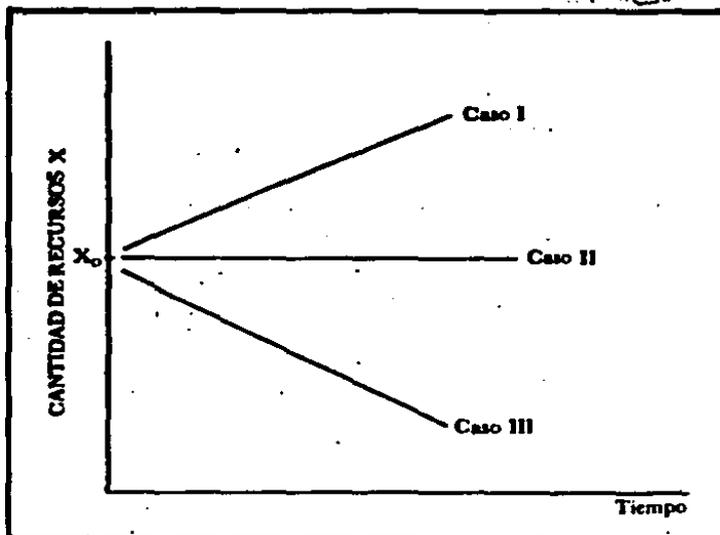


Figura 2.5 Diagrama de la dependencia lineal de la cantidad de recurso contra tiempo, ejemplificando los casos de sobreproducción (caso I); equilibrio entre consumo y generación (caso II); sobreconsumo (caso III). Tomada de Rangell¹⁹.

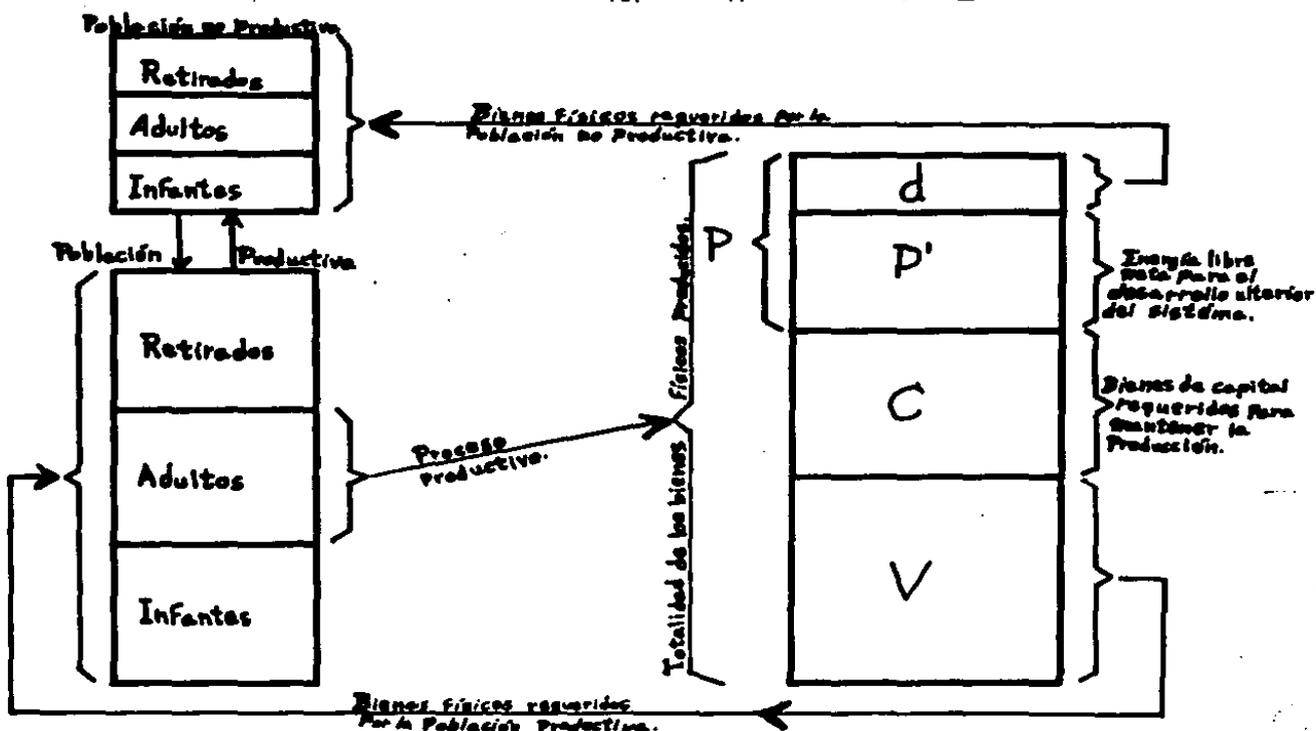


Figura 2.6 diagrama de barras de la economía; las de la izquierda representan a la población y la de la derecha la totalidad de los bienes físicos producidos (modificada de Bardwell y Parpart³⁰).

so disminuye con el tiempo se trata de un: "recurso no renovable".

Los tres casos se representan en la fig. 2.5

Se ha considerado a los recursos de origen biológico, como los bosques, dentro de los recursos renovables; tal vez, porque los seres vivos se reproducen; sin embargo, esta apreciación es falsa, pues si la rapidez del consumo rebasa la velocidad de autorreproducción del sistema biológico éste disminuirá hasta desaparecer, esta es la razón por la cual avanza la deforestación. Por el contrario, pareciera que los hidrocarburos son un recurso no renovable, sin embargo, sería absurdo pretender que su agotamiento hará desaparecer los plásticos, los lubricantes y los fármacos. Por el contrario habremos de sintetizarlos y utilizar hidrocarburos artificiales, aunque seguramente ya no se usarán como combustibles, en este caso un recurso no renovable se transformará, gracias a la técnica, en un recurso renovable.

Imaginemos, una sociedad con una población constante y con su producción en una condición de "crecimiento cero" y hagamos la siguiente pregunta ¿Puede en tal condición renunciarse al

desarrollo tecnológico? , para responder desarrollaremos el siguiente escenario: La tecnología utilizada por esa sociedad habrá definido ciertos recursos no renovables - que se agotarán con el transcurso del tiempo, los primeros en agotarse son los yacimientos metálicos de ley alta viéndose obligados a explotar yacimientos de ley más baja, situación que exige un mayor consumo energético -- por unidad de masa extraída o bien demanda el desarrollo de tecnologías que definan nuevos recursos mayor velocidad que el agotamiento de los anteriores, pero como esta sociedad no posee un excedente económico, no puede incrementar su capacidad energética o modificar su tecnología, en consecuencia se ve obligada a reducir el consumo o lo que es lo mismo a reducir su "densidad de población relativa" con la inevitable crisis social.

Es decir, el progreso tecnológico no es optativo, y el crecimiento cero es imposible sin colapsar a la sociedad, ya que el progreso tecnológico, necesario para definir nuevos recursos, exige para su realización un excedente económico. A su vez, la modernización tecnológica demanda un incremento en el consumo de "recursos básicos" que obliga a una redefinición tecnológica cada vez más rápida; es decir, el ritmo mínimo de la innovación está de--

terminado por la velocidad con la cual se agotan los re cursos y no es un proceso arbitrario, ni optativo.

La relación entre recursos básicos y energía es importantísima, todo los recursos minerales que consume la sociedad requieren energía para su extracción: hierro, cobre, cromo, aluminio, potasio, petróleo, etc. conforme transcurre el tiempo se van agotando los yacimientos de Ley más alta y nos vemos obligados a explotar yacimientos de Ley más baja, por ejemplo, en el período 1925-1971 la concentración en los yacimientos de estaño disminuyó del 1.2% al 0.015% y para el cobre paso de 2.1% a 0.6%⁽²⁰⁾; esta situación exige concentrar el mineral e implica necesariamentemente un consumo creciente de energía por unidad de masa extraída.

La principal limitante para disponer de minerales abundantes es la disponibilidad de energía, si esta aumenta es posible definir como recursos minerales explotables yacimientos de Ley muy baja con lo cual se amplian las reservas disponibles. Todo lo anterior exige del desarrollo de fuentes energéticas cada vez más poderosas.

2.2.3 ECONOMIA Y ECOLOGIA.

El ser humano se ha convertido en un factor de transformación geológica de creciente importancia, sin la intervención industrial no existirían en estado puro el fierro, el aluminio, el calcio o el sodio.

El hombre ya no puede ser arbitrariamente separado de la estructura material y energética del planeta, (21), entre otros, los ciclos del carbono, nitrógeno, oxígeno y agua están modulados por la actividad humana.

El 1968 la producción anual de nitrógeno (fertilizante) alcanzó las 30,000.000 de toneladas y equivalió a la cantidad fijada por todos los ecosistemas terrestres antes de la aparición de la agricultura moderna y para el año 2000 bien pudiera llegar a los 100 millones de toneladas (22), además el hombre ya ha alcanzado procesar 1×10^{10} toneladas de materiales por año, en un planeta con un peso aproximado de $5,947 \times 10^{18}$ toneladas (23).

La sociedad humana es hoy un factor fundamental que transforma los sistemas geológicos, biológicos y químicos del planeta; ésta actividad se desarrolla en la bios

fera que es el espacio donde se verifica la vida, la biosfera; abarca: la totalidad de la tropósfera, los océanos y una capa delgada de los continentes (que se extienden unos tres kilómetros en profundidad) y aumenta de tamaño con la actividad humana; esta es la única envoltura del planeta capaz de captar energía radiante del sol⁽²⁴⁾; y transformarla en energía útil, mecanismo que opera mediante la fotosíntesis. El hombre ha tomado un control creciente de los procesos que ocurren en la biosfera:

- a) El control de la reproducción animal (actividades pecuarias).
- b) El control de la reproducción vegetal (agricultura).
- c) El control de los procesos químicos; tanto de aquellos que permiten la transformación de materia inerte en viviente (uso de fertilizantes y riego), como de los que permiten crear nuevos materiales (polímeros, producción de metales, etc.).
- d) El control de los procesos nucleares que gobiernan la transmutación atómica y liberan grandes cantidades de energía.

Actualmente la sociedad puede controlar los procesos biológicos, químicos y nucleares. Y por ello hablamos de bioingeniería, ingeniería química e ingeniería nuclear. La masa de seres vivos es tan sólo del 0.25 de peso de la biosfera⁽²⁵⁾ pero la importancia de la vida es definiti-

va para la conformación del planeta; y dentro de la vida el hombre representa una porción muy pequeña; los 5,000 millones de seres humanos que poblamos la tierra pesamos cuando mucho 3000 millones de toneladas, si comparamos nuestra masa con la del planeta ($5,974 \times 10^{18}$ ton) representamos tan sólo el 5.022×10^{14} de la masa total, puestos de pie unos juntos a otros ocuparíamos $1,250 \text{ km}^2$ un cuadrado de 35.35 km menor que la superficie del Distrito Federal ($1,479 \text{ km}^2$) y apenas un poco mayor que el lago de Chapala ($1,105 \text{ km}^2$). Somos una parte insignificante de la biomasa, sin embargo nuestra importancia biogeoquímica⁽²⁶⁾ es muy grande. Nuestra fuerza depende, no de nuestra masa, sino de nuestra capacidad intelectual y del dominio creciente de las leyes naturales a través de la ciencia y la técnica, y si dejásemos de invertir nuestra energía en destruirnos y evitásemos considerarnos como hombres enfrentados a otros hombres; para conceptuarnos como especie transformada en fuerza geológica, aparecería frente a nosotros la "tarea de la reconstrucción conciente de la biosfera en beneficio de la humanidad pensante"⁽²⁷⁾; en otras palabras el destino mismo de la biosfera depende de la especie humana, -

de lo que hagamos o dejemos de hacer; si tomamos una actitud de meros recolectores frente a la biomasa, como proponen algunos ecologistas partidarios de las fuentes renovables de energía, llegará el momento donde la cantidad de energía retirada del sistema será mayor que la energía fijada y la biosfera comenzará a deteriorarse; es absurdo devastar la selva amazónica para transformarla en leña. Por el contrario, debemos utilizar los niveles más simples para favorecer a los niveles más complejos; De manera coherente podemos utilizar las reacciones nucleares para obtener energía que acelere la transformación de lo inorgánico en materia viva, la energía nuclear puede permitir producir fertilizantes y desalar agua para favorecer el desarrollo de los vegetales fotosintéticos y a través de ellos favorecer a los animales y al hombre, además la ingeniería genética abre la posibilidad de construir metabolismos vegetales y animales más eficientes que permitan un mejor aprovechamiento de los ciclos de energía en la biosfera. Utilicemos la energía simple del átomo para favorecer la vida, en lugar de utilizar la complejidad de lo vivo para producir energía simple.

Pero vayamos más adelante con esta idea; si el pensamiento no es una forma de energía, ¿Cómo la inteligencia puede cambiar los procesos naturales?, el vapor sin el pistón se disipa, perdiéndose su fuerza; al márgen de la intervención humana la energía del pasado almacena en los combustibles fósiles no podría impulsar motores o devenir fertilizante y carecería de todo efecto sobre la biosfera de hoy; lo mismo ocurre con la energía del átomo que puede transformarse en impulsora de la vida por intermediación de la actividad humana.

La capacidad del hombre para transformar la naturaleza con su propia fuerza muscular es insignificante los -- 5,000 millones de seres humanos tenemos una energía muscular inferior a 373,000,000 kw/hr⁽²⁸⁾, la cual es apenas superior a la potencia de la presa Hoover en los - E.U. (345,000,000 kw/hr), más si comparamos la fuerza muscular de todos los hombres con el total de energía eléctrica generada en 1971 por los saltos de agua norteamericanos (256,800,000 000kw/hr)⁽²⁹⁾ veremos que esta electricidad equivale a 688,5 veces nuestra capacidad de trabajo muscular.

La actividad humana es decisiva, en cuanto ha conseguido

utilizar las fuerzas de la naturaleza para desatar fuerzas aún más poderosas, bien pudiera decirse que la tarea humana ha consistido en inventar nuevas configuraciones -- geométricas de los materiales terrestres y de la biosfera a fin de favorecer el desarrollo de la propia especie humana.

La biosfera pareciese tan sólo el medio para el desarrollo del hombre; pero lo contrario también es cierto: el hombre es tan sólo el medio para el desarrollo de la biosfera.

Cuando la sociedad construye una presa, riega el desierto y lo fertiliza, aumenta la capacidad de la biosfera para captar energía solar y esta se torna más eficiente. Al aumentar la potencia productiva del hombre también aumenta la capacidad productiva de la biosfera; así se comprende que a mayor capacidad intelectual de la población mayor potencial de desarrollo tendrá la esfera de lo vivo y que el incremento sostenido de la población humana es la prueba del desarrollo de la biosfera, ya que el saqueo energético de la envoltura viviente del planeta (con una economía de recolección) no puede garantizar el incremento continuo de la población.

De tal forma que el uso óptimo del hombre es el de fuerza intelectual creadora que contribuya al desarrollo de la vida en el planeta; esta perspectiva holista nos permite comprender lo absurdo que resulta, como quieren los organismos financieros internacionales, la organización de una economía de uso intensivo de la mano de obra que transforma al ser humano en mera fuerza muscular de baja potencia, obligándolo a una actividad predominantemente recolectora que destruye a largo plazo el medio ambiente. El ser humano o es potencia intelectual, o no es humano; o se desarrolla la biosfera o se la destruye. Por el contrario, sólo es productivo el "trabajo físico" que transforma la biosfera y la torna más eficiente, es decir sólo son actividades productivas las actividades agrícolas, industriales, extractivas y el transporte, todas ellas en cuanto favorecen el desarrollo de la biosfera y el incremento de la "densidad potencial de población relativa".

Aparentemente hay una contradicción en nuestro razonamiento; de una parte definimos como productivo el trabajo que transforma físicamente a la naturaleza; de otra parte, sostenemos: el ser humano no debe ser fuerza física del proceso productivo, más, la contradicción es -

sólo aparente ya que la maquinaria permite una alta - productividad, a la vez que libera al hombre del esfuer - zo físico y posibilita así su desarrollo intelectual; - en consecuencia, es la capacidad mental creadora el re - curso más valioso de la economía porque, genera nuevos artificios técnicos que multiplican incesantemente la potencia productiva del trabajo.

A este proceso mediante el cual la técnica libera al - hombre del esfuerzo físico permitiéndole el desarrollo intelectual; se le denomina principio de "economía del trabajo humano" y es la base para desarrollo continuo - de la sociedad y la biosfera.

De acuerdo con su actividad económica la población pue - de dividirse en productiva e improductiva, consideramos:

- a) Población Productiva: La que interviene en la trans - formación directa de la biosfera, básicamente se tra - ta de la población involucrada en las actividades --- agropecuarias, industriales, extractivas y de trans - porte, ésta población requiere de cierto nivel de ca - lificación para poder operar la tecnología disponible. Además, al reproducirse debe hacerlo con un nivel mí -

nimo de preparación que capacite a sus hijos para insertarse al nivel tecnológico actual; en consecuencia también se incluye en esta categoría a las familias correspondientes.

- b) Problación Improductiva: La que no genera sus propios medios de vida y trabajo; porque no interviene directamente en la transformación de la biosfera; - empero muchas de sus actividades pueden ser indispensables para el desarrollo social, como: la investigación científica, la educación, la atención a la salud, la administración y supervisión etc. como en el caso anterior este sector requiere de cierto nivel de preparación técnica y también incluye a las familias que garantizan la reproducción del mismo.

A fin de asegurar que la población posea el nivel de desarrollo intelectual exigido por la tecnología en uso, se requiere de una infraestructura material mínima en cuanto a condiciones de vivienda, salud, aparatos domésticos, transporte, medios de comunicación etc. en otras palabras la disposición de los satisfactores materiales es la condición necesaria, aunque no suficiente, para el

desarrollo intelectual de la población.

Utilizaremos la denominada gráfica de barras⁽³⁰⁾ para explicar las principales categorías de la economía física ver fig. 2.6.

En las barras que representan a la población esta aparece dividida en tres categorías: infantes, adultos y retirados:

Así se representa el proceso de maduración requerido para incorporarse al trabajo, este momento marca el tránsito de la infancia a la vida adulta y es un límite determinado por el nivel tecnológico existente; en las sociedades más primitivas el tránsito es más temprano, no sólo porque se requiere menos calificación, sino porque la baja productividad del sistema económico no puede "becar" por mucho tiempo a sus integrantes.

La edad de retiro, también, está socialmente determinada; un sistema económico con baja tecnología, demanda esfuerzos físicos mayores y desgasta más al individuo, motivos por los cuales ha de retirarse tempranamente de la producción.

En general, la producción tecnificada con uso intensivo de capital requiere de un proceso de maduración social

más largo y complejo; aunque a la vez aumenta la vida productiva del individuo y la longevidad.

La población adulta del sector productivo, en confluencia con un determinado nivel tecnológico, genera la totalidad de los bienes físicos disponibles para el conjunto de la sociedad. Dichos bienes han sido divididos por La Rouche⁽³¹⁾ en varias categorías a saber: V,C,P,d,yP'.

V= Capital variable, porción del producto total, de un ciclo de producción-consumo, que representa - el costo de reproducir a la fuerza de trabajo al mismo nivel cultural y material previo, lo cual permite mantener en operación a la tecnología en uso.

C= Capital constante, porción del producto total -- destinada a mantener a la biosfera con el mismo nivel de productividad previo representa el costo de dar mantenimiento a los bienes de capital consumidos durante el ciclo producción-consumo; también incluye la infraestructura y el inventario de materias primas y bienes en proceso, suficiente para asegurar el mantenimiento de la -

economía en el mismo nivel de operación.

P= Ganancia bruta o excedente económico relativo, representa la cantidad de bienes que rebasan - las necesidades de mantenimiento: tanto de la población productiva(V), como de la manutención de la productividad de la biosfera(C).

$$P = T_p - (V + C)$$

donde: T_p = Producción total.
 V = Capital variable
 C = Capital constante

d= Total de costos indirectos de la economía; incluye los costos de reproducción de la fuerza de trabajo no productiva, más los bienes de ca pital necesarios para estas actividades

Estos gastos se subdividen en:

Económicos: que son las funciones administrativas y de servicios indispensables para asegurar la producción y la

distribución como los servicios: técnicos, científicos y de ingeniería, médicos y educativos; además de la supervisión y la administración financiera.

Institucionales: gastos en actividades no económicas - del gobierno como defensa, administración de justicia, mantenimiento del orden público etc. o bien gastos administrativos de la empresa privada.

Dispendiosos: gastos sociales causados por el desempleo y las actividades delictivas.

P' = ganancia meta del sistema ($P-d=P'$); es el excedente económico obtenido después de garantizar la reproducción de la biosfera y la población; además de satisfacer los costos indirectos de la economía. Se trata de la energía que puede ser utilizada para la expansión económica; o de otra forma para la innovación científica y tecnológica a través del incremento de $V, C, y d$.

Las categorías antes mencionadas deben medirse en términos de energía termodinámica, de esta manera se puede calcular el "rendimiento" de la economía, por analogía

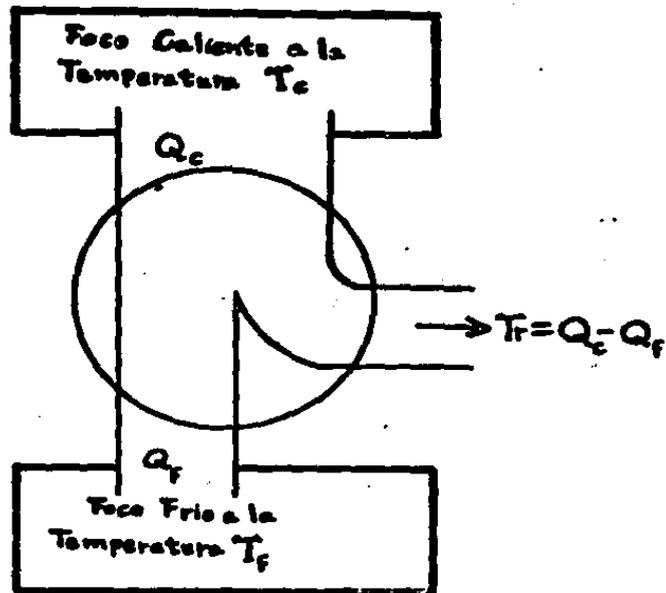


Figura 2.7 Diagrama esquemático de un motor térmico.

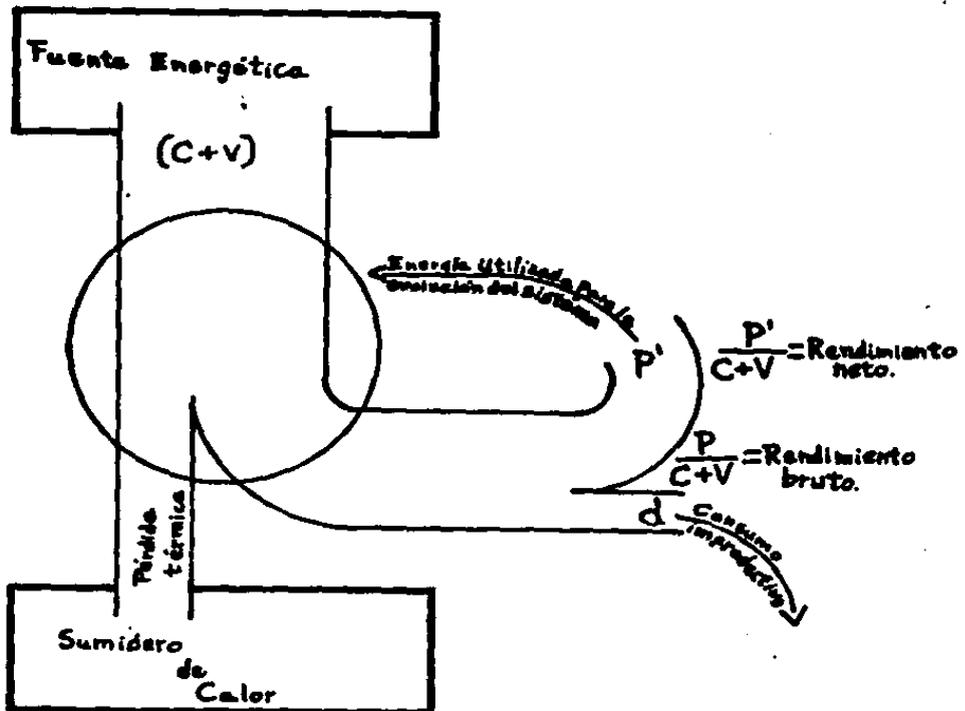


Figura 2.8 Rendimiento del proceso productivo por analogía con el de una máquina térmica.

con una máquina térmica.

Supongamos un motor⁽³²⁾ que efectúa un trabajo entre un foco caliente a la temperatura T_c y un foco frío a la temperatura T_f , (véase la fig. 2.7) , al calor transferido entre el foco caliente y la substancia que trabaja lo denominamos Q_c , mientras el calor transferido entre la substancia que trabaja y el foco frío se designa por Q_f , además dicho motor produce un trabajo denotado - Tr .

Si al calor suministrado al motor (Q_c) le restamos el calor expulsado por el escape Q_f , obtendremos el calor neto absorbido Q .

$$Q = Q_c - Q_f$$

El motor produce trabajo (tr) y de acuerdo con el primer principio de la termodinámica

$$Tr = Q = Q_c - Q_f$$

y se define el rendimiento térmico como la razón de trabajo útil al calor o energía absorbido.

$$\text{Rendimiento térmico} = \frac{Tr}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c}$$

Podemos aplicar por analogía el concepto de rendimiento térmico a la economía, (véase fig. 2.7), consideramos que la energía que entra al sistema lo hace bajo la forma de $(C+V)$ en tanto que el trabajo útil se representa como P en consecuencia el rendimiento de la economía está dado por la relación: $\frac{P}{(C+V)}$ que es la productividad general de la economía; de P debemos descontar el consumo improductivo d quedándonos P' , o sea la ganancia neta que es la cantidad de energía disponible para la evolución del propio sistema, como podrá apreciar cualquier lector atento, la magnitud de P' es menor que la energía total que ingresó al sistema y si esta energía fuese la única reintroducida a la máquina económica, al siguiente ciclo se obtendría una cantidad menor y la economía se iría reduciendo con cada ciclo económico en un proceso entrópico hasta detenerse. Por el contrario, si deseamos evitar un proceso entrópico que destruya a la sociedad debemos consumir P' , de tal forma que se pongan en movimiento cantidades cada vez mayores de energía o de otra manera: P' debe consumirse en cambiar la geometría del sistema económico (tecnología) para obtener con ello nuevas fuentes de energía y materias primas

que aumenten la disponibilidad energética de la sociedad (negatoentropía), este es el proceso que ha predominado a lo largo de la evolución social manifestándose en un incremento continuo del consumo energético per cápita; lo cual equivale a decir que se trata de un sistema abierto que redefine sus límites incrementando así sus grados de libertad.

A partir del rendimiento económico podemos derivar varias razones algebraicas útiles para comprender la evolución temporal de la economía.

- 1) $\frac{P}{(C+V)}$; es la productividad general; esta razón se incrementa con la introducción de tecnología de mayor potencia y eficiencia.
- 2) $\frac{d}{(C+V)}$; define la relación de los costos indirectos con respecto a los costos directos, esta proporción debe crecer a menor velocidad que la proporción 1, ya que si creciese más rápido disminuiría P' que es la energía disponible para la evolución del sistema y este deveniría entropico.

De la diferencia de 1 y 2 surge una tercera proporción que es la más importante de todas:

$$3) \cdot \frac{P}{(C+V)} - \frac{d}{(C+V)} = \frac{P-d}{(C+V)} = \frac{P'}{(C+V)} \quad ; \text{es el rendimiento neto y representa la}$$

capacidad de expansión del sistema; la mejor medida de esta capacidad de expansión, es la propia capacidad de expansión obtenida en el ciclo económico subsecuente.- Es decir, la velocidad con la cual aumenta esta proporción, y como es una función de sí misma:

$$4) \quad \frac{P'_2}{C_2 + V_2} = f \left(\frac{P'_1}{C_1 + V_1} \right) \text{ donde:}$$

P'_1 = ganancia neta del año 1.

P'_2 = ganancia neta del año 2.

C_1 = capital constante del año 1.

C_2 = capital constante del año 2.

V_1 = capital variable del año 1

V_2 = capital variable del año 2.

f = función

Si $\frac{P'}{C+V}$ es menor que uno la sociedad se halla en un proceso entrópico; si es igual a uno se trata de un proceso cuasientrópico de equilibrio inestable, porque el sistema carece de capacidad de expansión (crecimiento cero) y por tanto no puede innovar la tecnología con lo cual al agotarse sus recursos básicos terminará por devenir entrópico. Si es mayor que uno dará origen a un proceso de crecimiento exponencial y la función de la innovación tecnológica es continuar y acelerar este crecimiento exponencial.

5) $\frac{C}{V}$; Es la proporción de capital con respecto al trabajo productivo, o si se prefiere, de trabajo artificial con respecto al trabajo humano; esta relación mide la intensidad de capital en la economía. Dada la limitada potencia energética humana el crecimiento de $\frac{P'}{C+V}$ sólo puede obtenerse mediante la introducción de maquinaria y equipo por lo que $\frac{C}{V}$ debe aumentar incesantemente.

Si comparamos la evolución de la economía en dos momentos diferentes y denotamos por el subíndice 1 al primer ciclo económico y por subíndice 2 al segundo ciclo eco-

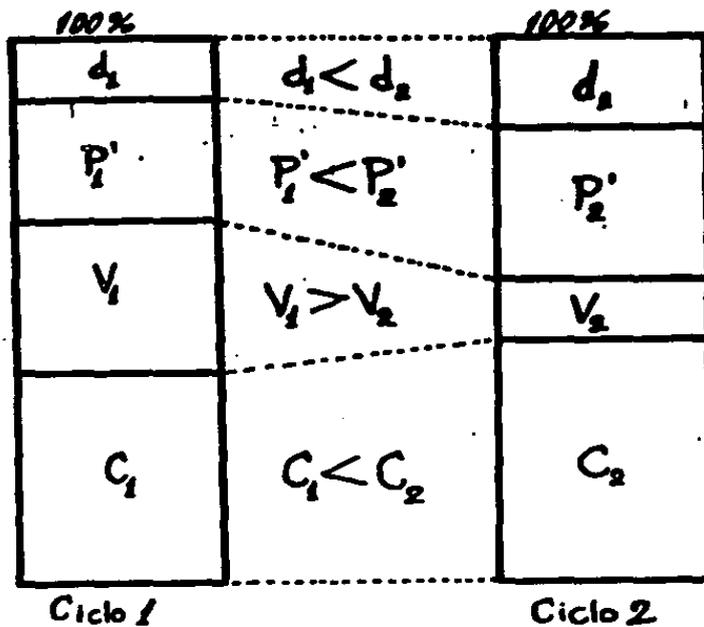


Figura 2.9 Gráfica de barras para comparar la evolución de la economía en dos ciclos consecutivos; la barra del ciclo 2 es, en términos absolutos, mayor que la del ciclo 1, sin embargo, para hacerlas equiparables se representan en términos relativos (porcentuales).

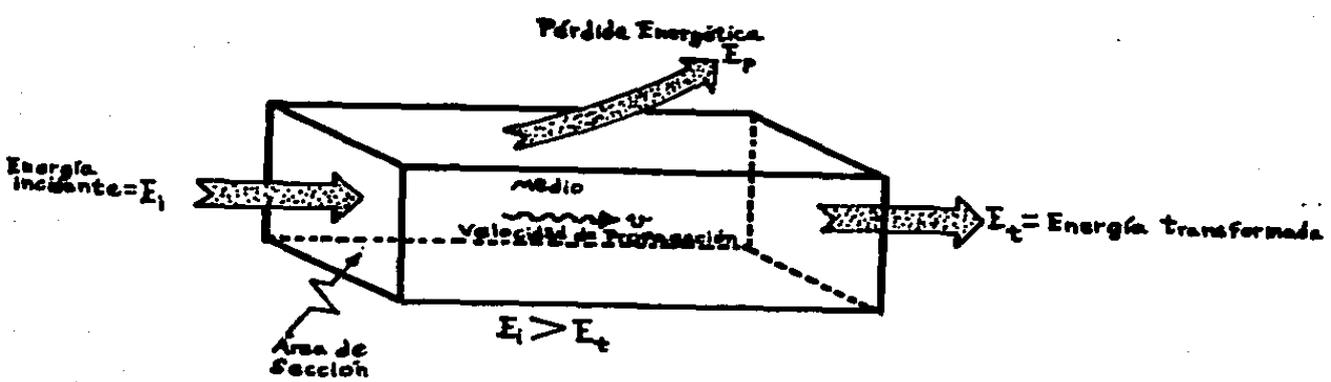


Figura 2.10 En donde se muestra el esquema de un proceso de conversión energética a través de un volumen, conforme los factores del criterio Kapitsa 35.

nómico tendremos:

$$6) \frac{P_1}{C_1 + V_1} < \frac{P_2}{C_2 + P_2}$$

$$7) \frac{P'_1}{C_1 + V_1} < \frac{P'_2}{C_2 + V_2}$$

$$8) \frac{C_1}{V_1} < \frac{C_2}{V_2}$$

$$9) |V_1| < |V_2|$$

Nótese el crecimiento de la proporción 7 implica que d crece a un ritmo menor que P , asimismo la desigualdad 8 implica que la intervención del capital en la economía es creciente, mientras disminuye la participación del -- trabajo humano, lo cual equivale a un aumento de la capa cidad productiva del trabajo (incremento de la eficien-- cia). La desigualdad 9 expresa, que mientras existe una disminución de V en términos relativos, aumenta en tér-- minos absolutos V .

Este proceso se representa en la fig. 2.9

2.4 ECONOMIA Y FUENTES DE ENERGIA.

La sociedad sólo puede subsistir a condición de consumir energía para obtener más energía, ésta es la única forma de asegurar una ganancia energética capaz de garantizar el futuro. Existen dos factores fundamentales que tienden a deteriorar la disponibilidad energética a saber:

- a) El continuo agotamiento de los yacimientos minerales de alta Ley obliga a explotar yacimientos de Ley -- más baja, en consecuencia, tiende a aumentar la energía consumida por unidad de mineral procesado. Lo - que equivale a una disminución del rendimiento termodinámico.
- b) La tecnología define las fuentes de energía de las cuales dispone la sociedad; así en la época actual nuestra principal fuente energética radica en los combustibles fósiles que de manera irremediable se agotarán

La única solución posible a este acertijo es: el desa-

rollo de nueva tecnología que defina nuevos recursos y fuentes de energía; con una mayor velocidad que el agotamiento de los anteriores, al mismo tiempo, debe incrementarse el rendimiento termodinámico.

El proceso de sustitución de fuentes energéticas está acotado por leyes físicas precisas:

En primer término conviene distinguir las diferencias de escala en el consumo energético; de una parte tenemos el consumo de energía doméstico que es muy pequeño del orden de los kilowatts; de otra parte tenemos la energética de grandes potencias que se utilizan para mover la industria y que es del orden de los megawatts y tiene por tanto exigencias especiales que deben tomarse en cuenta al proponer soluciones al problema.

Actualmente se hacen todo tipo de propuestas inviables desde el punto de vista físico. Así se nos invita a utilizar "biomasa" como fuente de energía renovable, o se habla de la "energía solar", o la "energía eólica" como la fuente energética del futuro.

Incluso supuestos "expertos promueven tales ideas y olvidan que no es lo mismo: cocinar con leña, tener un radio de batería solar y bombear el agua del pozo con un

pequeño molino de viento; que producir con tales recursos 10 millones de toneladas de acero. Detengamonos para analizar este problema.

Existen criterios físicos de capital importancia para comprender el problema energético:

- El principio de Carnot, denominado así en honor del ingeniero francés Sadi Carnot⁽³³⁾ quien en 1824 estudió la potencia motriz de las máquinas.
- El criterio Kapitsa, llamado de esta manera en honor del científico ruso Piotr Leonidovich Kapitsa, laureado con el Premio Nobel de Física en 1978, quien aplicó el concepto de densidad energética como criterio para la selección de las fuentes de energía.

Hay dos aspectos fundamentales que hacen competitiva una nueva fuente de energía, con respecto a las anteriores: el aumento del rendimiento y el incremento de la potencia.

El Principio de Carnot se relaciona con el rendimiento, establece su nivel teórico máximo en función de las temperaturas de operación:

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Si retomamos la definición de rendimiento termodinámico podremos apreciar lo siguiente:

$$R = \frac{T_R}{Q_C} = \frac{Q_C - Q_f}{Q_C} = 1 - \frac{Q_f}{Q_C}$$

donde: R = Rendimiento
 T_R = Trabajo
 Q_C = Calor absorbido del foco caliente.

Q_f = Calor cedido al foco frío

Carnot demostró que todos los motores (del tipo descrito por él) que funcionan entre dos focos dados tienen igual rendimiento, además se puede probar⁽³⁴⁾ que este rendimiento, es independiente de la substancia que trabaja y sólo es función de cociente de las temperaturas de los focos cuando se expresan en grados Kelvin tenemos:

$$\frac{Q_f}{Q_C} = \frac{T_f}{T_C}$$

donde: T_f = Temperatura del foco frío
 T_C = Temperatura del foco caliente

y en consecuencia:

$$\text{Rendimiento (Carnot)} = 1 - \frac{T_f}{T_C}$$

Esta expresión implica que el rendimiento aumenta cuando la diferencia de temperaturas entre el foco caliente y el frío se incrementa, más desde un punto de vista práctico es más fácil elevar la temperatura del foco caliente que enfriar el medio ambiente que funciona como sumidero de calor; por lo tanto, si buscamos fuentes energéticas de mayor rendimiento requerimos que operen a altas temperaturas y en consecuencia no es conveniente substituir las fuentes energéticas actuales por fuentes de temperatura más baja pues se abatiría la eficiencia, esta es una ley física que no respeta las apreciaciones personales y que impone una direccionalidad a la búsqueda de nuevas fuentes de energía.

El segundo criterio se relaciona con la potencia de las fuentes energéticas, pues de poco sirve a la economía un gran rendimiento si la potencia (energía/tiempo) es baja; este segundo aspecto fue estudiado por Piotr Kapitsa, quien analizó la conversión energética como proceso espacial; este trabajo es poco conocido y su difusión evitaría la mayor parte de los errores que se cometen en la selección de las nuevas alternativas energéticas, recientemente se han publicado una excelente

te traducción al español⁽³⁵⁾ que recomendamos al lector interesado.

Kapitsa señala que los procesos energéticos de la industria se relacionan con la transformación de un tipo de energía en otro, los tipos de energía más utilizados son: - eléctrica, térmica, química, mecánica y nuclear. Estos procesos deben ser considerados como si ocurrieran en un volúmen, donde a través de una de sus caras se incorpora un tipo de energía y a través de otra se colecta la energía transformada. (véase la fig. 2.10).

Por el segundo principio de la termodinámica la energía transformada (E_t) no puede ser mayor que la energía incidente (E_i) y se puede considerar que la velocidad con la cual la energía incidente se propaga a través del medio está determinada por las propiedades materiales del mismo y responde a la siguiente expresión:

$$F_v > U$$

- donde:
- F = densidad de la energía (energía/área).
 - v = velocidad de propagación de las deformaciones a través del medio (generalmente la velocidad del sonido).
 - U = vector que determina la transformación de un tipo de energía en otro.

Esta expresión se conoce como el vector de Umov-Pointing. Así; por ejemplo la energía máxima que puede transmitir una correa será igual a la tensión multiplicada por la velocidad.

Del vector de Umov-pointing se desprenden dos interesantes conclusiones: si la velocidad de propagación de la energía es baja, debemos incrementar el área del sistema para lograr una potencia alta y también si la densidad de energía (energía/área) es pequeña aunque la velocidad (V) sea elevada se requerirá una gran área para lograr una potencia alta.

A continuación presentamos una tabla en donde aparece la densidad energética de diversas fuentes⁽³⁶⁾ y el área requerida para obtener una potencia de 2.40×10^6 Kw (equivalente a la presa de Chicoasen)⁽³⁷⁾.

Fuente de Energía	Kw/m ² de área de sección de la fuente	Área necesaria para obtener 2.40×10^6 Kw
Biomasa	0.0001	2.4×10^{10} m ² (2.4 millones de km ²).
Solar superficie de la tierra	0.2	1.2×10^7 m ² (1,200 km ²)
Combustibles fósiles	10,000	240 m ²

Fuente de Energía	Kw/m ² de área de sección de la fuente	Area necesaria para obtener 2.40x10 ⁶ Kw
Fisión nuclear	70,000	34.29 m ²
Fusión nuclear (inicial)	70,000	24.29 m ²
Fusión (límite teórico)	1 x 10 ⁶	2.4 m ²

Como se puede apreciar las fuentes de baja densidad energética adquieren un tamaño fuera de toda proporción imagine usted que para obtener energía de la biomasa equivalente a la presa de Chicoasen requeriríamos una superficie mayor a la del territorio nacional (1'953,128 km²).

Para que una nueva fuente energética compita ventajosamente con las anteriores, ha de poseer una densidad energética mayor que las previas.

Este principio físico también impone una direccionalidad a la evolución de la tecnología energética.

En conclusión: Las nuevas fuentes han de operar a altas temperaturas y con una gran densidad energética.

Así, el querer substituir la energía que hoy mueve nuestra economía por biomasa, molinos de viento, energía solar o fuerza muscular humana es una idea romántica que carece de

utilidad práctica; y si pretendiese imponerse por encima de las leyes de la física, implicaría el colapso de la producción de metales y alimentos, con todo lo que ello implica.

Nos guste o no, los combustibles fósiles sólo pueden ser substituidos por la tecnología nuclear: ya sea por la Fisión nuclear; descomposición de átomos pesados en ligeros; o bien, por la Fusión nuclear, síntesis de átomos pesados a partir de otros más ligeros.

2.5 ECONOMIA FISICA Y CONCIENCIA SOCIAL

Las leyes físicas sobre las cuales descansa la relación hombre-naturaleza son comunes a cualquier tipo de sociedad, tratése de una economía planificada centralmente o de una economía de mercado.

En ambos casos se deberán tomar en cuenta: La velocidad del agotamiento de los recursos básicos, las exigencias energéticas, la modificación de la tecnología hacia procesos de mayor rendimiento y densidad, la necesidad de favorecer el desarrollo de la biosfera etc. Estos procesos no pueden ocurrir inconscientemente.

La decisión de cómo utilizar el excedente económico es una decisión científico-política que implica una gran capacidad: de previsión, de desarrollo conjunto de investigaciones, de la fabricación de los bienes de capital requeridos por la innovación, además de la preparación de la población para construir y operar con éxito los nuevos desarrollos, todo ello en un clima de gran creatividad e intercambio de ideas de un sector a otro.

La mezquindad del mercado que sólo contabiliza procesos monetarios y especulativos no puede ser una orientación

precisa para lograr el desarrollo combinado de la biosfera y la sociedad. Tampoco puede delegarse esta responsabilidad en un organismo central de planeación por más ilustrado que éste fuese, ya que el proceso innovativo acelerado requiere de la participación creativa, voluntaria y conciente del conjunto de la sociedad en todos sus niveles y ramas de la producción.

La época ya exige un nuevo tipo de ciudadano que tenga una sólida preparación humanística y científica, la sociedad toda debe estar permeada por el principio de la economía del trabajo humano y por el desarrollo incesante de la creatividad que nos aproxima a lo divino como quizo el ideal renacentista.

Notas al capítulo 2

- 1.- Véase Pico de la Mirandola: De la Dignidad del -
Hombre, Edición y traducción Luis Martínez Gómez, -
Biblioteca de la Literatura y el Pensamiento Uni-
versales no. 57, Editora Nacional, Madrid, 1984. -
192 p.
- 2.- Puede consultarse de Daumas, Maurice: Engineers -
and Technicians of the renaissance p. 21 y sigs,
en Daumas, Maurice: A History of Technology and -
Invention, Progress through the Ages. Tr. Eileen
B. Hennessy, Crown Publishers, N.Y., 1969, 694 p.
- 3.- Consúltese a: Bernal, John: La Proyección del Hom-
bre, Historia de la Física Clásica, (tr. María del
Carmen Ruz) . Siglo XXI, Madrid, 1975, 312 p. --
(vease en especial las p. 132 y sigs).
- 4.- Sobre el Mercantilismo, consúltese a Daumas op.cit.
- 5.- Consúltese para lo que sigue a Derry, T.K. y Trevor
I., Williams: Historia de la Tecnología, Desde la
Antigüedad Hasta 1750 (tr. Carlos Caranci et. al.),
Siglo XXI Eds., México, 1978, 3 vols. 1152 p. (vea-
se en especial las páginas 455 y sigs).

- 6.- Véase Hamilton, Alexander: Report on the subject of Manufactures, en: Spannaus, Nancy and White, - Cristopher (Eds): The Political Economy of the -- American Revolution. Campaigner Publications, --- New York, 1977, 470 p. (en especial p. 375-442).
- 7.- Consúltese: Boserup Ester: Población y Cambio Tecnológico, Estudio de las Tendencias a Largo Plazo. (tr. Jordi Beltrán), Ed. Crítica, grupo Editorial Grijalbo, Barcelona, 1984. 360 p.
- 8.- Véase Deevey, Edward: The Human Population, September 1960, (p. 48-55), En Scientific American: Man and the Ecosphere, W.H. Freeman and Co. Sn. - Francisco, 1971, 308 p.
- 9.- Krendel, E.S.: Man and Animal Generated Power. - (p.9-209-10) En Baumester, Theodore and Marks: Lionel (Eds); Standar Handbook for Mechanical -- Engineers, 7a. ed., Mc. Graw Hill Book Co. New - York, 1967.
- 10.- Véase Derry, T.K. y Trevor, I. op. cit. (p.351 y sigs).
- 11.- Ibidem
- 12.- Consúltese Danilevsky, V.: Historia de la Técnica (siglos XVII y XIX), (sin nombre del traductor) 2a. Edición, Ed. Cártago, México, 1983, 368 p. (veánse en especial las páginas 105-120).

- 13.- Ibidem p. 119.
- 14.- Sobre la Evolución del Consumo Energético Humano véase Cook, Earl: El Flujo de Energía en una Sociedad Industrial. (p. 174-195), En Scientific - American: La Energía, (tr. Rafael Mazarrasa), El Libro Bolsillo no. 561, Alianza Editorial, Madrid 1975, 294 p.
- 15.- A menos que se especifique lo contrario nuestras unidades físicas se refieren a la "Norma Mexicana que Define el Sistema Internacional". Al respecto consúltese: García Díaz, Rafael: Sistema Internacional de Unidades, Factores y Tablas de Conversión. Ed. Limusa, México, 1984, 332 p.
- 16.- Se notará que $2,000 \text{ Kcal} = 8,373,600 \text{ julios}$ que repartidos en 24 horas (86,400 seg) nos da una potencia de 96.92 watts, pero estos se refieren a la energía total consumida y no a la energía útil --- (capaz de realizar trabajo) por esta razón los datos que siguen no son comparables a los mencionados antes: para el trabajo humano, los molinos hidráulicos y de viento, y las máquinas de vapor, --- pues estos se refieren a la energía útil.
- 17.- Consúltese el interesante libro de La Rouché H., Lyndon: So, You Wish to Learn All About Economics?, A text on Elementary Mathematical Economics

New Benjamin Franklin House, New York, 1984. 192 p.
(vease en especial el capitulo 2 Potential Relative Population-Density, p. 23-39).

- 18.- Tomada de Pytlik, Edward, Lauda, Donald y Johnson, David: Tecnología Cambio y Sociedad, (tr. Ma. Dolores García Díaz), representaciones y servicios de Ingeniería S.A., México, 1983, 300 p. (vease la definición en la página 6).
- 19.- Consúltese a Rangel Nafaile, Carlos E.: Los Materiales de la Civilización, La Ciencia desde México no. 29, Fondo de Cultura Económica, México, 1987, 120 p. (vease fundamentalmente las p.p.10-13)
- 20.- Ibidem p. 61.
- 21.- Sobre el papel del hombre en la biosfera estudiase Verdnadsky, W.I.: The Biosphere and the Noösphere, American Scientist, vol. 33 no. 1, January, 1945. - (p. 1-12).
- 22.- En cuanto al ciclo del nitrógeno vease: Delwiche, C.C.: El ciclo del Nitrógeno, en Scientific American: La Biosfera (tr. Ma. del Carmen Téllez de Gracia), El libro de Bolsillo no. 367, Alianza Editorial, Madrid, 1972, 268 p. (veáanse las págs. 144-165).

- 23.- Rangel Nafaille op. cit. p. 56.
- 24.- Vernadsky op. cit. p.1.
- 25.- Ibidem p. 5.
- 26.- Palabra desarrollada por Verdnasky para mostrar la interdependencia de los procesos biológicos-geológicos y químicos presentes en el planeta.
- 27.- La frase pertenece a Verdnadsky op. cit. p. 9.
- 28.- Considerando a los 5,000 millones de seres humanos como hombres adultos con una potencia de -- 75.6 watts/hora = 0.0746 kw/h al efectuar la multiplicación obtenemos 373,000,000 kw/h lo cual es ligeramente mayor que la potencia de la presa Hoover en los E.U. (345,000,000 kw/h).
- 29.- Consúltese:
Polo Encinas, Manuel: Energeticos y Desarrollo - Tecnológico, LIMUSA, México, 1979. 274 p. (vease p. 101).
- 30.- Véase para lo siguiente:
Bardwell, Steve and Parpart, Uwe: Economics Becomes a Science, A Riemannian Model of Economic Development. Fusión, vol. 2 no. 9 July, 1979, p. 32-50.

- 31.- Consúltese La Rouche po. cit. p. 74-79.
- 32.- Este desarrollo puede encontrarse en:
Sears, F.W. y Zemansky, M. W.: Física (tr. Albino Yusta Almarza), Ed. Aguilar, Madrid, 1969, 1010 p. vease en especial las p. 409-410.
- 33.- Consúltese:
Carnot, Sadi: Reflexiones Sobre la Potencia Motriz del Fuego y sobre las Máquinas Aptas para Desarrollar Esta Potencia. (tr. Juan Cabrera), I.P.N., México, 1976.
- 34.- No damos el desarrollo completo porque escapa a nuestro objeto de estudio pero recomendamos a todo lector interesado consultar a Sears, F.W. y Zemansky M.W. op. cit. en especial veáanse los capítulos 15 y 19.
- 35.- Consúltese:
Kapitsa, Piotr Leonidovich: Energía y Física, conferencia leída en la sesión científica conmemorativa del 250 Aniversario de la Academia de Ciencias de la URSS, 1975. en: Kapitsa, P.L.: Experimento, Teoría, Práctica; artículos y conferencias. (tr. Jorge Rigot). Editorial Mir, Moscú, 1985. - 504 p. (el artículo se halla en las p. 101-114).

- 36.- Los datos de la densidad energética se tomaron de:
Bazua Rueda, Jorge: La Industrialización de México.
Mimeo, 1981.10 p.
- 37.- El dato de la capacidad de la Presa de Chicoasen
se tomó de Polo Encinas op. cit. p. 101.

C A P I T U L O T E R C E R O :

**LA TECNOLOGIA DEL FUTURO; LA TERCERA REVOLUCION
INDUSTRIAL.**

LA TECNOLOGIA DEL FUTURO; LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL.

3.1. GANANCIA, TECNOLOGIA Y CREATIVIDAD.

La ganancia real obtenida por la sociedad depende del incremento continuo de la riqueza física. La ganancia equivale al excedente económico tangible, obtenido por encima del ciclo económico inmediato anterior; se trata del incremento absoluto en la disponibilidad de bienes.

Este crecimiento puede obtenerse por una expansión cuantitativa de la tecnología industrial previa, pero hemos visto que toda modalidad tecnológica descansa en la disponibilidad de ciertos recursos básicos que se agotan progresivamente y en consecuencia, se requiere un mayor gasto energético para extraerlos; de esta forma, con el paso del tiempo, la eficiencia termodinámica de la producción se reduce y con ello se abate la producción de riqueza tangible.

Por esta razón el crecimiento económico sostenido no --

puede apoyarse, a largo plazo, en una modalidad tecnológica estática. Sino por el contrario, es la innovación científico-técnica la que permite definir nuevos recursos básicos; a la vez que obtiene mejores eficiencias termodinámicas capaces de asegurar el crecimiento sostenido de la producción; o sea, es el cambio tecnológico cualitativo el elemento central de toda economía sana.

Las modalidades tecnológicas son necesariamente discontinuas; sin embargo, como lo establecimos en el capítulo 2, existe una direccionalidad hacia tecnologías de mayor potencia y densidad energéticas, pues sólo éstas garantizan el incremento de la eficiencia, pero el motor del cambio tecnológico es la capacidad intelectual creadora de la población, este potencial de innovación cobra un papel preponderante en la economía moderna.

En el ser humano podemos distinguir tres características que se ponen en juego durante el trabajo:

- a) El hombre puede ser una fuente de energía a través del trabajo muscular; también
- b) Puede controlar procesos regulando su desarrollo

conforme a patrones establecidos; y

c) Puede ser un factor de innovación y creatividad.

A través de la historia la "frontera del trabajo humano" se ha movido desde el trabajo muscular hacia un predominio de las facultades creativas y de innovación.

En sus orígenes el hombre debía desempeñar las tres capacidades, con la domesticación de los animales de tiro -- disminuyó su papel como fuente energética y se dedicó -- primordialmente al control de los procesos, entre otros a la domesticación y manejo de los animales y a la innovación y diseño. Este proceso no se produjo de manera homogénea en toda la sociedad, sino que se plasmó en diferentes sectores, unos dedicados a servir como fuerza muscular, otros funcionaron como capataces y los menos desarrollaron las tareas intelectuales.

La introducción de fuentes auxiliares de energía cada vez más poderosas como la máquina de vapor, el motor eléctrico, la máquina de combustión interna o la turbina; eliminaron la necesidad técnica para el uso del hombre como fuerza muscular⁽¹⁾. El trabajador se dedicó a regular el funcionamiento de las máquinas o funcionó como --

elemento director de las mismas, y de esta manera, se dedicó al control de los procesos.

Con el desarrollo de la cibernética y en particular con la creación de los sistemas de control numérico se ha producido una automatización creciente de los procesos productivos y se ha desplazado cada vez más al hombre de las tareas de control y regulación; así, se ha recorrido nuevamente la frontera del trabajo humano hacia las funciones intelectuales vinculadas con la creatividad, la investigación, el diseño y las decisiones.

La tecnología, es ya elemento rector de la economía de muchos países. Así, en Japón el MITI (Ministry of International Trade and Industry) ha llamado a crear una "nación basada en la tecnología" (Technology based nation)⁽²⁾ mediante un uso adecuado de su potencial humano considerando al progreso tecnológico como el elemento esencial del desarrollo económico y social, y también como sustento de la seguridad económica.

Para cumplir con este objetivo se basarán en las nuevas tecnologías y en el desarrollo de personal capacitado para producir avances cruciales (breakthroughs).

En este mismo país de acuerdo con el Planning Bureau of

the Science and Technology Agency la contribución tecnológica al crecimiento económico nacional fue de 20 por ciento en el periodo de 1955 a 1960; de 25 por ciento en el periodo 1960 a 1965; de 38 por ciento en el periodo 1965 a 1970; de 47 por ciento en el periodo entre 1970 a 1972 y ha continuado creciendo hasta alcanzar el 65 por ciento.

Estos hechos deben ser tomados en cuenta por los gobiernos de los países subdesarrollados, sino queremos vernos condenados a un subdesarrollo perenne. Si hiciésemos caso de aquellos que pretenden sustentar nuestro futuro económico en la "abundante mano de obra barata", cometeríamos un error histórico; "mano de obra barata" equivale a mano de obra de baja productividad y por ende de bajo salario. El futuro económico no estará dominado por la fuerza muscular primitiva, sino por la capacidad intelectual calificada traducida en tecnología moderna.

Así el profesor Gerard O'Neill de la Universidad de Princeton ha criticado⁽³⁾ el error estratégico que cometieron los administradores norteamericanos, ignorantes de la tecnología y excesivamente centrados en los beneficios a corto plazo, cuando a finales de los sesentas y en los

setentas, movieron las industrias que usan trabajo intensivo hacia áreas de mano de obra barata como Taiwan, Singapur, Malasia, Hong Kong y Filipinas. En contraste, las industrias japonesas invirtieron en costoso equipo de producción automática y en su propio país; ese esfuerzo fue compensado por la alta productividad, fiabilidad y bajo costo, en tanto que las empresas norteamericanas súbitamente se dieron cuenta de como los costos se elevaron (incluidos los salarios).

Los mejores productos para sustentar una economía nacional son aquellos que tienen menos entropía y exigen un mayor nivel de transformación coherente. Una nación no puede basar su futuro en el petróleo pues no se trata de un producto industrial, ya que su precio no se determina por la productividad sino por maniobras especulativas. Para los contadores puede resultar equivalente una masa monetaria reunida mediante la venta de grandes volúmenes de baja tecnología, o bien, mediante la comercialización de volúmenes menores de alta tecnología.

Empero, la diferencia cualitativa es fundamental pues las llamadas "ventajas comparativas" dependen hoy del desarrollo tecnológico y de la velocidad con la cual se in-

roducen las innovaciones.

Por esta razón la Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo (OECD)⁽⁴⁾ y diversos organismos Europeos como el Swedish Board for Technical Development llaman a crear un desarrollo económico apoyado en las industrias basadas en la ciencia ("Science based industries") asimismo la planeación económica y social debe tener un enfoque basado en el "horizonte científico-tecnológico previsible" conforme al principio de "looking ahead" (mirar adelante).

Para superar el subdesarrollo deberemos simultáneamente subsanar nuestras deficiencias y mantener el ritmo de los avances por ello habremos de tener por referencia el porvenir, la llamada tercera revolución industrial.

3.2. LOS ANTECEDENTES DE LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

La Primera Revolución Industrial (1760-1830) se caracteriza Por: (5).

- a) Disponibilidad de nuevos energéticos como el carbón mineral que substituyó a la madera como combustible para producir hierro. Esta innovación se hizo necesaria por la creciente escasez de la madera, pero el carbón mineral tenía una serie de contaminantes (como el azufre) los cuales tor nan quebradizo el metal, para superar este inconveniente Abraham Darby desarrolló el proceso de coquización.
- b) El uso masivo del hierro, Inglaterra produjo en 1720 unas 25,000 toneladas; para 1788 alcanzó - 68,000 toneladas y para 1838 llegó a producir - 1'347,000 toneladas.
- c) Desarrollo de nuevas máquinas como la de vapor, la despepitadora de algodón, los telares y máqui nas herramientas.

La Segunda Revolución Industrial (1860-1930) se define por:

- I) Uso creciente de petróleo y sus derivados, como fuente energética mediante el motor de combustión interna que hizo posible el automóvil, el tractor y el aeroplano.

- II) El paso del hierro al acero como material de ingeniería, fue resultado de la necesidad de materiales de mayor resistencia y se obtuvo mediante el desarrollo de los procesos de aceración por Bessemer en Inglaterra y Kelly en los E.U., y perfeccionado por Siemens y Martín.

- III) Aplicación de la electricidad y el magnetismo que permitió la construcción del telégrafo (1840's), el generador (1860's), el motor eléctrico de C.D. (1870's), la luz incandescente (1880's) y en 1882 se instala la primera planta generadora comercial y entre 1910 y 1920 se difunde los aparatos electrodomésticos.

IV) La producción masiva de bienes. Es un desarrollo típicamente norteamericano y generalmente se asocia con Henry Ford y sus ideas respecto a la organización de la producción, sin embargo - desde una época tan temprana como 1798 Whitney inició la construcción de 10,000 mosquetones - para el ejército norteamericano y ante la falta de trabajadores calificados simplificó la - producción, mediante la división del trabajo, la mecanización y la estandarización de las -- partes. Tiempo después (1851) Colt produjo pis - tolas por el sistema de partes intercambiables (sistema americano) y en 1893 Taylor inicia los estudios de tiempos y movimientos.

V) Vinculación expresa entre la industria, la investigación y el desarrollo. Hasta el siglo -- XVIII el cambio tecnológico era casual y las - invenciones eran adaptaciones ad hoc, el vínculo formal entre la ciencia y la innovación - tecnológica se inicia de manera sistemática -- cuando Napoleón Bonaparte funda la Ecole Polyu

technique que es imitada rápidamente por los alemanes; cuando en 1825 se funda el laboratorio de Justus Leibig en Geissen que es el primer laboratorio de investigación aplicada apoyado por el gobierno, además se organiza un sistema educativo y universitario de alta calidad. El laboratorio de Leibig tenfa por finalidad lograr la autosuficiencia alimentaria Alemana y fue en él, en donde en 1914 se logró producir amoniaco como fertilizante y también dió origen a la industria química Alemana.

En los Estados Unidos de Norteamérica en 1824 se funda en Filadelfia el Instituto Franklin que tuvo un papel crucial en el desarrollo de las máquinas herramientas norteamericanas; posteriormente Thomas Alva Edison funda en Menlo Park New Jersey el primer gran laboratorio de investigación y desarrollo en función de la demanda; en 1879 la Bell Telephone Corporation crea su departamento experimental; en las dos últimas décadas del siglo pasado el ejemplo se generalizó entre las mayores empresas como la General Electric Corporation y la Westinghouse.

3.3. LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL.

La tercera revolución industrial también implica transformaciones en las fuentes de energía, en los materiales y en los procesos productivos.

3.3.1. La Revolución de la Energía.

Las nuevas fuentes energéticas son el resultado del dominio de las reacciones nucleares, ya hemos visto en el capítulo 2 que estos procesos aseguran una mayor densidad energética y por tanto son los únicos que pueden substituir ventajosamente a los combustibles fósiles.

La Fisión nuclear ⁽⁶⁾ consiste en la descomposición de átomos pesados en átomos ligeros. Los reactores nucleares en operación utilizan el isótopo U^{235} y la reacción aproximada es la siguiente:

$U^{235} + 1$ neutrón = isótopos de átomos ligeros + 2.3 neutrones + energía . La Fisión de un núcleo de U^{235} da -- aproximadamente 200×10^6 electrón-volts. ⁽⁷⁾ y la Fisión de un gramo de U^{235} produce las mismas calorías que dos toneladas métricas de combustóleo.

Existen varios tipos de reactores de fisión algunos como los FBR (fast Breeder Reactors) pueden generar más combustible nuclear, con dos ciclos de combustible: el uranio-plutonio que emplea el U^{238} (no fisionable) que al recibir un neutrón se transforma en P^{239} (fisionable); el otro ciclo es el de torio-uranio donde se fertiliza el Th^{232} (no fisionable) con un neutrón para transformarlo en U^{233} (fisionable). Los reactores reproductores podrían aumentar 130 veces la disponibilidad de combustible nuclear.

Existen diseños de ingeniería para impulsar la industria por medios nucleares, así por ejemplo se puede descomponer agua en hidrógeno y oxígeno que serviría de combustible en los altos hornos para producir acero, además el hidrógeno licuado puede servir como combustible para automóviles y aviones.

Otro diseño interesante es el NUPLEX (Nuclear-Powered - Agro-Industrial Complex) que fue concebido por el Oak Ridge National Laboratory en los sesentas. Este complejo produce electricidad, a la vez que procesa el agua de mar para obtener agua dulce, sal, potasa, hidrógeno, aluminio y amoníaco, el agua dulce permite el desarrollo simultáneo de actividades agrícolas. (8)

La fisión nuclear puede garantizar el futuro humano inmediato, queda pendiente la solución del problema creado por los llamados desechos nucleares, el mejor camino es el reprocesamiento del combustible para quemar nuevamente los materiales fisiónables y almacenar vitrificados los materiales radiactivos inútiles.

Desafortunadamente, la energía nuclear se ha visto envuelta en un verdadero torbellino político, por su vinculación con la producción de armamento. Se ha exagerado deliberadamente su peligrosidad para evitar su difusión y mantener así el predominio nuclear de las grandes potencias, incluso el accidente de Chernobyl es fruto de un diseño primitivo (carente de vasija y que usa grafito como moderador) aparentemente motivado por la competencia económico-militar, prueba de ello es que la URSS, -- Israel y Sudafrica no se cifien a los acuerdos de seguridad nuclear internacionales.

Si bien, no debemos ignorar los riesgos inherentes a la industria nuclear; tampoco debemos despreciar sus beneficios. No sólo mata la radiación, también la miseria lo hace, y pese a todo la industria nuclear sigue siendo de las más seguras del mundo, sería absurdo dejarnos .-

llevar por un "analfabetismo tecnológico"⁽⁹⁾ y pedir un retorno al pasado; al carbón de piedra, a la leña y a los molinos de viento, tendencia que se inscribe en la mejor tradición del luddismo y la lucha contra la introducción de la maquinaria; también en el pasado se criticó la introducción del ferrocarril y la luz eléctrica por el elevado número de muertes que generarían.

La fusión termonuclear controlada,⁽¹⁰⁾ es la reacción en la cual se funden átomos ligeros para constituir átomos pesados, también llamada síntesis nuclear, este proceso ocurre espontáneamente en el sol donde el hidrógeno se transforma en helio. La fusión de dos átomos ligeros implica vencer la repulsión nuclear, dotando a los núcleos de la suficiente energía cinética. Por ello se requiere de altísimas temperaturas (del orden de 50×10^6 °C para la fusión del deuterio-tritio) que no son toleradas por ningún receptáculo.

Por ello se hace necesario confinar el plasma (gas ionizado por la alta temperatura) para que no toque las paredes del recipiente, lo cual se logra mediante electroimanes (confinamiento magnético) o por la inercia del combustible (confinamiento inercial). Este proceso es aún -

de carácter experimental y su pleno dominio dependerá de la inversión en investigación y desarrollo.

Lo mencionamos porque esta tecnología transformaría totalmente a la sociedad humana:

- El deuterio es abundante en el agua natural y la cantidad de energía contenida en el deuterio que se halla en un galón de agua corriente equivale a 350 galones de gasolina, el costo de extracción del deuterio equivale al uno por ciento del costo del carbón.
- Las reservas de deuterio alcanzarían para dotar de energía a la humanidad por 10,000 millones de años⁽¹¹⁾.
- La reacción no produce isotopos radiactivos peligrosos (salvo los que pudiesen resultar de la activación nuclear de las paredes del contenedor).

Repercusiones Industriales de la Fusión Termonuclear controlada:

- Se puede producir energía eléctrica directamente sin partes móviles, haciendo circular el --

plasma a través de campos magnéticos intensos y obteniendo la diferencia de potencial mediante electrodos (generación magnetohidrodinámica). Como se verifica con altas temperaturas - es de gran eficiencia. (12)

- Producción de materiales, William Gough, y Bernard Eastlund⁽¹³⁾ propusieron la llamada "antorcha de fusión" para la obtención de metales y minerales. El aparato deriva un haz de plasma hacia una zona de interacción, en ella se introducen los materiales que se quieren procesar (basura, tierra, etc). Los materiales se ionizan y se descomponen en sus elementos químicos (debido a la alta temperatura), mediante un electroimán se separan los diferentes elementos químicos, a la manera de un espectrómetro de masas. Este sistema permitiría explotar minerales de muy baja Ley o incluso tierra común con lo cual se amplían las reservas de metales y minerales para uso humano. Además la antorcha de fusión puede funcionar como reactor químico para producir hidró-

geno combustible, o bien, con la ayuda de la alta temperatura se lograría hidrogenar el nitrógeno atmosférico para producir amoníaco fertilizante; también puede transformar la energía cinética del plasma en radiación ultravioleta o rayos X para usos industriales.

- La fusión termonuclear controlada es el único motor capaz de proporcionar una gran potencia con una masa reducida que es la condición necesaria para la conquista del espacio.
- La capacidad de desalar grandes volúmenes de agua, aunada a la producción de fertilizantes y a la abundante disponibilidad de materiales y energía permitiría la adopción de procesos agrícolas con base en invernaderos en los cuales se regulan las condiciones (luz, temperatura, humedad, CO₂, etc) para asegurar un proceso continuo; lo mismo ocurrirá con la cría de animales. Pudiéndose prever la cría de células o tejidos para producir alimentos.

3.3.2. La Revolución en los Materiales.

La tercera revolución industrial se caracteriza por el desarrollo de nuevos materiales entre los cuales destacan:

- Los materiales poliméricos o plásticos ⁽¹⁴⁾, están formados por la repetición de una unidad sencilla (monómero) que se repite cientos o miles de veces para constituir un polímero. A partir de 1930 han demostrado su capacidad para substituir: metales, vidrio, madera, cerámica, fibras naturales, y tejidos orgánicos. Su consumo ya rebasó el de los metales. Más recientemente han surgido los plásticos reforzados con fibras de carbón o vidrio ⁽¹⁵⁾ que poseen una gran resistencia, aunque su costo es mayor que el acero, adoptan la forma final con más facilidad, se les ha utilizado en la industria aeroespacial y automotriz; han recibido la denominación de "metales sintéticos" por su fortaleza, bajo peso y resistencia a la

corrosión, Japón produjo en 1985 21,000 toneladas y exporta entre el 65-80% a los Estados Unidos.

- Los materiales semiconductores; utilizan fundamentalmente el silicio, el germanio y el galio contaminados con impurezas de arsénico -- o boro, se genera, de esta forma, un material en el cual se puede modificar a voluntad su capacidad de ser mal o buen conductor, por lo cual se denominan semiconductores; estos materiales son la base de la electrónica moderna, la miniaturización creciente de los circuitos electrónicos ha llevado a proponer la llamada "electrónica molecular", en la cual una combinación de moléculas daría por resultado un -- circuito.

- Los materiales cerámicos; aunque se trata de uno de los más antiguos materiales conocidos por el hombre, adquieren en la actualidad nuevas capacidades: La utilización de las cerámicas de grano ultra fino permite la construc

ción de piezas para motores jet de gran rendimiento o también para motores automotrices, las piezas son de bajo costo, y son capaces de operar a cientos de grados, lo cual aumenta extraordinariamente la eficiencia de los motores⁽¹⁶⁾ por esta razón el Departamento de Defensa de los Estados Unidos piensa construir una turbina cerámica para los noventa y en Japón la mayor empresa cerámica del mundo (Kyocera) ha presentado un prototipo de motor automotriz de cerámica y metal, los japoneses estiman que el mercado potencial de los motores cerámicos en 1990 alcanzará ya los 1,850 millones de dólares.

Cerámicas superconductoras⁽¹⁷⁾; los conductores normales como el cobre el oro o el aluminio presentan una resistencia al paso de la corriente eléctrica que se manifiesta como calor, sin embargo a temperaturas extremadamente bajas, cercanas al cero absoluto o kelvin (-273°C) ciertos metales pierden su resistencia eléctrica y se transforman en el superconductores es decir son capaces de --

conducir la corriente eléctrica sin resistencia, si tomamos una espira superconductora y le aplicamos un voltaje, entre sus terminales surgirá una corriente eléctrica que circulará indefinidamente, aunque se haya suprimido el voltaje aplicado. Hacia 1971 los mejores superconductores eran aleaciones de niobio-aluminio y niobio-germanio y alcanzaban esta fase a 23°K (-250°C). En abril de 1986 K.A. Muller y J. G. Bednorz de los laboratorios IBM en Zurich publicaron un artículo donde informaban que una cerámica del tipo de las perovskitas consistente en óxido de cobre con bario y gadolinio comenzaba a tornarse superconductora a 30°K (-243°C). Después de ese descubrimiento se desató una búsqueda de superconductores cerámicos de alta temperatura; para el 18 de marzo de 1987, en la sesión de la Sociedad Estadounidense de Física, celebrada en el Hotel Hilton de la ciudad de Nueva York, quedó plenamente demostrada la existencia de cerámicas superconductoras con una fase de transición a 90°K (-183°C), que se pueden enfriar con nitrógeno líquido que es relativamente barato. Aunque los materiales superconductores obtenidos son muy quebradizos y tienen malas propiedades mecánicas que impiden su aplicación industrial inmediata, se continua trabajando en su

desarrollo. Los usos potenciales de la superconductividad de alta temperatura son inimaginables:

- . Motores y generadores de gran potencia y tamaño pequeño.
 - . Dispositivos médicos productores de imágenes por resonancia magnética nuclear.
 - . Producción de aceleradores de partículas (electrones, protones, etc.) para investigación y usos industriales.
 - . Desarrollo de nuevos reactores químicos con base en haces moleculares orientados.
 - . Nuevos acumuladores superconductores.
 - . Dominio de la fusión termonuclear por confinamiento magnético.
 - . Conductores eléctricos sin resistencias
 - . Construcción de trenes supersónicos levitados magnéticamente.
 - . Desarrollo de nuevos microcircuitos electrónicos de alta velocidad (efecto Josephson) que permitirían el desarrollo de supercomputadoras.
- El uso creciente del titanio, metal que es tan fuerte

como el acero y más ligero que el aluminio, pero resistente a la corrosión. Relativamente abundante, es el cuarto metal en la tierra. Su refinación es muy costosa (10 veces más que la del aluminio), se usa crecientemente en la industria aeroespacial y tiene usos como material incorrosivo en plantas químicas.

- Materiales provenientes de la bioingeniería, en la actualidad se han construido mediante ingeniería genética bacterias o células modificadas capaces de sintetizar innumerables compuestos químicos: fármacos, hormonas, enzimas, anticuerpos, antibióticos. Es de esperarse un incremento en la capacidad de producir seres vivos sobre diseño, algunos de ellos ya han sido patentados. El mercado norteamericano para la tecnología del ADN recombinante es de alrededor de 10,000 millones de dólares y los antibióticos representan el 40%⁽¹⁸⁾

3.3.3. Telecomunicaciones y Computación.

Las telecomunicaciones de dos vías (punto a punto) se inician con el telégrafo y más tarde con el teléfono, posteriormente surgieron los medios de una vía como el radio en los veintes y la televisión en los cincuentas. Los mayores avances se han producido en el incremento de los canales y del ancho de banda⁽¹⁹⁾ por un factor de 100 millones de veces a partir del primer telégrafo. Así las primeras líneas telefónicas ocupaban dos alambres -- para cada canal, en 1916 los laboratorios de la Bell desarrollan un sistema de 12 canales de voz por cada par de cables, para 1946 los cables coaxiales podían transmitir 600 canales de voz. Después de la segunda guerra mundial se introducen los sistemas de microondas, para 1960 los sistemas de microondas alcanzan 32, 000 canales de voz. Los satélites artificiales se introducen en 1962 con el satélite Telstar construido en los laboratorios Bell. En 1962 se inventa el Laser un dispositivo amplificador que genera un haz de luz coherente monocromática que permite enviar información por medio de fibras de vidrio (fibras ópticas). La AT-ET planea instalar una vía

óptica, para conectar Boston, New York y Washington, - capaz de transmitir 80,000 llamadas telefónicas simultáneas. Todos estos avances han reducido dramáticamente los costos de la comunicación de dos vías, pudiéndose - además interconectar con las computadoras.

Otro fenómeno interesante es la convergencia de los sistemas de una vía y dos vías, iniciado por la televisión por cable, estos sistemas de cable comienzan a adquirir capacidades interactivas y pueden dar origen a una serie de nuevas posibilidades como el correo o los diarios electrónicos.

Los sistemas de cómputo; uno de los hechos más importantes de la tercera revolución industrial es el desarrollo de la computadora. La teoría general de las computadoras fue desarrollada en los treintas por Coffignal (Francia), Zuse (Alemania) y Turing (Reino Unido), la primera computadora fue construída por Zuse en Alemania en 1941, pero contaba solamente con dispositivos electromecánicos. La ENIAC fue la primera verdadera computadora electrónica, - que se construyó en el Universidad de Pennsylvania para el departamento de Defensa Norteamericano en los años de 1943-46 y poseía 18,000 bulbos.

En 1947 se desarrolla el transistor en los Bell Telephone Laboratories, con el objetivo deliberado de crear un dispositivo más eficiente para substituir los bulbos. Posteriormente los esfuerzos se dirigieron a la miniaturización. Aproximadamente en 1960 se pasa de la fabricación individual de semiconductores a los circuitos integrados; por la técnica "metal-oxide-on-silicon" (MOS) que permite la integración de circuitos completos VLSI (Very Large Scale Integration). En 1983 un chip podía contener 64,000 elementos, en la actualidad chips con 256,000 transistores se producen en Japón y Estados Unidos, para 1990 se alcanzará la meta de 1 millón de transistores por chip. Este proceso ha abatido los costos de la computadoras a la vez que aumenta su capacidad. Las computadoras han aparecido por generaciones bien definidas, la primera generación operó con bulbos, la segunda generación marca el uso de los transistores. Las Control Data Corporation CDC-3,600 y CDC 6,600 marcan la tercera generación. (1963 y 1964 respectivamente). La Burroughs 6,700 inicia la cuarta generación en 1969. En la actualidad el gobierno Japonés ha establecido un ambicioso proyecto para crear (en 1990) la quinta generación de computadoras,

el plan emanó del MITI (Ministry of International Trade and Industry) los rasgos de esta computadora son -- los siguientes:

- a) Velocidad de 10,000 millones de operaciones - numéricas por segundo o 10^2 o 10^4 veces más - rápida que las "Supercomputadoras Cray".
- b) Capacidad de memoria de 10,000 millones de bytes; velocidad de recuperación de 1500 millones de bytes/segundo.
- c) Comprensión y procesamiento del lenguaje natural y de imágenes pictóricas, lo cual requiere una arquitectura de procesamiento paralelo.
- d) Capacidad de traducción de múltiples lenguajes.
- e) Capacidad inteligente para aprender, asociar e inferir.
- f) En cuanto al hardware (arquitectura de la computadora) debe ser capaz de poseer procesamiento paralelo con 10^3 o 10^4 procesadores y una memoria de 10 GB (Gigabytes).

Además debe utilizar nuevas clases de disposi-

tivos de estado sólido de alta velocidad como la unión de Josephson y los llamados "high -- electron-mobility transistors" o HEMTs y tener una densidad de circuitos de 10 millones de -- transistores por chip.

- g) En cuanto al software debe ser capaz de almacenar y recuperar 20,000 instrucciones (expresadas en lenguaje natural) y 10^8 datos; también se proponen dotar a la máquina de una capacidad lógica de 10^8 ó 10^9 inferencias por segundo LIPS (logical inferences per second), cada inferencia habrá de corresponder a procesar 100 o 1000 instrucciones.

De acuerdo con el profesor Michael Dertouzos del MIT Computer Science Department, si los Japoneses logran el 1% de los objetivos anunciados - se trataría de un gran suceso.

3.3.4. Las Fábricas del Futuro.

Otra característica de la tercera revolución industrial es el uso de diseño asistido por computadoras CAD (computer-aided design) y la manufactura asistida por computadora CAM (computer-aided manufacturing); aunque desde principios de los sesentas se introdujeron las primeras máquinas herramientas con control numérico, fue una década después cuando se introdujo el control numérico -- por computadora. Hace pocos años se ha producido una -- nueva generación de máquinas controladas por computadora que ha elevado el producto por un factor de 3 a 5; - aunque sólo el 4% de las máquinas herramientas norteamericanas poseen control numérico, estas producen 50% del valor agregado en la industria metal mecánica y ello -- justifica la noción de un cambio cualitativo.

Hasta ahora la producción industrial masiva se sustenta en los llamados sistemas de manufactura fijos. Estos -- sistemas se construyen para generar un producto determinado; en consecuencia, una vez construidos no se puede - cambiar el diseño del producto sin reconstruir la planta industrial; por lo tanto: el sistema es sumamente

rígido e inflexible.

El control numérico a nivel de la máquina herramienta individual permite cambios substanciales, varias máquinas pueden estar bajo el control de una computadora central y constituyen un grupo integrado denominado "celda de manufactura" además, incluye siempre un sistema de transporte entre las máquinas, usualmente se trata de uno o varios brazos mecánicos programables (robots).

La computadora supervisa la celda y alimenta las instrucciones de cada máquina herramienta y de cada robot, también controla el flujo de materiales entre cada máquina y puede inspeccionar el producto y diagnosticar problemas en las máquinas corrigiéndolos o solicitando asistencia; varias "celdas de manufactura" pueden estar coordinadas por un procesador central capaz de armonizar el funcionamiento de conjunto y vinculadas por otro medio de transporte. La ventaja de este sistema es su flexibilidad, pues las máquinas pueden reprogramarse para cambiar las características del producto sin tener que transformar la planta; de esta forma se configuran los denominados "sistemas de fabricación flexible" (SFF).

Un SFF se define, de acuerdo con el Grupo de Trabajo - sobre las Industrias Mecánicas y la Automatización de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas⁽²¹⁾, por:

- "Ser un sistema de producción automatizado para la fabricación de una gran variedad de piezas en pequeños lotes, con tiempos mínimos de colocación.
- Ser un sistema mecánico integrado por un cierto número de máquinas de control numérico (CN), robots industriales y otros puestos de trabajo controlados por computadora y enlazados con un sistema automatizado de manipulación de herramientas y piezas. Este último es un elemento indispensable en todo SFF.
- Ser un sistema en el cual todas las funciones principales están controladas por una o más computadoras, que transmiten programas de CN a las distintas máquinas y robots, controlan el flujo de piezas y producen informes de rendimiento.
- Ser un sistema en el cual se desempeñan automáticamente (por computadora) las siguientes funciones:

programación de la producción, selección de programas parciales, selección de anomalías de corte, detección de averías de las herramientas, retracción de bandejas, medición automática y ciertas funciones de autodiagnóstico."

Así por ejemplo la empresa japonesa Niigata estableció en 1981 un sistema de maquinado de 30 tipos de piezas para cabecera de cilindro, en lotes que van de 6 a 30; el sistema funciona 21 horas al día, con un turno de noche sin personal. En comparación con el sistema clásico las máquinas necesarias han bajado de 31 a sólo 6, son atendidas por 4 operarios en vez de 31, el tiempo de producción se ha reducido de 16 a 4 días⁽²²⁾.

Como los sistemas de fabricación flexible pueden ser reprogramados incesantemente para introducir mejoras en el producto, se desatará una competencia basada en las mejoras en el diseño y un seguimiento directo de las necesidades del mercado. La velocidad de introducción de las innovaciones no está limitada por el sistema fabril, sino por las capacidades de los diseñadores, podemos afirmar que en las actividades de diseño se halla el verdadero "cuello de botella". Así por ejemplo se requieren -

60,000 horas hombre para diseñar una máquina transportadora y la relación de costos en la industria de computadoras, según Lewis Branscomb Vicepresidente de IBM, se ha invertido en los últimos 15 años, pues antes, se tenía una relación "hardware/software" de 4:1 y actualmente es de 1:4⁽²³⁾. También el diseño de circuitos integrados requiere una gran cantidad de horas hombre. Por esta razón se ha introducido el diseño asistido por computadora (CAD), gran parte de las tareas de cálculo, dibujo, simulación de procesos se efectúan en la computadora, quien además puede transferir instrucciones a las máquinas herramienta para producir prototipos y finalmente iniciar la producción del modelo mejorado. Todo ello con gran velocidad, por esta razón la mayor parte del personal de investigación y desarrollo (R&D) de Hitachi, 5,000, personas, trabaja en las plantas industriales y divisiones operacionales y solo 3,000 en centros de investigación, se calcula que el costo del diseño -- puede ser abatido por los CAD en un 80%⁽²⁵⁾.

En potencia el concepto de fabricación flexible y diseño asistido por computadora pueden extenderse al conjunto de las ramas industriales.

Así la automatización puede aplicarse a las industrias⁽²⁶⁾

- . Automotriz
- . Aeroespacial
- . Electrónica
- . Metalúrgica
- . Del vidrio
- . Química
- . Farmacéutica
- . De alimentos y bebidas
- . Papelera
- . Tratamiento de desechos y distribución de agua.

Las ventajas de la automatización son las siguientes:

- . Ahorro de energía
- . Ahorro de materiales
- . Ahorro de trabajo humano en tareas, monótonas o peligrosas.
- . Incremento en la productividad
- . Mayor economía.
- . Mayor salud y seguridad para los trabajadores
- . Mayor calidad en los productos.

Desde luego los sistemas automatizados exigen reemplazar el personal de baja calificación por personal de alta calificación, capaz de operar y programar el equipo automático.

Los sistemas automáticos pronto verán multiplicada su eficiencia por el uso de los haces coherentes, como -- los Laseres de Luz o rayos "X", o bien haces de partículas como electrones o protones y uso de chorros de plasma.

La Unión Soviética ya ha desarrollado instrumentos de soldadura por rayos de electrones como el probado en el espacio exterior el 25 de julio de 1986⁽²⁷⁾.

Recientemente la empresa Cosy-Microtec ha creado un sistema para producir microchips por el proceso de micrografía por rayos X que da una precisión de 0.3 micrómetros⁽²⁸⁾.

3.3.5 La Macroingeniería.

En 1968 se introdujo la macroingeniería como campo distintivo de investigación y enseñanza para 1978 la American Association for the Advancement of Science dedicó su reunión de febrero al tema "Proyectos de Macroingeniería: La Infraestructura del Mañana"⁽²⁹⁾.

El hombre ha puesto en marcha grandes obras como el canal de Suez, el de Panamá, o el gran canal de China. También se ha construido grandes presas como las de Asuan, o las obras hidráulicas mediante las cuales Holanda le ha ganado tierra al mar o los vuelos tripulados a la luna; todos son obras de la macroingeniería o la tecnología de gran escala.

La macroingeniería se ha definido como:..."El estudio, la preparación y la administración de las más grandes empresas tecnológicas de las cuales la sociedad es capaz en un momento dado".⁽³⁰⁾

Esto implica que la macroingeniería se define por lo no-conventional, por la cambiante frontera de nuestras capacidades tecnológicas, e implica el "hardware" que es la

tecnología de gran escala en términos de planta física y equipo, y el "software" la investigación, los planes y los métodos además de las regulaciones y los procesos que gobiernan el diseño, construcción y uso de la obra.

La macroingeniería se relaciona en la actualidad con las siguientes áreas:

- a) Las fuentes de energía
- b) Desarrollo de complejos industriales
- c) Las grandes obras hidráulicas
- d) La conquista del océano
- e) Los sistemas de transporte
- f) Las telecomunicaciones y la computación
- g) La construcción de nuevas ciudades
- h) La conquista del espacio

Todas estas áreas se relacionan con la generación de infraestructura para el desarrollo humano, para evitar la suboptimización exige una planeación y ejecución, que rebasa los límites parroquiales para requerir de la cooperación internacional.

Brevemente describiremos cada una de ellas y sus potenciales implicaciones:

a) Las fuentes de energía.

La potencia y densidad de las nuevas fuentes de energía determina la magnitud de los recursos minerales cuya explotación es factible, así como la magnitud de los procesos industriales, no repetiremos aquí lo dicho para la energía nuclear (fisión y fusión), basta señalar que las fuentes de energía cada vez más poderosas son un elemento centralizador que debe ser planificado para la utilización de la energía en cascada, incluyendo la construcción de complejos industriales y la urbanización.

b) Los complejos industriales.

La sofisticación de la industria moderna exige la optimización de la maquinaria y el equipo. Se hace necesario reducir el acarreo de materiales y el consumo energético; también los procesos en cascada contribuyendo a la optimización y a la obtención de subproductos. Además es pertinente que cada complejo cuente con el personal calificado y los centros de investigación y desarrollo

necesarios para garantizar la innovación tecnológica continua, se reúnen entonces la tecnología, el urbanismo y los aspectos ecológicos. Para ello es necesario la creación de polos de desarrollo y la planificación de largo plazo.

c) Las grandes obras hidráulicas.

Estas obras tienen por objetivo producir energía hidroeléctrica o captar y regular los flujos de agua dulce para fines agrícolas, también incluyen la construcción de canales navegables y obras portuarias y marítimas. Se han propuesto multitud de obras de este tipo como cerrar el estrecho de Bering mediante una presa para impedir el paso de agua fría hacia el océano pacífico; o la creación de un lago salado en la depresión de Qattara en Egipto, para crear así un mar interior, la producción de gigantescos lagos de agua dulce en el Amazonas; la construcción de un gigantesco sistema hidráulico en el Himalaya; o el canal navegable de Kra, etc. (31)

d) La conquista del océano.

Hasta ahora la mayor parte de las actividades humanas se han efectuado sobre tierra firme, aun-- que actualmente la explotación petrolera abarca la plataforma continental; existen múltiples posibilidades para el desarrollo de la minería submarina y la extracción de petróleo del lecho submarino profundo, son dos actividades que deberán desarrollarse a futuro; también es posible la maricultura para producir alimentos en gran escala. Existen propuestas para crear ciudades subacuá--ticas e islas artificiales flotantes que albergarían ciudades y complejos industriales.

3) Los sistemas de transporte.

La existencia de sistemas de transporte de gran velocidad y tonelaje permite optimizar los recursos humanos y materiales a escala planetaria, se pueden producir piezas o materiales en una parte del mundo y horas después utilizarse en otro punto del globo; también un ingeniero podría, por - la mañana asesorar a una empresa en California y

y por la tarde otra en Francia.

Se ha propuesto la construcción de trenes levi
tados magnéticamente que podrían viajar por duc
tos al vacío para evitar la fricción del aire, -
de esta forma se conformaría el Planetran (trans
planetary subway system)⁽³²⁾ con una velocidad
que puede variar entre 5,800 y 22,500 kilómetros
por hora. Otro dispositivo interesante es el --
avión hipersónico o NASP (National Aerospace --
Plane) que volaría a 25 veces la velocidad del -
sonido (unos 30,000 km/h). Fue aprobado en 1986,
y se pretende tener dos prototipos tripulados --
para 1995 con un costo para el proyecto de 3,300
millones de dólares⁽³³⁾ y podría viajar de Was--
hington a Tokio en 2 horas.

f) Las telecomunicaciones y la comunicación.

Los modernos sistemas de telecomunicación (in--
cluidas las fibras ópticas y los satélites geo--
estacionarios) pueden organizarse en una red in--
ternacional única, que además haría posible la
interconexión de computadoras; desde luego sería
necesario un gran esfuerzo en la estandarización

del equipo, pero el sistema daría nuevas capacidades para el manejo de la información a escala planetaria, Podría instaurarse el correo electrónico y la consulta bibliográfica y técnica a través de las computadoras, las discusiones entre los científicos de varios países pueden acelerarse (de hecho la Organización Mundial de la Salud ha realizado reuniones científicas con cobertura internacional vía satélite); también un producto podría diseñarse en una parte del globo y enviar las instrucciones a los sistemas de fabricación ubicados en otro país.

g) La construcción de nuevas ciudades.

Las ciudades del futuro tendrán por eje el desarrollo científico, cultural y tecnológico requieren de una nueva conceptualización, así por ejemplo la ciudad de Abuja nueva capital de Nigeria ha sido planeada con esta idea⁽³⁴⁾ y la infraestructura de las viejas ciudades deberá modificarse.

h) La conquista del espacio.

El espacio exterior es la frontera que habrá de vencer para garantizar el desarrollo humano. En él se pueden crear todos los ambientes requeridos por la industria: La gravedad puede ser controlada, así como la densidad de la materia, o la temperatura también se disponen de cantidades inmensas de energía y materia. Existen multitud de propuestas para industrializar el espacio y crear ciudades espaciales⁽³⁴⁾. El transbordador espacial norteamericano es una fase intermedia para desarrollar estaciones tripuladas permanentes; pero indudablemente la Unión Soviética ha tomado la delantera, con la estación espacial MIR, el Cohete Energía (capaz de poner en órbita 100 toneladas) y las dos sondas fobos lanzadas recientemente a Marte como prelude de una expedición tripulada para el año 2010⁽³⁵⁾.

3.4. LAS REALIDADES DEL PRESENTE

Tal vez, quien lea nuestra descripción de la tercera revolución industrial pueda pensar que se trata de una fantasía, pero la mayor parte de los proyectos antes mencionados son técnicamente factibles y muchos de ellos se están realizando en las sociedades avanzadas. Desafortunadamente desde la perspectiva del subdesarrollo el cambio parece lejano o imposible, más este terminará por imponerse, aun al margen de nuestra imprevisión.

El investigador norteamericano Rober U. Ayres⁽³⁶⁾ distingue dos enfoques erróneos en la prospectiva científico-técnica: El alfa olvida los factores de cambio -- tecnológico, pretende un futuro que es la mera extrapolación lineal del presente; el omega ve un futuro utópico, que resulta exclusivamente de los factores tecnológicos, pareciese que todo es resultado de un simple esfuerzo de ingeniería, por ello también debemos incluir los factores de carácter social, político, cultural y administrativo.

En consecuencia no tiene caso que los países menos desarrollados tratemos de cambiar mediante la calca lineal de la tecnología que corresponde a la segunda revolución industrial como si el futuro fuese la mera extrapolación lineal presente; si así lo hiciéremos, cuando obtuviésemos nuestro objetivo; nos percataríamos que nos hemos apropiado de una economía obsoleta y nos hallaríamos nuevamente en el atraso relativo y la dependencia. Tampoco podemos introducir la tecnología del futuro sin transformar a la propia sociedad, la cultura, los valores y la organización.

En consecuencia debemos insertarnos de lleno en la tercera revolución industrial.

Estamos a tiempo para clarificar los objetivos y derribar las barreras de la incomprensión y la dependencia e iniciar una profunda transformación social. En ese sentido los proyectos en proceso de realización en los países avanzados, nos dan la medida del futuro potencial; tal es el caso del "Proyecto Eureka" (European Research Coordination Action)⁽³⁷⁾ que se puso en marcha por las naciones de la Comunidad Económica Europea (CEE). Este proyecto surge para organizar el "renacimiento tec

nológico de Europa", frente al desafío que representa la Iniciativa de Defensa Estratégica (IDS) de los Estados Unidos. La magnitud del desafío se comprende si se estudia la IDS⁽³⁸⁾ que tiene un presupuesto inicial de 26,000 millones de dólares; se trata de un programa multidisciplinario: fibras ópticas, energía, investigación espacial, nuevos materiales, rayos láser, microelectrónica, armas de energía cinética, construcción de espejos gigantes, minibombas de rayos X, satélites con cañones de partículas subatómicas, etc. Rebasa los usos exclusivamente militares y se espera de él un amplio efecto sobre el plano económico.

Desde junio de 1983 la CEE adoptó un primer programa tecnológico para el período 1984-87 y se concretó en acciones prácticas dentro de los cuales destacan los Programas BRITE, JET, RACE y ESPRIT.

- BRITE (Basic Research in Industrial Technology)

Tiene por objetivo asistir a las industrias tradicionales en la transición hacia tecnologías más avanzadas, iniciado en 1985, con un presupuesto de 125 millones de ECUS (Unidad de Cuenta Europea equivale a 0.75 USD).

- JET (Joint European Torus).

Se trata de un programa de Investigación y desarrollo en relación con la fusión termonuclear controlada, su presupuesto es de 800 millones de ECUS y cuenta con 400 investigadores.

- RACE (Research And Development in Advanced Communication Technology for Europe).

Tiene un presupuesto de 750 millones de ECUS, para cinco años: Prevee el desarrollo de una red de servicios integrados de amplia banda, incluye redes numéricas y busca introducir hacia 1995 estándares comunes para telecomunicación y procesamiento de datos.

- SPRIT (European Strategic Program of Research and Development in Information Technologies)

Adoptado en 1984 tiene una alta prioridad, se apoya en la asociación de empresas e institutos de investigación a nivel de estudios precompetitivos. Proyectado a 10 años (1984-1993), tiene un financiamiento para los primeros cinco años de 1,500 millones de ECUS, las áreas de interés son: microelectrónica de punta, tecnología de programación, tratamiento avanzado de la información,

sistemas burocráticos y producción asistida por computadora.

Estos programas fueron la experiencia previa para el desarrollo del proyecto EUREKA, que se inició formalmente el 17 de julio de 1985. Este proyecto pretende insertar a Europa en las tecnologías que definirán el futuro económico y desarrollar sus capacidades en las áreas básicas. EUREKA trasciende el nivel básico y precompetitivo para concentrarse en desarrollos directamente comercializables. En cuanto a su organización se guía por tres principios básicos:

- a) Geometría variable; da la posibilidad de integrar -- participantes específicos para realizar acciones concretas, mediante un marco institucional que no obstaculiza la libre coordinación de sus componentes.
- b) Flexibilidad; se establece una línea de trabajo anti-burocrática, adecuando el aparato administrativo a -- la dinámica descentralizada de las nuevas tecnologías.
- c) Desreglamentación; busca facilitar la coordinación

horizontal a través de las empresas y apunta hacia una mayor vinculación transnacional de la producción y los servicios.

Hasta la reunión ministerial de junio de 1986 en Londres se tenían 72 proyectos distribuidos en cinco áreas:

- I.- EUROCOM; contempla el establecimiento de una red, de bajo costo, de fibras ópticas para voz, datos de imágenes; la creación de una red europea de comunicación entre los diferentes centros de investigación, y lograr el diálogo entre máquinas gracias a conexiones estandarizadas.

- II.- EUROBOT; vinculado con los procesos de automatización implica: el diseño de máquinas completamente automatizadas que trabajan a través de una red de comunicación entre sistemas robotizados; la fabricación y ensamblado por haces de partículas o rayos láser; y la integración de la optrónica en robots y talleres flexibles.

- III.- EUROBIO; relacionado con la biotecnología pretende, entre otras cosas, producir semillas codificadas artificialmente, y el mejoramiento de las condiciones de transformación de los recursos agrícolas y alimentarios.
- IV.- EUROMATIQUE; tiene por finalidad el desarrollo de la informática e implica el diseño y construcción de microprocesadores y memorias, la producción de supercomputadoras, la inteligencia artificial, la creación de sistemas expertos y la producción de sensores para los procesos automatizados.
- V.- EUROMAT; se ocupa de la investigación aplicada a los nuevos materiales, como los llamados "metales artificiales" y cerámicas.

En el anexo I damos la descripción de los proyectos participantes y del financiamiento.

El proyecto EUREKA y otros programas de la CEE , nos dan la dimensión del cambio tecnológico en el cual se desarrollarán las sociedades del futuro, si no comprendemos la magnitud de la transformación que se avecina, no seremos capaces de adecuar nuestra organización social, nuestros valores y nuestros recursos materiales y humanos a la tercera Revolución Industrial; es así como la prospectiva científico-técnica cobra una importancia sin precedentes para la planeación social.

Notas al Capítulo 3

- 1.- **La introducción de fuentes auxiliares de energía es una precondition para la democracia moderna.**

- 2.- **Los datos que siguen han sido tomados de:**
Organization for Economic Co-operation and Development(OECD): Science and Technology Policy for the 1980'S, Paris, 1981, 168 p.
Vease en especial la p. 15 y sigs.

- 3.- **Consúltese:**
Gerard K. O'Neill. The Technology Edge, opportunities for America in World Competition. Simon - and Schuster, New York, 1983. 300 p.
Vease la pag. 25 y sigs.

- 4.- **OECD. op. cit.**

- 5.- **Respecto a la caracterización de las revoluciones industriales consúltese:**
Robert U. Ayres: The Next Industrial Revolution, Reviving Industry Through Innovation. Ballinger

Publishing Co. (Harper and Row), Cambridge Massachusetts, 1984. 284 p. Véase en especial el Capítulo 4. p. 99 y sigs.

6.- Consúltese:

Polo Encinas, Manuel: Energeticos y Desarrollo Tecnológico. Ed. LIMUSA, México, 1979. 374 pag. vease el capítulo.10.

7.- 1 electrón volt = 1.62×10^{-19} Joules

8.- Consúltese:

Frank P. Davidson and John Stuart Cox: Macro, A. Clear Vision of How Science and Technology Will Shape Our Future. William Morrow and Co., New York, 1983. 450 p. vease en especial el capítulo 3.

9.- Hall Hellman: Tecnofobia: El "Schock" del Pasado. (tr. EDAMEX), EDAMEX, México, 1980, 240 p.

10.- Véase Polo Encinas op. cit. p. 129

11.- Soto Cecilia: Fusión Nuclear: Energía sin Límites, Fusión, Vol. 1, no. 1. Enero 1981. p. 25-28

- 12.- Véase: Noel C. Little : MagnetoHidrodinámica; -
(tr. Carlos Navarro), Ed. Reverte, México, 1971,
140 p. (vease en especial las p. 122-131).
- 13.- William C. Gough and Bernard J. Eastlund: The
Prospects of Fusion Power, february 1971, in -
Scientific American: Man an the Ecosphere. W.H.
Freeman and Co., San Francisco, 1971, 308 p., -
veáanse las p. 252-266.
- 14.- Consúltese a:
Carlos E. Rangel Nafaile: Los materiales de la
civilización, colección la Ciencia desde México
no. 29, Fondo de Cultura Económica, México, 1987.
116 p. vase en especial el Cap. VI.
- 15.- Ayres op cit. p. 138
- 16.- Ibidem P. 137-138
- 17.- Fortes Mauricio, Superconductores de Alta Tempe
ratura: Ciencia y Desarrollo Vol. XIII, no. 74,
mayo-junio de 1987, p. 19-27.

- 18.- Ayres op cit. p. 169 y 170 .
- 19.- Ibidem p. 141-45
- 20.- Idem p. 167-68
- 21.- Referido por: Karl-H. Ebel: Consecuencias sociales y laborales de los sistemas de fabricación flexible. Revista Internacional del Trabajo, vol. 104, n.º. 2, p. 175-189, abril-junio de 1985.
- 22.- Ibidem p. 176.
- 23.- Ayres op. cit. p. 165-166
- 24.- Jorge Padua N. : La Universidad y los Posgrados a la luz de la Tercera Revolución Industrial. OMNIA, año 2, no. 4, p. 44-51, septiembre de 1986
- 25.- Ayres op. cit. p. 163.

- 26.- Consúltese el excelente libro de:
Ouellete P. R.; Thomas W. L., Mangold C.E. y Cheremisinoff N.P.: Automation Impacts on Industry. Ann Arbor Science (Butterworth group). Ann Arbor, 1983. 186 p.
- 27.- Agencia de prensa Novosty: Soldadura cerca de las Estrellas. Información Científica y Tecnológica, vol. 9, no. 133 p. 35-36, octubre de 1987.
- 28.- Michael Fantin: Circuitos integrados las promesas de los rayos X. Mundo Científico, vol. 7 no. 73 - p. 958-60.
- 29.- Consúltese:
Frank P. Davidson; L.J. Giacoletto and Robert Salked (Eds): Macro-Engineering and the Infrastructure of Tomorrow, AAAS Selected Symposium no. 23, -- American Association for the Advancement of Science, Washington, 1978, 280 p.
- 30.- Davidson op. cit. p. 73.

- 31.- Para mayores datos respecto a los grandes proyectos consúltese: La lista de: Dorothy E. Sherman: Macro-Engineering, Past, present . and future in: Davidson, Giacoletto and Salked op. cit.p.259-272..
- 32.- Davidson, Giacoletto and Salked op. cit. p. 99-129.
- 33.- Beardsley Tim: Earning Its wings, Hipersonic Flight is on the way but don't make reservations yet. Scientific American, vol. 258, no. 6, june, 1988. p. 12-13.
- 34.- Robert Salked: Space, Macro-Arena for Macro-Engineering. in Davidson Giacoletto and Salked op.cit. p. 131-137.
- 35.- Vease Excelsior 21 de julio de 1988, Suplemento Internacional, año I, no. 9; p. 13
- 36.- Robert U. Ayres. Uncertain Futures, Challenges for Decision Makers. John Willey&Sons., New York 1979. 430 p.

- 37.- Carlos Ballesteros y José Luis Talancon: EL PRO-
YECTO EUREKA. Un punto de referencia para la Dis-
cusi3n de las Politicas de Innovaci3n Tecnol3gica
UNAM-Fundaci3n Friedrich Ebert, M3xico, 1987. 146
p.
- 38.- Ibidem p. 9

CIENCIA, TECNOLOGIA Y EDUCACION.

CIENCIA TECNOLOGIA Y EDUCACION.

El desarrollo Científico-Tecnológico se ha convertido en una fuerza de dimensiones históricas capaz de conformar a la sociedad; mas no es prudente sostener que la ciencia y la tecnología se imponen por encima de la conciencia social; por el contrario, los proyectos científicos y técnicos requieren de financiamiento, recursos humanos, coordinación de la producción fabril, etc. y no tienen éxito sin el consenso y la cooperación de la propia sociedad. Unicamente si los ciudadanos pueden entender los proyectos de desarrollo científico-técnico, decidirán con conocimiento de causa y habrá una participación democrática; las naciones con una población mayoritaria de analfabetos tecnológicos tendrán dificultades para desplegar un consenso capaz de impulsar su desarrollo y en una época de avances vertiginosos cualquier retraso puede significar un doloroso rezago. Pero, no basta tan solo con lograr el consenso se requiere de la capacidad

misma de instrumentar los proyectos, hay que dominar también el "know how", Solo aquellos Estados Nacionales que deciden por sí mismos su futuro y poseen el talento para instrumentarlo pueden llamarse plenamente soberanos.

Hemos sostenido que la sociedad se organiza para dominar a la naturaleza y defender al hombre de la necesidad apremiante, la libertad humana se finca sobre: la posibilidad de poner a trabajar coherentemente a la naturaleza desencadenando fuerzas poderosas, capaces de producir objetos útiles al hombre. Los procesos productivos se rigen por las leyes de la física, la química y la biología; de ninguna manera son arbitrarios y la sociedad ha de adecuar su organización a las exigencias de estos. Solamente si nos sometemos a las leyes del universo material encontramos la libertad. Así a procesos productivos crecientemente complejos y flexibles -- han de corresponderse nuevas formas de organización social. Sería absurdo el pretender insertarnos en la tercera revolución industrial con una organización que se corresponde con la segunda de estas revoluciones.

La escuela como institución donde se forjan los hombres, también ha de responder a las exigencias de la sociedad. Debe dotarnos de un mínimo de conocimientos científicos, técnicos y culturales, que nos hagan ciudadanos del futuro: porque debemos ser capaces de generar opciones y a la vez preparados para construir y operar los procesos productivos del mañana. En ello descansa la soberanía nacional que debe concebirse como: nuestro pleno derecho de poseer y desarrollar los mejores logros de la ciencia, la técnica y la cultura universal.

La educación habrá de sufrir una gran transformación, conforme la sociedad y la producción se revolucionen. Los cambios deben ser profundos y radicales; solo así podremos superar el subdesarrollo e insertarnos de lleno en la tercera revolución industrial. Los tiempos -- cambian, y ya no es posible que la sociedad y la escuela sigan regidas por una administración mecanicista.

4.1. La Administración Fabril Mecanicista y la Escuela

En sus orígenes, la idea de mecanizar la industria proviene del concepto renacentista de liberar al hombre; para darle dimensiones de creador universal; empero, - tradicionalmente en la economía se han enfrentado dos ideas antagónicas: de una parte la teoría de los valores y de otra la teoría de las fuerzas productivas. El economista alemán Friedrich List⁽¹⁾, desde el siglo - XIX señaló, que una cosa es la riqueza y otra la ap-titud de crear riqueza; se puede tener una gran canti-dad de bienes pero ser incapaz de reponerlos y acrecen-tarlos; de otra parte, se puede tener poca riqueza pero poseer la capacidad de generarla.

En el primer caso se pone el acento en la posesión de objetos (valores en cambio); en el segundo, en el dominio de los procesos (fuerzas productivas). Por eso -- List concluye: "La prosperidad de una nación no es, co-mo cree Say, tanto mayor cuanto mayores son las riquezas, es decir los valores en cambio acumulados, sino - cuanto más ha desarrollado sus energías productivas". (p.158). Desafortunadamente ha predominado la corrien-

te económica de los valores en cambio y la riqueza de las naciones se mide por sus reservas monetarias y de materias primas y los llamados inventarios y no por su potencia productiva. En consecuencia, los administradores se preocupan mas por sus flujos de caja, que por la capacidad tecnocientífica de la empresa. Así las cosas, ha predominado un enfoque donde lo maspreciado no es la capacidad innovadora del hombre, sino su capacidad manual para generar valores de circunstancia. Ha predominado el mecanicismo y se ha pretendido convertir a los hombre en entes mecánicos, rutinarios y repetitivos. Bien puede hablarse de una verdadera contrarevolución en la ciencia económica.

Esta concepción errónea de la economía, se potenció por la incapacidad técnica, la electrónica es un desarrollo relativamente reciente, para construir sistemas productivos automatizados que eliminazen la necesidad del trabajo humano rutinario. En suma, se dió más importancia a la fabricación en serie con patrones fijos que a la capacidad de innovación. Así la producción se ha sustentado en descomponer el proceso fabril en centenares o miles de operaciones mas simples, que son efectuadas

por los trabajadores con el auxilio de máquinas y conforme lo marca el avance de la línea de montaje; el sistema se atiene a normas de calidad, tiempos y ritmos fijos, que son supervisados rigurosamente. Se funciona -- siempre de manera repetitiva e incansable generándose un producto fijo, se trata de un sistema rígido e inflexible. El hombre es solo una extensión de la máquina y se ve obligado a moverse como parte de ese gigantesco engranaje al margen de su inteligencia y voluntad.

Adam Smith promotor de la economía de los valores en cambio caracterizó la situación del trabajador de la siguiente manera:

"Con el Progreso de la división del trabajo, la ocupación de la mayor parte de quienes viven del trabajo (...) se limita a unas cuantas operaciones muy simples (...) pero el entendimiento de la mayoría de los hombres inevitablemente esta formado por sus ocupaciones ordinarias (...) (un empleado) generalmente llega a ser tan estúpido e ignorante como puede serlo un ser humano". (2)

Los llamados "estudios de tiempos y movimientos", iniciados por el ingeniero Frederick Winslow Taylor, llevan a -

su extremo el intento de convertir a los trabajadores en máquinas y establecen el paradigma del perfecto operario: docil, preciso y veloz. El propio Taylor afirmó: "...Ahora, uno de los requisitos verdaderamente importantes de un hombre que sea capaz de manejar lingotes de acero como una ocupación regular es que debe ser tan estúpido y flemático que más bien se parezca en su actitud mental y a un buey que a cualquier otro tipo"...

(3)

De esta manera se privilegia la docilidad y la fuerza muscular por encima de la inteligencia, es propiamente una orientación antihumanista.

La "administración científica" surgida de los estudios de Taylor pone el acento en la división del trabajo y el control jerárquico, como medio de obtener cantidades máximas de valores en cambio por unidad de tiempo. Olvida que cualquier modalidad productiva fija deviene a la larga ineficiente y que la verdadera fuente de la riqueza se halla en la capacidad de innovación: creadora de nuevas fuentes energéticas, y nuevos recursos básicos, a la vez que genera procesos de mayor eficiencia.

La escuela como institución universal forjadora de hombres creativos tiene su origen en el renacimiento y en la

idea romana de la humanitas.⁽⁴⁾ Sin embargo también - esta idea fue deformada por los que usan a la sociedad para acumular valores en cambio. La Escuela Lancasteriana⁽⁵⁾ ya prefigura el sistema educativo dominante: se caracteriza por un rígido control disciplinario basado en la jerarquía. Y a semejanza de la fábrica, donde gente con poca preparación produce objetos relativamente complejos, gracias a la división del trabajo y a la intervención de los jefes de cuadrilla; en la escuela Lancasteriana el maestro opera a través de alumnos-monitores que reproducen mecánicamente las instrucciones del profesor; no era una escuela para la democracia, preparaba para cumplir el estrecho papel reservado al hombre en el sistema fabril británico del siglo XIX.

Pese a la existencia de épocas gloriosas en la educación creativa y republicana, como las Grandes Ecoles fundadas por Francia en el siglo XVIII, cuyos prototipos fueron La Ecole Normale y la Ecole Polytechnique⁽⁶⁾. Y que fueron la base para la reforma educativa alemana de los hermanos Humboldt, que a su vez sirvió de modelo a la educación universitaria norteamericana⁽⁷⁾. Poco a poco, -

ha predominado un neolancasterianismo educativo que ha producido un deterioro creciente de la educación. Así Samuel Bowles y Herbert Gintis, con referencia a la educación norteamericana, señalan: "El rumbo que tomó el sistema educativo formal en esta situación estuvo dictado por el poder de los intereses empresariales y la ideología triunfante fue la de la "administración eficiente"(...) los métodos empresariales en las escuelas significaban que los administradores serían reclutados de entre las filas de los políticos y especialmente de entre los hombres de negocios en lugar de entre los educadores profesionales y se orientaban hacia el ahorro de costos y el control en lugar de hacia la calidad de la educación (...) dominó más bien la orientación hacia el tiempo y el movimiento de Frederick Taylor y la "administración científica" con su fragmentación de las tareas, la imposición de formas burocráticas y el control de arriba a abajo"... (8)

Las técnicas de la administración mecanicista permearon la escuela con sus metas monetarias y su rigidez e inflexibilidad.

El enfoque más aceptado en la administración ha sido el del "input" "output"⁽⁹⁾, que mide los procesos en función de lo que a ellos ingresa y de lo que de ellos se obtiene, pero que rara vez visualiza la evolución del sistema, sino más bien lo considera fijo. En el esquema administrativo mecanicista suelen distinguirse tres tiempos: planeación, organización y control⁽¹⁰⁾. La planeación determina las materias primas(input) y el producto deseado (output), así como la calidad y cantidad de los mismos; la organización establece los procesos a través de los cuales se obtendrá el producto; el control mantiene rígidamente al sistema dentro de los parámetros establecidos.

Por analogía se ha impulsado en las escuelas el paradigma de la administración fabril mecanicista; es decir, se aplicó a un proceso creativo y dinámico un enfoque rígido y estático y ello explica buena parte de la desorientación y crisis de la escuela actual, no es posible forjar a los hombres con los esquemas que rigen en la producción de piezas.

Desafortunadamente, en la educación ha terminado por imponerse ese esquema:

a) En la planeación escolar se privilegia una visión cuasiestática, se definen las características del egresado en función de un mercado de trabajo cualitativamente estable, y en el mejor de los casos se le considera una mera extrapolación lineal del presente. Además, como la renovación de la planta industrial ha sido hasta ahora relativamente lenta, el mercado de trabajo cobra una apariencia de estabilidad; las metas curriculares son fijas y permanecen sin transformaciones importantes durante 10 o más años. A veces las exigencias del mercado son tan simplistas que se pretende reforzar el currículo con conocimientos de carácter libresco, más estos por la falta de aplicación en la producción y por carecer la escuela de laboratorios pesados y plantas piloto cobran un carácter inerte y osificado.

Una vez delimitada la cantidad de conocimientos se distribuyen en el tiempo; otorgándose gran importancia a la memorización y a la capacidad de reproducción mecánica, por encima de la in-

ventiva y la facultad de aplicar lo aprendido en situaciones novedosas; por ello, el cumplimiento de los objetivos curriculares se evalúa, por lo general, mediante "preguntas de respuesta estructurada" que deben ser respondidas de manera unívoca; se pretende la producción de individuos estandarizados capaces de incorporarse al mercado de trabajo, mas generalmente carentes de la facultad de transformarlo.

- b) La Organización del proceso escolar, se establece sobre la base de los objetivos curriculares fijos, tiene por meta la creación de personas estandarizadas y en consecuencia se destaca el "pensamiento convergente" como eje de la actividad escolar, y la meta ha de cumplirse mediante sistemas fijos y de bajo costo.
- Por lo general la convergencia se obtiene por sistemas de carácter dogmático o disciplinario. Los textos suelen estructurarse sobre la base de definiciones y silogismos, de lado se deja la historia de los conceptos y su desarrollo -

potencial, el conocimiento parece dado de una sola vez y para siempre, al margen de toda revolución conceptual. La repetición mecánica se constituye en la base del aprendizaje. La memoria es mas preciada y reconocida que la inteligencia. La escuela se desconecta de la reali--dad cambiante y parece un mundo aparte fijo y estático.

De la misma manera que en la fábrica existen - máquinas, se crearon las máquinas de aprendiza je. Así con el fin de abatir costos y disminuir la necesidad de personal calificado se introdujo en el aula la llamada tecnología educativa: sistemas de autoenseñanza, cine, radio, televi sión, audiovisuales, etc. se pretendió que un docente atendiese miles de alumnos mediante el expediente de televisar la cátedra. Pero todos estos medios impiden el diálogo; el alumno so lo puede seguir y repetir lo que se le dicta, - con un pensamiento claramente convergente; Es te sistema privilegia el monólogo y en conse--cuencia no puede desarrollar capacidades

abiertas.

Nuevamente con la idea de reducir costos se propuso formar al estudiante, en el trabajo mismo: surgió la idea de la "educación en la acción", que no es sino el viejo concepto de los aprendices en el taller y que por su carácter informal y carencia de sistematización se limita a la reproducción de habilidades sencillas. Bien puede un hombre aprender en la acción a operar un torno, más no a rediseñarlo.

Así como el Taylorismo descompone las operaciones del trabajador e infinitud de movimientos más simples que son cronometrados y "fijados" - destruyéndose la continuidad de la actividad. De la misma manera, en la escuela se introduce un Taylorismo educativo denominado conductismo, que solo percibe "actividades" y descompone la conducta en cientos o miles de conductas más simples que rompen la continuidad del pensamiento. A similitud de la fábrica donde el trabajador puede pensar lo que le plazca mientras ejecute

con precisión los movimientos exigidos por la producción. Así el conductismo desprecia los procesos cognoscitivos del alumno y se concentra en obtener de él las conductas observables, que los objetivos curriculares demandan; para ello usan el "ambiente controlado" y los llamados "reforzamientos" positivos o negativos situación que establece en la mente del alumno un código utilitario, adaptativo y de búsqueda de la recompensa inmediata. El objetivo -- último de este enfoque es "programar" al individuo; o como lo reconoce la OCDE en un documento de 1974:(son)... "métodos encaminados a "formar el comportamiento" lo que implicaría una detallada especificación de los comportamientos deseados que deban ser aplicados mediante técnicas de aprendizaje coyunturales. En sentido contrario si la sociedad se orienta hacia la preponderancia de la persona los objetivos de la enseñanza se verán modificados, como consecuencia de ello; se intentará, sobre todo, hacer de los estudiantes pensado-

res y buscadores más eficaces;"... (11)

Es obvio que un individuo forjado en el "taylorismo educativo" o conductismo tenderá a la repetición de conductas fijas en función de recompensas coyunturales, carecerá de iniciativa propia y operará con base en un "pensamiento convergente". Además, la especificación de las conductas consideradas como objetivos de aprendizaje inhibe el desarrollo de la creatividad, pues ésta al ser divergente se aparta de la norma. Conviene distinguir con J. Passmore⁽¹²⁾ dos tipos de capacidades: las abiertas y las cerradas. Las capacidades cerradas permiten un dominio total, por ejemplo: la capacidad de contar; por el contrario, las capacidades abiertas siempre pueden mejorarse y desarrollarse. Las capacidades cerradas pueden convertirse en rutina mientras que las capacidades abiertas no, pues en estas el alumno dá pasos que no se le enseñó a dar, es decir, rebasa el dominio de una conducta puntual y puede generar "sorpresas". El conductismo rehuye

por definición lo inesperado, el alumno ha de "emitir" justamente la conducta "esperada" -- por el docente y de ser posible mecanizarla.

- c) El Control, en la escuela se establece mediante una autoridad jerarquizada rígidamente. Muchas veces el alumno dá un conocimiento por verdadero, no porque lo haya comprendido, sino porque así lo afirma la autoridad magisterial inapelable; el diálogo se ve casi excluido -- del aula. A su vez, el profesor se halla controlado por una pesada maquinaria burocrática que establece los objetivos educativos y supervisa su cumplimiento. En aras de la reducción de costos se hace del docente un obrero carente de educación profunda, tan solo, capaz de cumplir su función mediante la aplicación de instrucciones simples y precisas; de esta manera, se substituye la formación de grandes alumnos en las diferentes disciplinas, por algunos cursillos de "didáctica general", que solo preparan para seguir correctamente los instruc-

tivos emitidos por la autoridad. Tenemos así - un profesor programado que prepara a su vez - alumnos programados.

No es extraño que el investigador norteamericano Paul E. Torrance del Bureau of Educational Research de la Universidad de Minnesota - concluya:"Creo que la raíz del problema se halla en las inevitables presiones que se ejercen contra la expresión de necesidades y habilidades creativas. Como consecuencia, muchos niños, en cada etapa crítica de su desarrollo, sacrifican su creatividad. Para unos esto empieza a los cinco años; para otros, a los nueve, doce o más tarde. Al aprender a enfrentarse con las exigencias nuevas de cada - etapa, algunos niños se recuperan, mientras - que otros aparentemente abandonan su creatividad, la falsean, o la mantienen con todas sus fuerzas..."(13)

Hemos establecido un paradigma que corresponde a la escuela de la segunda revolución industrial. Esta caracterización es necesariamente

arquetpica y no desconocemos el esfuerzo de muchos educadores por introducir la creatividad - en el aula; tampoco ignoramos la existencia de ciertas escuelas y universidades de excélencia que preparan a las clases gobernantes y donde la situación es un tanto diferente; mas la realidad dominante es la aquf escrita.

Muy a pesar de los esfuerzos de los reformadores de la educación existe una verdadera contrarevolución educativa; del todo paralela al re--surgimiento del liberalismo dieciochesco en la -ciencia económica; así sufrimos hoy un neolan--casterianismo educativo. Más doloroso resulta - que en los países subdesarrollados aceptemos --moldear nuestra educación conforme a los méto--dos encaminados a "formar el comportamiento" y no la creatividad y la inteligencia; así perpetuamos el subdesarrollo y nos preparamos para - ser mano de obra barata; entre tanto, las naciones desarrolladas como Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra, Japón, Canadá y la Unión - Soviética debaten como transformar la educación

**para desarrollar su talento e incorporarse a
la tercera revolución industrial.**

4.2. La Tercera Revolución Industrial y la Escuela.

La tercera revolución industrial implica la superación del mecanicismo y los sistemas inflexibles de producción. Es el resultado de un largo proceso de maduración iniciado en la industrial química de los años treinta. (14)

Las plantas petroquímicas fueron las primeras en poseer un proceso continuo de producción; salvo para darles mantenimiento, trabajan sin interrupción. Como los procesos requieren elevada temperatura y presión se efectúan en recipientes cerrados al margen de la vista e intervención directa del trabajador. Surgió así un nuevo tipo de labor: el control del proceso. La actividad humana se desplazó hacia la toma de decisiones. El trabajador apoyado por una serie de instrumentos como termómetros, barómetros, medidores de pH, etc., que hacen aparente lo invisible, debe decidir cómo modificar el proceso, en función de las características de la materia prima y del producto buscado, más compleja se vuelve esta tarea si consideramos que una misma sustancia química puede obtenerse por varias vías diferentes, es preci

so buscar el proceso óptimo en función de la eficiencia tanto química, como económica.

La industria química fue también la primera en tratar de automatizar los procesos: en el principio se trató de sistemas de control mecánico o hidráulico, pero con el advenimiento de la electrónica y la cibernética se introdujeron sistemas de control cada vez más poderosos que culminaron con el uso de la computadora.

Un poco después, otras industrias como la siderúrgica imitaron los avances gestados en las plantas químicas; de esta manera, surgieron procesos como el de "colada continua" y los "trenes de laminación" automatizados; si a esto añadimos las máquinas herramientas con control numérico y los manipuladores automáticos (robots) obtenemos los llamados sistemas de fabricación flexible (ya descritos en el capítulo 3).

En la actualidad los sistemas de producción controlados por computadoras, permiten variar el proceso productivo con solo cambiar las instrucciones dadas a la computadora, de ahí su denominación de flexibles.

El control automático incluso puede tomar muestras de la materia prima y variar el proceso en función de los

resultados; también puede corregir el desgaste de los instrumentos de corte, etc. sin embargo, no existe lo que pudiésemos denominar la "máquina total"; es decir, una máquina capaz de autogobernarse y permanecer trabajando por si misma sin interrupción al margen de la intervención humana.

Las razones son las siguientes: una planta industrial automatizada es un sistema hipercomplejo donde confluyen subsistemas eléctricos, hidráulicos, electrónicos, mecánicos, químicos; e incluso biológicos. Con la sofisticación técnica aumentan los grados de libertad de la planta, pero también las posibilidades de falla. Además los sistemas de control computarizados utilizan, para la toma de decisiones, una serie de ecuaciones matemáticas que simulan el comportamiento de la planta. Por regla general la simulación matemática no puede prever todas las posibilidades de falla y mucho menos predecir el potencial comportamiento no lineal de los materiales y los procesos. De esta forma surge la necesidad de controlar al sistema de control, o lo que es lo mismo la necesidad de un "metacontrol" o control de segundo grado.

Los operadores, con base en sus conocimientos y la experiencia previa, deben corregir, las fallas del sistema de control, también deben incrementar continuamente la capacidad de este, mediante el perfeccionamiento de los programas de cómputo que gobiernan el proceso. Los operadores de una planta industrial flexible, no son responsables de un proceso particular, sino deben permanecer atentos al comportamiento del conjunto del sistema.

La imposibilidad de visualizar directamente los procesos conduce a la necesidad de inferirlos a partir de los datos suministrados por el tablero de control y las computadoras; además es necesario tener presentes los patrones normales de operación a fin de identificar cualquier desviación.

Cuando esta se presenta deben decidir: si esta es real o no, pues existe la posibilidad de una falla en los instrumentos de medición, si el problema es verdadero deben averiguar las causas del mismo y decidir las medidas correctivas, empero si estas no son adecuadas el sistema puede tornarse más inestable y se debe rediseñar otra estrategia para estabilizarlo, lo anterior

debe ocurrir por fuerza con la mayor rapidez, para evitar daños al equipo o la detención del proceso. Las respuestas de los operadores no pueden estructurarse a partir de un repertorio finito de rutinas, puesto que siempre cabe la posibilidad del surgimiento de factores no previstos. Este tipo de trabajo requiere un continuo estado de alerta mental, además de la capacidad de elaborar y someter a prueba varias hipótesis diagnósticas, - también exige la invención repentina de diversas estrategias correctivas y su ejecución certera; finalmente, el operador puede reprogramar las computadoras para que estas aumenten sus capacidades de control. En suma podemos afirmar que: los sistemas de fabricación flexible - terminan con el trabajo mecánico y rutinario, demandan por el contrario, un conocimiento profundo de los procesos físicos, químicos y biológicos que subyacen en la producción y exigen una capacidad de innovación, además de un aprendizaje continuo respecto de materiales, procesos, y las formas de comportamiento de la planta, todas son capacidades abiertas siempre mejorables. Es conveniente hacer notar que las tareas de mantenimiento -- presentan exigencias intelectuales similares a las re--

queridas por los operadores.

Los sistemas de fabricación flexible pueden ser reprogramados continuamente para mejorar las características del producto; o bien para cambiar de giro, así un sistema productor de computadoras puede también producir máquinas de escribir, teletipos, etc. En consecuencia el límite en la mejora de los productos, así como la variedad de estos, está determinada por la capacidad de innovación de los diseñadores. Por ello los departamentos de investigación y desarrollo (I y D) de las empresas, jugarán un papel fundamental en la competitividad industrial del futuro. La tareas a desarrollar implicarán:

- 1.- La búsqueda de nuevos principios físicos, químicos o biológicos aplicables a la producción.

Esta tarea debe implicar: tanto la investigación básica realizada por la propia empresa, como la búsqueda de investigaciones interesantes realizadas en otros sitios. Parte de las tareas del equipo de I y D es la posesión de la aptitud necesaria para hacer prospectiva científica y determinar el horizonte científico-tecnológico previsible a fin de mantenerse en la frontera de este.

2.- El desarrollo de las llamadas "capacidades de ingeniería"⁽¹⁵⁾, no es necesario esperar a la aparición de un nuevo principio científico para mejorar los productos; una combinación creativa de los principios conocidos puede implicar una mejora substancial. Se debe realizar una síntesis de conocimientos de diferentes disciplinas para crear soluciones técnicas y económicas a los problemas prácticos; nótese, que no se trata de una aplicación mecánica de los principios conocidos, sino que involucra inventiva, imaginación, capacidades y habilidades. Para cada "conjunto de problemas" se busca una solución, técnica, que sea lo más avanzada para su tiempo. Implica el reconocimiento del problema, la formulación del mismo y su análisis, la comprensión de las restricciones, uso de los conocimientos y soluciones previas, la generación de un grupo de soluciones alternativas, prueba y uso de prototipos, la generación de las especificaciones y la obtención de la solución económica satisfactoria.

3.- Una modificación radical de la mercadotecnia, - quien no sólo buscará detectar las necesidades del mercado y publicitar sus productos; sino - que adquirirá un carácter creativo y educativo. El mercado será explorado por ingenieros de talento que puedan detectar las nuevas necesidades y postular nuevos productos; también deberán desarrollar programas educativos que permitan - al cliente conocer y obtener el máximo beneficio de lo adquirido.

Las actividades antes mencionadas se desarrollarán en - medio de una aguda competencia, los más veloces y eficientes en el desarrollo de nuevos productos, tendrán mayores oportunidades de captar el mercado. En estas -- condiciones el factor humano cobra especial importancia; puesto que, el límite no está dado por la maquinaria flexible, sino por el talento de quienes la dirigen y programan.

En las tareas de innovación, las ideas se generan en un diálogo contrastándose con otras ideas. Siempre surgen de una mente particular capaz de "armar el rompecabezas".

En consecuencia, se requiere del trabajo en un equipo apto para intercambiar ideas y respetar la creatividad y el talento; donde el liderato se ejerce por aquel -- capaz de generar la idea y no existen jerarquías prees tablecidas, ni autoridades formales, en cambio, existe un aprendizaje continuo de los miembros del grupo. Esta forma de trabajar se ha denominado: "organización socio técnica"⁽¹⁶⁾ y ya se aplica en varias industrias de alta tecnología.

En la tarea de innovación colaboran: tanto los equipos de investigación y desarrollo (I y D), como los operadores capaces de reprogramar la maquinaria y mantener las normas de calidad. Por esta razón gran número de los -- miembros del equipo de I y D trabajan en el área de producción ayudando a verificar las pruebas de producción. No se piense que el equipo de operadores sólo recibe ordenes del departamento de I y D , también hacen sugerencias sobre el comportamiento de los materiales o la simplificación de los procesos; se trata de un gran equipo humano trabajando coordinadamente e intercambiando ideas. Así por ejemplo: Toshiba desarrolló el DRAM (Dinamic --- Random Access Memory) para las computadoras con una --

capacidad de 256 kilobytes, antes de terminar este proyecto creó un segundo grupo de I y D para crear un DRAM de 1 Megabyte, el grupo de trabajo contó con 100 ingenieros y requirió la construcción de un "cuarto limpio" que costó 22 millones de yenes. El trabajo siempre fue grupal y contó con una interacción libre entre los ingenieros, y el personal de producción quien hizo las pruebas de producción fuera de horario de trabajo para obtener el objetivo sin interrumpir la operación normal de la planta. La meta se alcanzó en 1985, tres años antes de lo previsto⁽¹⁷⁾.

En consecuencia, los sistemas productivos del futuro demandarán una alta preparación e inventiva, no habrá lugar en ellos para la "mano de obra" descalificada por más barata que esta sea.

4.2.1. La Escuela del Futuro.

Si somos congruentes con el potencial evolutivo que nos ofrece la tercera revolución industrial y buscamos incorporarnos como protagonistas de la misma; deberemos reorganizar la sociedad, a fin de lograr que el entramado social despliegue el talento de los ciudadanos y consiga un desarrollo acelerado de innovaciones, que se propaguen al conjunto de las ramas industriales, generando el desarrollo simultáneo del hombre y la biosfera.

Resulta evidente que la escuela del futuro, deberá ser muy diferente de la educación mecanicista que hoy predomina; ya no será una escuela cerrada y rutinaria; las funciones de la planeación, organización y control cobrarán un contenido diametralmente opuesto.

- 1.- La Nueva Planeación Educativa Debe promover el desarrollo de la creatividad y el talento, y parte de la premisa moral de que cada ser humano es un creador capaz de aportar más de lo que consume y en consecuencia la enfermedad, el hambre o la incultura, de cualquier individuo, re-

traza el desarrollo de la sociedad en su conjunto y deben evitarse. Es imperativo abandonar la teoría económica que mide la riqueza por los valores en cambio y sustituirla por una economía basada en el desarrollo de las fuerzas productivas; esta implica que el objetivo de la escuela sea el contribuir a acelerar el desarrollo científico tecnológico y cultural. La economía física se vuelve un marco indispensable para la planeación educativa; puesto que permite medir la economía en términos reales (termodinámicos) y evita tomar decisiones basadas en parámetros ficticios (monetarios). La economía física también, resulta indispensable para realizar una prospectiva científico-tecnológica, porque señala la direccionalidad evolutiva de la técnica hacia procesos productivos de mayor eficiencia y densidad energética; simultáneamente señala la posibilidad de desarrollar la biosfera bajo control conciente del hombre. La educación debe, de inmediato, reorientarse

en función del horizonte científico y tecnológico previsible para la tercera revolución industrial; habrá de tener por base un currículo abierto capaz de asimilar las innovaciones, y que amplía su flexibilidad conforme asciende en la escala educativa, y donde los niveles educativos superiores se vinculan a la frontera del trabajo científico y tecnológico complejo.

La efectividad de la educación futura, tendrá que medirse sobre la base de la creatividad del egresado para desarrollar y aplicar los nuevos conocimientos a situaciones complejas; o mejor aún, en la capacidad para innovar y transformar el entorno de acuerdo con los parámetros de la economía física y la moralidad humanista que da significado al progreso material.

II.- La Organización Educativa del futuro. Tendrá -- por fin el desarrollo de las capacidades creativas y de innovación; más no en abstracto, sino vinculadas con la frontera del desarrollo científico-técnico. A diferencia de la escuela ac-

tual de carácter analítico, la escuela del futuro será de carácter sintético e integrativo; contrapuesta al conductismo que descompone el comportamiento en conductas más simples. Tampoco buscará la enseñanza de conocimientos puntuales, sino integrados en un todo o "Gestalt" y en consecuencia no despreciará los procesos cognoscitivos del alumno; empero la creatividad no se despierta al margen de un "problema", que sirve de "tarea orientadora". Existe ya, una corriente educativa denominada "problem based learning" (aprendizaje basado en problemas)⁽¹⁸⁾ que se deriva de la tradición de las "Grandes Ecoles" y sostiene que el aprendizaje a partir de la solución de problemas genera un cuerpo de conocimientos más útil a futuro que la simple memorización. Generalmente se trabaja sobre la base de proyectos de investigación. No debemos confundir los problemas con los ejercicios, ya que los primeros implican una reorganización del material dado y los segundos generalmente sólo exigen la aplicación mecánica de un algo--

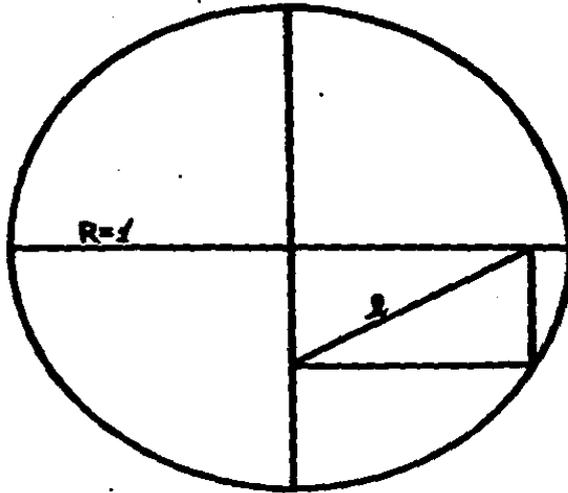


Figura 4.1 Encuentre el valor de la diagonal "1", sabiendo que el radio del círculo vale uno (modificada de Köhler p.191).

ritmo; tampoco podemos pensar que la solución de problemas se reduce a la aplicación de un procedimiento heurístico sencillo y abstracto; no es posible enseñar a resolver problemas, si se carece de un conocimiento concreto y profundo de la materia en cuestión. Expliquemonos, de acuerdo con el psicólogo alemán Wolfgang Köhler⁽¹⁹⁾ el "pensamiento productivo" es aquel que determina cambios en nuestro entorno; "al tratar un problema estamos ocupados, invariablemente, con un cierto material, con una situación dada que contiene el problema.(...) -- Algo tiene que alcanzarse con relación a esta situación; pero tal como la situación está dada, no puede lograrse. ¿como debemos cambiar la situación dada para que desaparezcan las dificultades y se resuelva el problema?"(p.178). Pero Köhler hace notar: la comprensión del "material dado" no es asequible a cualquiera, solo personas informadas de ciertos hechos pueden apreciar el material y comprender el problema que ofrece. Y añade..."En otras palabras

se necesita cierto aprendizaje previo no solo para resolver un problema, sino también para comprenderlo como problema". (p.179).

Así para entender y resolver un problema matemático hay que conocer las matemáticas, para un problema mecánico ocurre lo mismo, etc.

No obstante, la solución no se explica por la aplicación lineal de los conocimientos previos, puesto que existen problemas, que solo pudieron ser resueltos por quienes se sobrepusieron a los conocimientos habituales.

Los problemas son tales porque los materiales dados presentan una serie de relaciones; pero tal como estas aparecen no es posible alcanzar la meta propuesta. Es preciso reestructurar el material dado para hallar nuevas relaciones que salven la dificultad: reordenamos lo que existe para construir lo que no existe. Por ejemplo. - vea la figura 4.1. y trate de encontrar el valor de la diagonal "1" conociendo que el radio vale uno (20).

En el ejemplo anterior se puede apreciar clara

mente, la necesidad de reestructurar el material dado para encontrar nuevas relaciones. A la idea que nos permite esta reestructuración la denominamos hipótesis, estas aparecen siempre de manera repentina y abrupta; no sin antes comprender y apropiarnos del problema. En suma: Para intentar resolver un problema requerimos de asimilarlo; en general, tenemos una meta o tarea a cumplir y una serie de restricciones que nos impiden arribar a la meta; en consecuencia, debemos encontrar nuevos grados de libertad mediante un reordenamiento creativo de la situación.

Este mismo investigador demostró la pobreza del aprendizaje imitativo; para ello utilizó chimpances: reunió animales que ya habían resuelto un problema con otros, y encontró que el resultado solo se puede reproducir cuando se tiene clara la idea que permite reordenar el material. En la práctica docente llegamos a observar que los alumnos memorizan el problema y la solución correspondiente, sin comprender el pro

ceso que permite transitar de uno al otro. Esto implica la imposibilidad del aprendizaje de la solución de problemas por métodos pasivos.

Nos hemos detenido en este aspecto, porque tiene profundas implicaciones para el futuro de la educación:

- * En primer término resulta imposible enseñar a resolver problemas, mediante un curso titulado: solución de problemas; si bien podemos impartir psicología de la creatividad o epistemología.
- * En segundo lugar, la educación creativa debe estar presente en la totalidad del currículo y disciplinas que lo integran. La enseñanza creativa de las disciplinas implica su reestructuración con base en la solución de problemas, mas estos no serán arbitrarios, debemos utilizar el propio desarrollo de la disciplina y los problemas que esta enfrentó a lo largo de su evolución. Es decir, debemos educar con la historia conceptual; pero, en aras de la brevedad, no podemos detenernos en todos los conceptos, sino solo en aquellos que significaron un cambio cualitativo y crucial. Los cambios cru-

ciales de cada disciplina implicaron el surgimiento de un pensamiento divergente, que reestructuró la forma de apreciar el problema. De ahí que la enseñanza debe ir más allá de presentar los conocimientos como un todo lógico y ordenado (paradigma); pues debe enseñar - que cada paradigma fue substituido por otro fruto de - uan revolución científica que obligó a reescribir lo - conocido (21). Es necesario mostrar que la lógica -- formal no causa la evolución de la ciencia, ni explica el proceso creativo. También debemos conducir al -- alumno al dominio del paradigma más moderno, sin dejar de mostrarle su insuficiencia y limitaciones, además - de la prospectiva de los desarrollos esperados.

* En tercer lugar es muy importante explicar el ori-- gende la creatividad y la capacidad de hacer hipóte-- sis. Louis De Broglie, quien recibiese el premio -- Nobel de Física en 1929 por sus estudios sobre el - carácter ondulatorio de los electrones, ha dicho al respecto:

..." Me ha sorprendido frecuentemente la similitud de los problemas que la Naturaleza plantea al investa

tigador científico y de aquellos que hay que resolver en el juego del crucigrama. Cuando estamos en presencia del cuadrículado todavía vacío de un crucigrama, sabemos que un espíritu análogo al nuestro ha dispuesto en este crucigrama, con arreglo a ciertas reglas, palabras que se entrecruzan, y, ayudándonos de las indicaciones que nos han dado, intentamos volver a encontrar esas palabras. Cuando el sabio intenta comprender una categoría de fenómenos naturales, comienza por admitir que estos fenómenos obedecen a leyes que nos son accesibles porque son intelegibles para nuestra razón. Este no es, observemoslo bien, un postulado evidente y sin alcance; equivale, en efecto, a admitir la racionalidad del mundo físico, a reconocer que hay algo de común entre la estructura del universo material y las leyes del funcionamiento de nuestro espíritu.

Admitida esta hipótesis que hacemos naturalmente sin percibir siempre la audacia que en sí encierra, tratamos de encontrar las relaciones racionales que, según ella, deben existir entre las apariencias sensibles. Así, el sabio procura llenar los huecos vacíos

del crucigrama de la Naturaleza para formar palabras que tenga un sentido para su razón..."(22)

En suma: Podemos hacer hipótesis, porque existe un paralelismo Psico-físico. Este implica que las leyes que rigen nuestra mente y las leyes de l universo son análogas y podemos admitir la racionalidad del mundo físico. A esta hipótesis que da razón de nuestra capacidad de hacer hipótesis; se le denomina hipótesis superior y establece la conexión entre nuestro espacio mental y el espacio físico.

Sobre este conocimiento se asienta la posibilidad de que cualesquier ser humano, desarrolle hipótesis capaces de transformar al universo de manera coherente. El alumno debe entender y descubrir esta capacidad en sí mismo; en el estudio de naturaleza debe explicar porque esta se comporta así y no de otra manera; lo que equivale a comprender la necesidad, pero más allá se encuentra la hipótesis coherente que mediante el experimento transforma la necesidad en libertad.

A través del descubrimiento y la invención el alumno entiende a la Naturaleza; pero al hacerlo se descubre -- así mismo como ser potente y libre. Por ello al reconocer la soberanía de la razón establece su dignidad ---

humana, mas la razón no es solo suya, sino una característica de especie. Simultáneamente se verifica una doble identificación: consigo mismo y con la humanidad. Al estudiar la ciencia por el método histórico-conceptual y experimental, el alumno se percibe como parte de un esfuerzo colectivo y persistente, contrasta lo infinito de la tarea con lo finito de sus posibilidades. Se entiende producto de las generaciones precedentes; sabe que con ellas ha contraído una deuda, mas dicha deuda no puede saldarse ya con los que no estan aquí y siempre ha de pagarse a quienes nos habrán de suceder. Quien esto comprende es ya autoconsciente; respetará en sí y en los demás la cualidad humana suprema: la razón creativa.

De esta manera, se generan las condiciones para el desarrollo moral del ciudadano del futuro, de un hombre autodirigido: poseedor de una brújula interna y que no depende de la opinión dominante, sino del saber; que ama la verdad por encima de todo, y tiene la valentía de reconocer la soberanía del intelecto.

- * En cuarto lugar, se comprende la importancia de hacer una educación holística, constructiva y sintética.

La unidad del todo, se establece intelectualmente - mediante la hipótesis superior y de manera práctica, mediante la producción que unifica al hombre y la naturaleza de manera coherente.

La economía en cuanto proceso físico es el más grande de todos los experimentos científicos que pone a prueba el conjunto del saber humano. El estudio de la economía física es pues, un elemento integrador indispensable implica procesos físicos, químicos, biológicos y los aspectos ecológicos; tiene por finalidad aumentar la potencia productiva del trabajo, para liberar al hombre de lo rutinario y permitirle ser creador. En consecuencia, la escuela deberá mostrar a los alumnos los principales procesos productivos y su vinculación con los conocimientos técnico-científicos las cambiantes necesidades humanas. Y la perspectiva de los mismos.

La educación debe ser más que analítica sintética unificadora y constructiva. Para ello deben existir "espacios constructivos" que permitan el desarrollo de proyectos. Imagine usted a un grupo de jóvenes: diseñando y construyendo un cohete para investigación me-

teorológica o una estación de intercomunicación via satélite, o produciendo vegetales por hidroponia, o desarrollando un programa de mejoramiento genético. Sus proyectos unificarán todo su saber: matemáticas, física, química, computación, etc. y además les exigirán nuevos conocimientos. Esta es la manera práctica de lograr la interdisciplina, sin abolir las materias y con ellas el estudio sistemático y organizado. Se trata de un equilibrio: el estudiante lleva sus materias con el método histórico-conceptual y además desarrolla sus proyectos en equipo y conforme asciende en el nivel educativo los "espacios constructivos" se amplían hasta abarcarlo todo a nivel del posgrado. Esto permite aplicar una vez más, los principios del aprendizaje basado en la solución de problemas que -- son por su complejidad elementos integradores y exigen un conocimiento que no es mecánico.

- * En quinto lugar, debemos desarrollar un optimismo cultural de carácter renacentista, que substituya al pesimismo dominante fruto del agotamiento de un modelo de vida estático y repetitivo. El optimismo cultural

se deriva de la capacidad práctica de transformar - la realidad conforme a leyes. Deberemos rescatar -- los valores de la cultura occidental. Solo una so-- ciedad cuya cultura la impulsa a instrumentar el -- progreso científico-tecnológico continuo tiene capa-- cidades para sobrevivir y garantizar el desarrollo humano de sus integrantes. La filosofía, las humani-- dades y el arte en todas sus manifestaciones son in-- dispensables para mantener a la sociedad en un esta-- do de conciencia creativa y esta es la garantía de la democracia.

III.-El control de la Actividad Escolar. Deberá ser demo-- crático, la disciplina escolar ya no puede basarse en la sumisión incondicional del alumno, a una autori-- dad irracional, que lo obliga a operar sobre la base del pensamiento convergente, mecánico y pasivo. La - educación del futuro exige un cambio radical que fa-- vorezca la creatividad y el desarrollo continuado de - nuevas ideas. Desde luego, que se mantendrá una -- disciplina de trabajo en función de los problemas y proyectos que sirvan de tareas orientadoras de la -

actividad escolar. La rígida estructura jerárquica debe desaparecer para ser substituída por equipos que favorezcan la comunicación horizontal y el trabajo de tipo seminario; sin embargo, deberá tomarse en cuenta que la idea creativa se produce siempre en una conciencia individual y que el trabajo y el estudio personal de cada educando es indispensable y fundamental; los grupos de trabajo solo entran en acción durante los momentos donde se requiere la comunicación y evaluación de alguna información. Debiendo desarrollarse un ambiente de respeto hacia el trabajo y las ideas de otros, se hace indispensable evitar que el grupo se imponga por encima de cualesquier argumento y se torne en un mecanismo coercitivo que asfixie la creatividad. Asimismo, se buscará el desarrollo de una estructura flexible que permita un liderazgo alterno en función de quien aporte las mejores ideas para resolver el problema en cuestión. Recordemos que la ciencia no se decide por mayoría de votos sino en función del dominio de los procesos.

La prioridad no será mas el abatimiento de costos; sino el despliegue de las capacidades creativas e innovadoras de la sociedad y se traducirá en nuevos hábitos de trabajo. Será un sistema que favorezca el desarrollo de capacidades abiertas: flexible y metaestable- que supere los sistemas de -- control fijos - para buscar un desequilibrio evolutivo basado en: el desarrollo de una velocidad creciente para entender, transformar y crear conceptos, y aplicarlos a nuevas situaciones a fin de aumentar la potencia productiva del trabajo.

Los docentes deberán ser parte de un sistema de educación continua que fortalezca una formación disciplinaria sólida y no se limite al estudio pedagógico en abstracto.

Hemos desarrollado los métodos de trabajo de la escuela compatible con la tercera revolución industrial pasaremos al estudio de algunos contenidos -- educativos.

4.2.2. Algunos Rasgos del Currículo del Futuro .

I.- En el futuro el poder estará fundado en el uso intensivo de los conocimientos y las capacidades industriales: La viabilidad de las naciones será una función de la aptitud y talento de sus ciudadanos. La población no podrá ser productiva, ni participar democráticamente si carece de un "alfabetismo tecnológico"⁽²³⁾.

- * La Formación básica del ciudadano debe incluir el estudio riguroso de la física, la matemática, la química y la biología con un enfoque sintético e integrador, basado en la historia conceptual y con un fuerte apoyo en el laboratorio.
- * El estudio de los procesos productivos sobre los cuales descansa el conjunto de la sociedad se torna muy importante. Las principales ramas industriales y agropecuarias han de comprenderse en sus procesos básicos, ---

además de visitarlas y reproducirlas en el laboratorio, también se debe incluir el estudio de la prospectiva científico-técnica.

- * La educación ha de permitir la participa--ción constructiva en talleres, donde el estudiante aplique los conocimientos a la solución de aquellos problemas que le exijan un pensamiento creativo y le permitan no - solo el desarrollo de capacidades intelectuales, sino de habilidades prácticas. El contacto con los sistemas de control, la electrónica, la hidráulica, la energética, los procesos nucleares, la ingeniería genética, las aplicaciones de los haces cohe--rentes de energía, etc. son imprescindi--bles. La incorporación de los alumnos más destacados de la licenciatura y posgrado a los equipos de investigación y desarro--llo de la ciencia e industria, los vincu--lará con las tareas creativas interdisci--plinarias.

II.- Existirá un incremento de la velocidad evolutiva de la ciencia y la técnica, el número de descubrimientos científicos e innovaciones técnicas aumentará aceleradamente. Y el manejo de la nueva información será vital para el desarrollo de las actividades productivas.

* La escuela no podrá educar sobre la base de sumar los nuevos conocimientos al currículo de manera lineal; para mantener actualizada nuestra visión del mundo, será necesario -- reconceptualizar y asimilar los conocimientos en un todo coherente, de esta manera se reelaborarán los paradigmas científicos para volverlos más abarcales; porque cuando un paradigma está más organizado y unificado es más fácil de enseñar y manejar. Por esa razón la formación docente y pedagógica no podrá darse al margen del estudio de las disciplinas.

Deberemos desarrollar las capacidades de comunicación humana: hablar, escribir y leer correctamente, serán habilidades -- fundamentales.

En una época de rápidas innovaciones estas solo se pueden transmitir con un lenguaje dinámico y vivo, capaz de utilizar la metáfora y el sentido poético, para dar vida a la palabra inerte. El intercambio de ideas de manera rápida y directa será frecuente y el lenguaje claro y preciso permitirá ahorrar mucho tiempo.

* La capacidad de analizar integrar y utilizar información será fundamental. Pero esta tarea no puede realizarse sin un -- marco conceptual que implica el conocimiento de las diferentes disciplinas y sus paradigmas. El estudio escolar debe ser sistemático y propositivo. Debe preparar para el proceso de educación continua. Que habrá de cumplir el ciudadano

a lo largo de toda su vida; ya sea retornando a la escuela periódicamente o incorporado a grupos de estudio en su propio lugar de trabajo.

- * La gran cantidad de información sólo podrá ser manejada con ayuda de sistemas de automatizados y bancos de información. Por ello se requerirá dominar el uso de la computadora y el "software" indispensable.

III.- La sociedad del futuro exigirá creatividad y talento innovador. La competitividad científica, técnica e industrial se desarrollará a partir de estas facultades. El trabajador del futuro deberá ser polivalente y capaz de aportar soluciones creativas a infinitud de problemas diversos.

- * El individuo cobrará su verdadera dimensión. Puesto que constituye la unidad fundamental creadora. La enseñanza será personalizada, pues al incluir los procesos --

cognoscitivos, deberá verificar que las - "relaciones" o configuraciones "gestálticas" buscadas se han desarrollado.

La interacción directa y el diálogo maestro-alumno serán fundamentales. El trabajo grupal no substituirá el sistemático trabajo individual.

* Deben desarrollarse armoniosamente las capacidades humanas. Se ha dicho por algunos educadores, como Shuttleworth⁽²⁴⁾, que la escuela actual sólo desarrolla el hemisferio izquierdo del cerebro: relacionado con las actividades verbales, aritméticas, lectura y escritura. En tanto, que el hemisferio derecho, vinculado a las actividades no verbales, como las geométricas, espaciales y constructivas permanece con poco desarrollo. Es necesario desplegar todas las capacidades humanas e incluir de manera importante la geometría sintética y las actividades artísticas como la pintura, el dibujo, la escultura, o la música para ar-

monolizar el desarrollo creativo del ciuda-
dano.

- * El trabajo creativo se potencia cuando exis-
te una "masa crítica de pensadores" que in-
tercambian ideas de manera directa y dinámi-
ca con una pluralidad de enfoques o dudas o
propuestas, por supuesto requieren de labo-
ratorios e infraestructura de investigación.
Estos equipos de pensadores deberán consti-
tuirse en los líderes que orientan la acti-
vidad del sistema educativo. Pero a cada ni-
vel de la sociedad se pueden formar grupos
parecidos.

IV.- Se verificará la globalización del mundo. El gran
desarrollo de las telecomunicaciones y los moder-
nos medios de transporte, aumentarán el contacto
con diferentes partes del planeta. Las redes de
comunicación permitirán interconectar centros --
científicos y educativos para constituir un "ce-
rebro internacional" de capacidades múltiples. Se
aceleran los intercambios científicos, cultura--
les, industriales y comerciales, y las decisio--

nes o cambios en cualquiera de estas áreas repercutirán de inmediato internacionalmente. Si además consideramos el aumento de la potencia industrial y las capacidades de macroingeniería que pueden transformar el planeta y la ecología se apreciará que el futuro demandará decisiones, estrategias y políticas a escala planetaria; quien no este preparado para intervenir y participar dejará de ser sujeto y pasará a ser objeto de la historia. En la actualidad, mientras el individuo participa en la producción repetitiva y mecánica, no interesan sus valores, ni su vida interior, la regulación se limita a la "mano invisible" del mercado y el éxito se mide por la capacidad de acumular valores monetarios. Esta forma de actuar ha tenido un gran costo social: ha producido el deterioro ecológico y de la infraestructura. Y lo que es peor, el deterioro de la ciudadanía: la gente carente de iniciativa se deja determinar por el exterior, que procesa y comercializa al individuo. Por el contrario el futuro exigirá ciudadanos informados y capaces de tomar decisiones. Los factores monetarios y de mercado no serán los ---

únicos a considerar, sino también se incluirán los científicos, tecnológicos, ecológicos y humanos.

Se hace necesario que el ciudadano posea una teoría general capaz de guiar sus acciones: El conocimiento de la economía física y la filosofía humanista, y una formación integral le permitirán desarrollar un Ethos cultural, que le permita - tomar decisiones y ejercer un liderazgo efectivo en un contexto multidisciplinario.

Los grandes proyectos a desarrollar por los estados nacionales implican el consenso de la ciudadanía. Dicho consenso se ha establecido, hasta ahora, por la aceptación pasiva del individuo. En el futuro, se deberá involucrar el talento y la creatividad de la gente, es decir, se necesitará de la participación activa. Este proceso se llevará a cabo en un contexto internacional cambiante y competitivo y no se dispondrá de mucho tiempo para lograr el consenso de la sociedad. La identidad cultural y la formación científica, tecnológica y política previa cobrarán gran importan

cia y determinarán la capacidad de las naciones para responder de manera rápida y efectiva a -- los retos del futuro.

4.2.3. La Propagación de los Conocimientos y la Educación.

Los conocimientos, en cuanto hecho práctico, se vinculan a la producción y tienen una velocidad de propagación a través del medio social. Esta velocidad está limitada por dos factores:

Primero: El talento de la población para generar la innovación y desarrollar el diseño (invención).

Segundo: La capacidad de los procesos industriales para hacer, masivamente, el producto (producción).

Eventualmente estos dos factores se disocian y puede ocurrir que: La población sea capaz de inventar y diseñar, pero la industria sólo pueda iniciar lentamente la producción. También puede ocurrir que la industria pueda tener capacidad productiva, pero que la población carezca de talento innovador.

Cuando los dos procesos ocurren de manera simultánea la innovación se propaga rápidamente al conjunto de la rama industrial. Esta velocidad de propagación puede medirse en cuanto proceso espacio-temporal y constituye de hecho una onda física.

Desde el punto de vista de la competencia comercial --- triunfará quien pueda transformar rápidamente la innovación en volúmenes apreciables de producción. Existen situaciones donde unos países son capaces de inventar y otros terminan por dominar el mercado; así por ejemplo, la videocasetera, un invento norteamericano, ha sido comercializada por Japón. Mas sólo quien domine los dos procesos: invención y producción podrá sentirse seguro.

Existen otras ondas de innovación que modifican la capacidad de la industria para reproducirse así misma; es decir que no sólo se propagan por el medio industrial, sino lo transforman aumentando su eficiencia termodinámica y la densidad energética del mismo. A este tipo de ondas las denominamos, por analogía con las ondas aéreas capaces de modificar la densidad del aire para producir una onda supersónica⁽²⁵⁾, "ondas de choque" y -

constituyen verdaderas revoluciones tecnológicas. Por ejemplo: la introducción de la computadora modificó el proceso para hacer computadoras; las máquinas herramientas modernas transformaron la forma de producir máquinas herramientas y. La energía nuclear proporcionó energía para enriquecer uranio y construir más reactores. Como se puede apreciar se trata de sectores autoreproductivos e implican básicamente: Energéticos, Máquinas herramientas y sistemas de control.

Estas revoluciones tecnológicas se sustentan en descubrimientos científicos que transforman tanto nuestra forma de producir, como la organización social. Únicamente -- quienes puedan generar descubrimientos científicos y --- cuenten con el talento ciudadano y la infraestructura -- industrial para producir saldrán fortalecidos; los que no puedan seguir el ritmo del avance quedarán rezagados, en un nuevo subdesarrollo .

Como se ve la Educación del futuro no puede sustentarse en transmitir rutinas fijas, sino en la capacidad de transitar de una modalidad productiva a la subsecuente. De -- esta manera podemos distinguir dos fases educativas:

- a) Una que permite a los nuevos miembros de la sociedad conocer los paradigmas científicos y tecnológicos modernos e insertarse en la producción actual. (fase de inserción).
- b) Otra que tiene carácter permanente y que permite seguir el ritmo de los avances o generarlos (fase de creación y mantenimiento).

Ya que los conocimientos y la tecnología son cambiantes la educación también deberá serlo. Mucho hablan los educadores de "excelencia académica", sin embargo la mayor parte de ellos conciben a la excelencia como una meta fija a la cual se arriba⁽²⁶⁾; sin embargo, si consideramos al saber como algo dinámico apreciamos que lo que hoy significa excelencia, mañana puede no serlo. Por eso es necesario vincular la educación con un motor, o sea, con las actividades de desarrollo e investigación. La conexión entre ciencia educación y producción se vuelve indispensable. Como el único nivel auto-reproductivo es el nivel superior, este constituye el elemento motor de todo el sistema educativo y debe estar unido a la frontera del saber.

El nivel superior habrá de involucrarse en las tareas de investigación de problemas científicos y técnicos - complejos, que implican una transformación de los métodos considerados normales. Para ello deberán crearse - equipos de trabajo de profesores-investigadores, alumnos de posgrado, alumnos de licenciatura y técnicos. - También, se deberá dotarlos de los recursos necesarios. Este sistema de trabajo, en función de una tarea orientadora, mantendrá a la educación superior en contacto con la frontera del conocimiento. Y tiene las siguientes repercusiones educativas:

- Permite hacer prospectiva y determinar el horizonte científico-técnológico previsible. Este servirá de meta a fin de preparar los ciudadanos del futuro.
- Otorga la posibilidad de contrastar las capacidades del alumno con las exigencias de la frontera científico técnica moderna.
- Permite reconceptualizar las disciplinas - desde puntos de vista novedosos lo cual --

facilita la transmisión del conocimiento y la generación de métodos pedagógicos creativos y dinámicos.

Este sistema permite una organización curricular orientada a la excelencia académica, establecida en función de la cambiante frontera científico-técnica.

Recordemos: el conjunto de la sociedad deberá recibir el nuevo saber, pues sólo así se garantiza la máxima velocidad en la propagación de las innovaciones. Por eso el nivel superior debe establecer dos relaciones fundamentales: primero, con el cuerpo docente de los niveles medio y primario a fin de incorporarlos de manera permanente a la asimilación y transmisión de los nuevos saberes; segundo, una vinculación con la industria para actualizar a su personal mediante un sistema de educación continua.

Las capacidades de innovación y propagación del conocimiento a velocidades crecientes, serán una necesidad en la sociedad del futuro, y el sistema educativo debe cumplir su parte en esta tarea.

4.3. En Busca del Futuro, Algunas Experiencia y Propuestas.

La tercera revolución industrial terminará por imponerse, se mueve impulsada por dos factores: Primero, la competencia comercial intercapitalista entre Estados Unidos, Europa y Japón. Segundo, la competencia este-oeste, que ha determinado ~~la política del bloque~~ Socialista de promover su incorporación a la revolución científico-técnica. Ambos factores fijan plazos y ritmos para la difusión de las nuevas tecnologías y sus derivados militares. En este contexto deben evaluarse la Iniciativa de Defensa Estratégica, el proyecto EUREKA, Los Programas del MITI para producir la quinta generación de computadoras, y el proyecto modernizador emprendido por la URSS. Los países que no comprendan el sentido del cambio y no logren incorporarse a la tercera revolución industrial quedarán reducidos a la categoría de proveedores de materias primas en condiciones aun más desventajosas y verán seriamente comprometida su soberanía.

La transformación del sistema educativo para adecuarlo a la tercera revolución industrial ya ha comenzado, -- multitud de países discuten y desarrollan proyectos; -- aquí daremos algunos ejemplos.

La aplicación de la computadora en la educación es un acuerdo generalizado: en Estados Unidos se han aplicado varios programas, entre ellos destacan el PLATO -- (programmed Logic for Automatic Teacher Operations) y el TICCIT (Time-Shared, Interactive, Computer Controlled, Information Television) ⁽²⁷⁾; ambos buscan descargar en las computadoras la labor docente, sin embargo este uso de la computadora es aun una herencia del mecanicismo -- que busca programar al estudiante ⁽²⁸⁾. Mialaret ⁽²⁹⁾ ha prevenido sobre la incapacidad de las computadoras para enseñar la creatividad puesto que la máquina sólo posee una "creatividad" de tipo combinatorio y no puede mostrarnos la complejidad de lo real. En un artículo muy reciente se desecha la idea del maestro substituido por la máquina ⁽³⁰⁾.

Aparentemente los programas de computadora estan diseñados para enseñar por sí solos, pero en el aula el proceso es más complicado, el profesor descarga las activida-

des rutinarias en la máquina, y asume la discusión y la enseñanza personalizada con cada alumno, el maestro se convierte en un "learning consultant". De esta forma al introducir la computadora en el salón de clases mejora el rendimiento, pero la causa no se debe solo a la máquina, sino también a una mejor intervención docente.

Las computadoras no solo transmiten información al estudiante; sino que pueden ser utilizadas como instrumento de cálculo, de diseño y de control. Este uso prefigura la función de las computadoras en los procesos productivos e implica la creatividad del alumno, quien apoyado por el maestro, debe someter a la máquina a sus diseños. Así educadores de la Universidad de Wisconsin. Madison, diseñaron un proyecto para que profesores y estudiantes de secundaria crearan y operaran robots⁽³¹⁾.

El programa incluye: conocimiento de circuitos modulares, operación de motores por medio de la computadora, el estudio de las interfases y sensores, el control de operaciones múltiples. El programa ha producido variados e ingeniosos dispositivos creados por los alumnos. En Inglaterra existen cursos con orientaciones similares⁽³²⁾ y Japón ha establecido un plan dirigido a prepa

rar a los estudiantes de primaria y secundaria para lidiar con la sociedad de la información (33). La Comunidad Económica Europea tiene, dentro del proyecto EUREKA, un programa para impulsar el uso de la computadora en la educación (34). En Canadá existe un acuerdo entre el George Harvey Collegiate Institute y la Standard-Modern Technologies (la empresa de maquinaria canadiense más grande) quienes han producido módulos de aprendizaje para desarrollar habilidades en la operación de máquinas herramienta, computadoras, electrónica, control y microtecnología. Asimismo, los canadienses han propuesto un programa para inducir en el nivel primario y secundario una educación que promueva el espíritu de innovación, el autodesarrollo, la solución cooperativa de problemas y una práctica tecnológica novedosa. Buscan que la escuela cuente con:

Bancos de trabajo y herramientas, desarrollo de las artes visuales, estudios de los sistemas productivos, introducción de equipos hidráulicos, neumáticos y electrónicos, vinculación con la industria mediante estancias y la creación de empresas estudiantiles (35).

Estados Unidos creó en 1983 la denominada "National Commission on Excellence in Education" quien publicó el famoso reporte "Nation at Risk" (Nación en riesgo) quien orientó el debate educativo en torno de la excelencia -- requerida para lograr competir en el mercado mundial del futuro. La comisión propuso: fortalecer la ciencia y las matemáticas, endurecer la preparación de los maestros, relacionar el currículo con el mercado de trabajo y la industria, introducir la enseñanza de lenguas extranjeras, desde la primaria, aumentar el tiempo y la eficiencia del trabajo escolar, dotar al estudiante de un alfabetismo computacional. La discusión es bastante similar a la surgida en los sesentas cuando a raíz del lanzamiento del "sputnik" los norteamericanos propusieron reorientar su educación hacia la excelencia científica⁽³⁶⁾. Según la comisión actualmente: "the role of education is to buttress the economy in the 'trade wars' of the 1990's".⁽³⁷⁾ (el papel de la educación es apuntalar la economía en las 'guerras económicas' de los noventas).

La Unión Soviética, en el XXIX Congreso del Partido Comunista celebrado en 1986 acordó una reestructuración de la educación superior y secundaria⁽³⁸⁾. Los acuerdos fundamen

tales son:

- a) Poner el acento no solo en la cantidad, sino en la calidad de los especialistas, se trata de superar la especialización estrecha y vincular la escuela con la industria.
- b) Aumentar la calidad de la investigación y del personal de enseñanza: enviar profesores a las empresas para que ganen experiencia, reclutar especialistas muy calificados de la industria para llevarlos a la docencia, establecer estudios de posgrado y doctorales en las instituciones de educación superior (usualmente se imparten en institutos), llenar las nuevas plá-zas docentes sobre bases competitivas, establecer programas de educación continua para los especialistas.
- c) Transformar el proceso educativo: dar prioridad a la educación individualizada y activa, redu-cir el tiempo de conferencias y promover el tra

bajo tipo seminario, reducir la relación alumnos/maestro, incorporar las computadoras, desarrollar la enseñanza en condiciones similares a las de las empresas. Además se han creado Complejos Educación-Ciencia-Producción, que vinculan departamentos académicos, laboratorios de investigación y centros de desarrollo fabril.

- d) Investigación y desarrollo. Promover la investigación científica en las instituciones de educación superior, vincular las instituciones de educación con los institutos de investigación, duplicar la investigación básica y triplicar o cuadruplicar el diseño. El objetivo fundamental es la rápida introducción de nuevas tecnologías o descubrimientos científicos dentro del proceso productivo.
- e) Construcción y equipos. Crear 18 millones de metros cuadrados para estudio y laboratorio. Y 630.000 nuevos lugares en dormitorios estudiantiles, propios para el trabajo individual. Dotar

a la educación superior de 130.000 terminales de computadora; para que cada estudiante tenga mas de 200 horas de trabajo con la máquina (en el área técnica serán 500 hrs). Todo ello para 1990.

- f) Organización y Administración. Formar un complejo de estado único entre el Ministerio de Educación Superior, el Comité Agroindustrial del Estado y la Oficina del Consejo de Ministros para la Construcción de Máquinas. Además de controlaren todos los niveles el reentrenamiento.

Las propuestas soviéticas y norteamericanas se corresponden cercanamente, el énfasis de la URSS en la vinculación de la educación superior con la investigación y la industria pretende lograr un modelo universitario similar al norteamericano, por lo demás son parecidas. Esta situación denota la aguda competencia existente entre ambos sistemas sociales, y nos dá una idea del nivel general de exigencia científica y tecnológica en el cual

se debatirá la economía del futuro.

Notas al capítulo 4

- 1.- Para una descripción detallada de estas dos corrientes consúltese:
Friedrich List: Sistema Nacional de Economía Política (tr. Manuel Sánchez Sarto). Fondo de Cultura Económica, México, 1979, 408 p. (Vease en especial el cap. XII).
- 2.- Citado por:
Samuel Bowles y Herbert Gintis: La Instrucción Escolar en la América Capitalista, "la Reforma Educativa y Las Contradicciones de la Vida Económica. (tr. Pilar Mascaró Sacristan). Siglo XXI Eds., México, 1981. 377 p. (vease la p. 39).
- 3.- Citado por:
Robert M. Fulmer: Administración Moderna. (tr. Enrique Martínez), Ed. Diana, México, 1986, 608 p. (vease p. 83).

- 4.- Consúltese: Francisco Larroyo: Sistema de la Filosofía de la Educación. 3a. ed. Editorial Porrúa, México, 1980. 348 p. (vease el cap. III , Humanismo e Ilustración).

- 5.- Véase al respecto:

Geofrey Hubbard: Social and Educational Effects of Technological Change. British Journal of Educational Studies. Vol. XXXII, no. 2, p. 108-118, June 1984.

- 6.- Consúltese: Maurice P. Crosland (editor): Science in France in the Revolutionary Era, Described by Thomas Bugge. MIT Press, Cambridge Mass, 1969, 240 p.

- 7.- Véase: Joseph Ben-David: Fundamental Research -- and the Universities, some Comments on international differences. OECD, Paris, 1968, 112 p.

- 8.- S. Bowles y H. Gintis op. cit. p. 64-65.
- 9.- Hemos referido las palabras inglesas porque reflejan mejor el contenido técnico del proceso: "input" por entrada o materiales que entran al proceso, "output" por salida o producto.
- 10.- Robert N. Fulmer op. cit. p. 108-114.
- 11.- OCDE: Políticas de Enseñanza para la Década 1970-1980. OCDE- Ministerio de Asuntos Exteriores de España, Madrid, 1974. 151 p. (la cita corresponde a la página 64).
- 12.- John Passmore: Filosofía de la Enseñanza. (tr. Federico Patan), Fondo de Cultura Económica, México, 1983. 304 p. (vease el cap. III, Desarrollo de Capacidades)

- 13.- Paul E. Torrance: Educación y Capacidad Creativa. (tr. José Ramón Ballesteros), Ediciones Morova, - Madrid, 1977. 234 p. (véase en especial el capítulo 3, Problemas de la Salud Mental en Niños de Gran Capacidad Creativa, la cita corresponde a la pág. 64).
- 14.- Para la caracterización del trabajo en la tercera revolución industrial nos hemos basado en: Larry Hirschhorn: Beyond Mechanization, work and Technology in a Postindustrial Age. MIT Press, - Cambridge Mass., 1984, 188 p.
- 15.- Véase:
Michael Fores and John Pratt: Engineering: Cur - Last Chance. Higher Education Review, vol. 12, -- no. 3, p. 5-26, summer 1980.
- 16.- Consúltese Hirschhorn op. cit. cap. 12.

17.- Véase:

Masao, Minagawa: How to Make a Better semiconductor, Behind Trade Friction. Japan Quaterly, vol. XXXIV, no. 4, p. 358-362, october-december 1987.

18.- Al respecto consúltese:

William Birch: Towards a Model for Problem Based Learning. Studies in Higher Education, vol. II, no. 1, p. 73-82, 1986.

Nosotros sostenemos que la solución de problemas no substituye a las materias, sino las permea y enriquece.

19.- Conviene retomar los trabajos de la psicología -- de la gestalt sobre la creatividad; hoy casi olvidados, pues evitarían considerarla como un proceso puramente algoritmico o bien irracional y misterioso. Consúltese por ejemplo uno de los últimos trabajos de Kohler (1887-1967) ¿que es el pensar? en:

Wolfgang Kohler: Psicología de la Forma. (tr. José

Germain y Federico Soto), Biblioteca Nueva, Madrid, 1972. 214 p. (vease el cap. IV ¿Que es el pensar? p. 177-212).

20.- Ibidem p. 191: La solución es sencilla, al apreciar el problema parece difícil, pero se halla si reestructuramos el material, y trazamos la otra diagonal que al ir del centro a la circunferencia, coincide con el radio y por tanto, va le uno.

21.- consúltese:

Thomas S. Kuhn: La Tensión Esencial, Estudios --
Selectos Sobre la Tradición y el Cambio en el --
ámbito de la ciencia. (tr. Roberto Helier), --
CONACYT- Fondo de Cultura Económica, México, ---
1982. 382 p. (vease en especial el capítulo IX
tradición e innovación en la investigación cien-
tífica.

- 22.- Louis De Broglie: Papel que Desempeñan la Curiosidad, el Juego, la imaginación y la Intuición en la Investigación Científica. En Louis De Broglie: Por los Senderos de la Ciencia. (tr. Guillermo -- Sans Huelin), Espasa-Calpe, Madrid, 1963, 342 p. (la cita corresponde a la p. 286-7)
- 23.- Para elaborar la siguiente sección nos hemos basado en varios artículos, no siempre coincidentes, pero de ideas muy sugerentes cuyo listado damos a continuación:
- Harold G. Shane: Global Developments an Educational Consecuencias. In Kathryn Ciricione-Coles (Ed.): The Future of Education: Policy Issues and Challenges. Sage-Focus Editions. - Beverly Hills CA., 1981. 274 p. (veanse las p. 251-269).
 - Alan J.H. Newberry: Sociofutures, Techofutures, Biofutures. Education Canadá, Vol. 22, no. 2 p. 12-15, Summer, 1982.

- Pratt, David. Curriculum for the 21st Century, Education Canada. Vol. 23, no. 4, p.41-47. - Winter 1983.
- Riley E., Moynes: Megatrends and Education Future. Education Canada, Vol. 24, no. 3, p.4-8, Fall 1984.
- Edward Cornish: Educating Children for the 21st Century. Curriculum Review, vol. 25, no. 4, p. 12-17, march-april 1986.
- Gail, Caissy: Developing Curriculum for the Information Age, How Must Education Change to Meet Future Needs?. Education Canada, vol. 26, no. 2, p. 21-25, summer 1986.
- Yngve, Georg Lithman: For Better or worse: contemporary Social, cultural and Economic Changes in Europe and their significance for Cultural and Educational Policies. Westerns European Education, vol. XVIII, no. 3, p. 9-24, Fall 1986.

- Harland Cleveland. Educating Citizens and Leaders for an information-Based Society. The Education Digest, vol. LII, no. 1, p. 2-5, -- september 1986.

- Don E. Glines: Looking to the 21 st Century, Principals with Vision Needed to Make Schools Exiting Places of Learning. NASSP Bulletin, - vol. 71, no. 502, p. 92-101, november 1987.

- Toby J. Tetenbaum and Thomas A. Mulkeen: De- signing Teacher Education for the Twenty-First Century. The Journal of Higher Education, -+ vol. 57, no. 6, p. 621-636, november-december 1986.

- William Mckerlich: The Futurist and Schooling. Education Canada, vol. 27, no. 4, p.14-18, -- Winter 1987.

24.- Véase por ejemplo a:

Dale E. Shuttlewort: Hands on the Future: Addressing the Needs of the Concrete Learner in the Post-indus--

trial Age. Education Canada. vol. 27, no. 1, p.4-9, Spring 1987.

- 25.- Consúltese: Mark W. Semansky: Temperaturas Muy - Bajas y Muy Altas. (tr. María Teresa Toral). Ed . Reverte Mexicana, México, 1968, 140 p. veanse las páginas 109-115.
- 26.- Sherman et al. cuestionan varios enfoques de la ex celencia y proponen un sistema semidinámico, con-- súltese:

Thomas M. Sherman; L.P. Armistead; Forest Fowler; M.A. Barksdale and Glenn Reif: The Question of -
·Excelence in University Teaching. The Journal of Higher Edu-
cation, vol.58, no 1, p. 66-84, january-february 1987.
- 27.- Consúltese: Ted S. Hasselbring: Research on the -- Effectiveness of computer-Based Instruction: A Review. International Review of Education, vol. 32, no. 3, - p.313-324, 1986.

- 28.- Véase Russell L. Ackoff: Rediseñando el Futuro. (tr. Sergio Fernández Everest), Ed. LINUSA, México, 1985, 334 p. (consúltese el cap. 5 Educación).
- 29.- Gaston Mialaret: L' Evolution Technologique, La Societe et L' Education. International Review of Education. vol. 33, no. 3, p.317-329, 1987.
- 30.- Seth Chaiklin and Matthew W. Lewis: Will There Be Teachers in the Classroom of the Future?... But - we Don't Think About That. Teachers College -- Record. vol.89, no. 3, p. 431-440, spring 1988.
- 31.- M. Vere De Vaült, Kenneth Rouiller and Dean Sie--wert: Robotics and the Curriculum Adressing the Questions. Curriculum Review, vol. 25, no. 4, - p. 32-34, march-april 1986.
- 32.- D. John Martin: The Electronics and Control Techno-logy Domain of the Microelectronics Education Pro-gramme. British Journal of Educational Technology, vol. 18, no. 3, p. 232-246, october 1987.

- 33.- Haruo Nishinosono: Informatics in General Education: The Japanese Plan. Prospects, vol. XVII, no. 4, p. 539-546. 1987.
- 34.- Véase el anexo 1.
- 35.- Schuttleworth op. cit.
- 36.- Philip G. Altbach: 'A Nation at Risk': The Educational Reform Debate in the United States. Prospects, vol. XVI, no. 3, p. 337-347. 1986.
- 37.- Citado por Altbach p. 342.
- 38.- La revista "Soviet Education" dedicó íntegramente su doble número 9 y 10, del volumen 29, correspondiente a julio y agosto de 1987 a este importante acontecimiento y recomendamos leer en ella los siguientes artículos:
- Richard B. Dobson: Objectives of the Current Restructuring of Soviet Higher and Special

lized Secondary Education. p.5-25.

- Communist Party of the Soviet Union (CPSU), -
Central Committee of the USSR council of Mi--
nisters: The Fundamental Guidelines for the
Restructuring of Higher and Secondary Spe--
cialized Education in the Country. p.118-164.

- G.A. Iagodin: The Restructuring of the Higher
Education System and Continuing Education. --
p. 94-117.

- Iván F. Obraztsov: On the Paths of Restructur
ring Soviet Education. P. 55-77 (el autor es
el ministro de Educación Superior y Secunda-
ria especializada).

CAPITULO QUINTO :**OBSTACULOS Y OPORTUNIDADES.**

OBSTACULOS Y OPORTUNIDADES.

Los países en desarrollo tenemos frente a nosotros la gran oportunidad de incorporarnos a la tercera revolución industrial.

El éxito dependerá de la capacidad de los círculos dirigentes para entender los factores tecnológicos y culturales. La movilización de los vastos recursos materiales y humanos, demandados por el cambio, solo puede lograrse por la participación voluntaria y consciente. -- Unicamente si los ciudadanos se hallan vinculados por un ambiente cultural que tenga por fin último al hombre como creador; tendrán el ánimo de superar las dificultades. Para ello, debemos crear nuevas instituciones: científicas, educativas, productivas y artísticas que nos -- permitan dominar el futuro. Se trata de un acto de soberanía que comienza por la autodeterminación intelectual; única capaz de impedir que nos dediquemos a asimilar la tecnología mecanicista obsoleta y demos prioridad a los aspectos financieros de una economía ficticia.

Las oportunidades para el desarrollo se presentarán a -- condición de saber sortear los obstáculos, erigidos por

una organización económica anticuada y perversa.

5.1. Los Obstáculos.

El principal obstáculo para el desarrollo de la tercera revolución industrial es la cultura mecanicista que impera en la sociedad. Los administradores, economistas y políticos desprecian el factor científico-tecnológico, casi nunca lo incluyen en sus decisiones⁽¹⁾ y solo toman en cuenta factores monetarios de corto plazo. Un estudio de la Carnegie-Mellon University conducido por Cyert y De Groot determinó las seis variables más utilizadas por los administradores en la toma de decisiones⁽²⁾ estas -- son:

- 1.- Las ganancias corrientes por acción
- 2.- Las ventas corrientes netas en dólares
- 3.- El flujo corriente de caja
- 4.- El retorno corriente de la inversión
- 5.- El retorno corriente de valores hacia los accionistas
- 6.- Las nuevas órdenes recibidas

Recientemente Robert M. Solow, afamado economista del -- Massachusetts Institute of Technology; quien, hace años, -- formuló la siguiente relación Básica: El crecimiento --

económico es simplemente la suma del crecimiento en el capital y el trabajo; cada uno transformado por un coeficiente que refleja su contribución promedio al valor de los productos y también por una tercera variable que representa la productividad combinada del capital y el trabajo. Reconoció que su teoría que desprecia la importancia del capital (físico, la tecnología) fue llevada demasiado lejos, contribuyendo "a una severa sub-inversión", ya que, "ustedes no pueden tomar una planta vieja y enseñarle nuevos trucos"⁽³⁾.

Por esta razón. Robert Reich ha criticado a la llamada "administración científica" por dedicarse a los "negocios de papel"⁽⁴⁾; basados en trucos contables y actividades especulativas, que tienen por fin aumentar las ganancias sin nuevas actividades productivas.

Como las ganancias de las firmas no se obtienen del incremento en la eficiencia y la producción de bienes tangibles, los negocios de papel requieren de un virtuosismo financiero, legal y político. Por lo cual, las firmas se preocupan más por contratar abogados y financistas - que por poseer un buen cuerpo de ingenieros y concluye Reich:

"Ours is becoming an economy in which resources circulate endlessly among giant corporations, investment bankers, and their Lawyers, but little is Produced".... "Paper entrepreneurialism" thus has a self-perpetuating quality that, if left unchecked, will drive the nation into further decline".

(4, a, p. 56-58). ("A nosotros está llegando una economía en la cual los recursos circulan interminablemente - entre las grandes corporaciones, los inversionistas bancarios y sus abogados, pero poco se produce"... "Los negocios de papel tienen entonces la cualidad de autoperpetuarse, y si se les deja sin control, pueden conducir a la nación hacia la decadencia ulterior").

Desde la postguerra el economista francés Jacques Rueff, quien fuese asesor de Charles De Gaulle, denunció la creación de "falsos valores" que producen "falsos derechos" - capaces de destruir a la sociedad⁽⁵⁾. Si alguna entidad económica logra, por medio de la manipulación política, comercial o financiera, elevar los precios por encima de su valor físico se habrá generado un falso valor; este le dá derecho a retirar del conjunto de la riqueza social -- una porción mayor que aquella que legítimamente le corres

pondría, se establece así un "falso derecho".

Esta situación concentra la riqueza y el circulante en manos de quienes han creado los falsos valores; en ese caso el Estado debe decidir si detiene la producción de falsos valores; o bien se convierte en cómplice y -- promotor de la misma mediante la emisión de moneda sin respaldo; que es también un falso valor. Al producirse la inflación se reduce el consumo de la población, esta reducción es la que sirve para saldar los falsos valores emitidos. Tal situación sólo puede persistir mediante la coerción autoritaria, el racionamiento y la desaparición de la libertad política y económica.

El sociólogo Gerhard Lensky⁽⁶⁾ ha postulado que la distribución se realiza sobre la base de dos principios contradictorios la necesidad y el poder.

La necesidad determina el reparto de riqueza necesaria para asegurar la sobrevivencia y la productividad continuada. En tanto, que el poder determina la distribución del excedente económico.

Cabría añadir que el poder no sólo determina la distribución del excedente, sino también del déficit; además, el poder arbitrario al margen de todo control social asegu-

ra una distribución ilegítima incapaz de garantizar la productividad y el desarrollo, y conduce a la decadencia.

Así la emisión de moneda inconvertible por parte de los Estados Unidos constituye una gigantesca emisión de "falsos valores", dicha emisión fue colocada bajo la forma de préstamos y el servicio de dicha deuda, al fijarse arbitrariamente por encima del crecimiento real de la economía, obliga a reducir el consumo de la población, para generar un ahorro forzoso que permite transformar los "falsos derechos" en verdaderos.

En última instancia, los falsos valores de la deuda internacional se crearon y se cobran mediante un mecanismo de coerción política y militar, situación generadora de conflictos que se resuelven mediante una arbitrariedad cada vez mayor, que pretende apuntalar la realización de los falsos valores. Así se determina un verdadero círculo vicioso que destruye la producción y la infraestructura; cancela la libertad humana, y condena al ciudadano a la obediencia mecánica y acrítica.

En estas condiciones no es posible la creatividad, ni

el desarrollo Científico-Tecnológico.

La detención del progreso es parcialmente resultado de una teoría económica y administrativa incorrecta, pues también existen fuerzas sociales que buscan este resultado en forma explícita.

Hace tiempo George Orwell en su novela 1984⁽⁷⁾, escrita en 1949, sustentó que la cancelación del progreso científico-tecnológico es una forma de control político: "La Ciencia y la Tecnología se desarrollaban a una velocidad prodigiosa (...) cuando aparecieron las grandes máquinas, se pensó lógicamente que cada vez haría menos falta la servidumbre del trabajo y que esto contribuiría en gran medida a suprimir las desigualdades en la condición humana (...) Pero también resultó claro que un aumento de bienestar tan extraordinario amenazaba con la destrucción- era ya, en sí mismo, la destrucción- de una sociedad jerárquica (...) porque si todos disfrutasen por igual del lujo y del ocio, la gran masa de seres humanos, a quienes la pobreza suele imbecilizar, aprenderían muchas cosas y empezarían a pensar por sí mismos; y si empezaban a reflexionar, se darían cuenta más pronto o más tarde que la minoría privile--

giada no tenía derecho alguno a imponerse a los demás y acabarían barriendoles. A la larga una sociedad jerárquica sólo sería posible basándose en la pobreza y en la ignorancia. Regresar al pasado agrícola-como querían algunos pensadores de principios de este siglo- no eran una solución práctica, puesto que estaría en contra de la tendencia a la mecanización, que se había hecho casi instintiva en el mundo entero, y, además, cualquier país que permaneciera atrasado industrialmente sería inútil en un sentido militar y caería antes o después bajo el dominio de un enemigo bien armado.

Tampoco era una buena solución mantener la pobreza de las masas restringiendo la producción ... (porque)... las privaciones que infligían eran innecesarias, despertaba inevitablemente una gran oposición. El problema era mantener en marcha las ruedas de la industria sin aumentar la riqueza real del mundo. Los bienes habían de ser producidos, pero no distribuidos. Y, en la práctica, la única manera de lograr esto era la guerra continua".

Por eso el lema de la república de Orwelliana era: "la guerra es la paz".

Posteriormente Aldous Huxley⁽⁸⁾ revisó el escenario de Orwell ... "La sociedad descrita en 1984 es una sociedad regulada casi exclusivamente por el castigo y el miedo que el castigo inspira. En el mundo imaginario de mi propia fábula, el castigo es poco frecuentemente y generalmente moderado. El dominio casi perfecto que ejerce el gobierno se logra por el apoyo sistemático a la conducta deseable, por muchas clases de manipulación casi no violenta, tanto físicas como psicológicas, y por la normalización genética"... (p. 14) y en otro capítulo.

... "Es perfectamente posible para un hombre estar fuera de la cárcel y, sin embargo, no estar en libertad; estar sin ningún constreñimiento físico y, sin embargo, ser psicológicamente un cautivo obligado a pensar, sentir y obrar como los representantes del estado nacional o de algún interés privado dentro de la nación quieran que se piense, sienta y obre. Nunca habrá nada parecido a un mandamiento de habeas mentem, pues no hay jefe de policía o carcelero que pueda presentar ante un tribunal una mente ilegalmente encarcelada ni nadie cuya mente hubiera sido hecha cautiva por los métodos reseñados

en capítulos anteriores estaría en condiciones de quejarse de su cautiverio. La Naturaleza de la compulsión psicológica es tal que quienes actúan constreñidos permanecen con la impresión de que están obrando por propia iniciativa. La víctima de la manipulación de la mente no sabe que es una víctima. Los muros de su prisión son invisibles para ella. Se cree libre. Su falta de libertad sólo se manifiesta a otros es una servidumbre estrictamente objetiva"... (págs. 160-161)

Por lo menos existen algunos sectores vinculados a los "negocios de papel" que buscan sostener su hegemonía sobre la base de impedir el progreso científico y tecnológico del adversario y para ello utilizan la manipulación psicológica y la difusión de teorías económicas perversas.

Como ya hemos explicado, los "negocios de papel" y su pirámide especulativa, transforman sus "falsos derechos" en verdaderos, mediante una transferencia neta de riqueza de los países subdesarrollados hacia los industrializados. El mecanismo se cumple por el método de canjear los intereses de la deuda externa (falsos valores) por

exportaciones. Estas son cubiertas por los países del tercer mundo con materias primas y bienes de consumo.

Si de alguna manera los países subdesarrollados lograsen hacerse de una industria moderna, buscarían transformar sus propias materias primas, tornándose competidores de los países industrializados, con la ventaja de que la tecnología los dotaría de poderío militar.

En un estudio de la OECD publicado en 1979 se hace notar la dependencia de los países avanzados de las materias primas provenientes del tercer mundo y se alerta respecto a la posibilidad de que los intereses de los países en desarrollo no conduzcan al abasto del mercado mundial ⁽⁹⁾ ¿que interés podría tener un país árabe en vender más petróleo si tiene satisfechas sus necesidades financieras?.

Por esta razón se ha buscado acentuar la dependencia financiera y tecnológica. Al extremo de que algunos economistas como Fred Hirsch han propuesto la "desintegración controlada" de la economía mundial como forma de asegurar el dominio.

Hirsch, ex-asesor del FMI, afirmó:

"... El sector en vías de desarrollo, en el actual -- balance y estructura del poder político y económico, observa la creciente politización abierta de la economía internacional como la oportunidad para forjar un nuevo orden económico mundial más favorable a sus intereses. En contraste..., los gobiernos de occidente ven la politización como una amenaza, tanto para la prosperidad económica, como para la armonía política"....⁽¹⁰⁾ (p. 48).

En consecuencia, para detener este movimiento a favor de un nuevo orden económico internacional, que se dió en los setentas , Hirsch recomienda:

"... Cierta grado de desintegración controlada en la economía mundial, es un objetivo legítimo para los -- ochentas y es el propósito más realista para lograr - un orden internacional moderado. Un problema normativo central de este orden, en los años venideros, es - como asegurar que la desintegración ocurra efectivamente de una manera controlada, y no se convierta en una espiral de proteccionismo dañino".⁽¹⁰⁾ (p. 49).

Lograr un orden económico moderado en los países sub-

desarrollados e impedir su industrialización es un objetivo corriente de la política financiera internacional.

Instituciones como el Banco Mundial han ejercido una influencia perniciosa para promover que los países en desarrollo no tengamos acceso a la alta tecnología, y utilicemos "tecnologías apropiadas" con uso intensivo de la mano de obra. Así en un documento de circulación restringida, luego se comprenderá el porque, el Banco Mundial⁽¹¹⁾ afirma:

"The shortage of capital in developing countries forces a choice between concentrate investment that will increase the productivity and incomes of a relatively small number of workers, or making much lower investments per capita to raise the productivity of the mass of people in the country. The latter, more equitable course, leads directly to the requirement for technologies that require low inputs of capital and scarce skills so that they can be extended on a scale commensurate to the need.

The use of appropriate technologies consequently demands

a recognition on the part of technology users in developing countries: that in order to improve the lot of the vast majority of people they must, at least in the short-run, accept standards of service and levels of "modernity" lower than those might be found in more developed -- countries". (sic. p. 5) (12).

Este párrafo pretende desplegar una "estructura de creencias" capaz de justificar lo injustificable; mas por tratarse de un documento de circulación restringida termina por admitir sus propósitos.

Resulta absurdo hablar de combatir la "escasé de capital" con "tecnologías apropiadas" y uso intensivo de la mano de obra. Hablando en términos reales: "escasé de capital" significa falta de capital físico (tecnología) y resulta absurdo combatir la falta de tecnología con técnicas primitivas y fuerza muscular; precisamente los países avanzados lo son por su capacidad científico-tecnológica. Como se aprecia se trata de disfrazar la realidad, equiparando capital con dinero, y este es el truco sobre el que descansa toda la falsa economía. También es incorrecto afirmar que la "tecnología apropiada"; es mas equitativa que la "tecnología avanzada, por el solo hecho de que requiere mas intervención humana, por el contrario, como la productividad física --

es muy baja, el producto per cápita, será muy raquítico y los niveles de vida muy bajos. Por otra parte la tecnología intensiva, no solo genera empleos directos. La propia realidad nos lo prueba: el mayor desempleo y los niveles de la vida más bajos no se presentan en Estados Unidos, Japón o Alemania, sino en el tercer mundo.

— Por lo demás, resulta inadmisibile "aceptar estandares de servicio y modernidad inferiores a los que deben hallarse en los países más desarrollados". Pero si analizamos la afirmación en términos de la economía real descubriremos su verdadero significado: si las tecnologías apropiadas producen "estandares de servicio y modernidad inferiores" esto implica que no son competitivas en el mercado mundial y no pueden canjearse por nada, ¿acaso se pretende la autarquía de los países menos desarrollados? ¡no!, por el contrario, deberemos financiar nuestras importaciones con lo único exportable: materias primas. ¡he aquí el verdadero objetivo!

En el mismo documento el Banco Mundial discute el uso de la tecnología apropiada en la construcción civil:

"The economic feasibility depends on the productivity of the various technologies and the relative prices of labor (wage rate) and equipment. Productivity of labor -- can be increased significantly by the use of superior tools and high incentives. With improved labor productivity, labor-intensive methods can be fully competitive with equipment-intensive methods for wages under US \$1.00 per day at present (1976) prices for equipment and fuel. For wages above US \$2.00 per day, labor-intensive methods are unlikely to be economically justifiable. Of course, these "break-even wages" would change as the price of -- equipment and fuel increases."(p. 88 y 89)¹³.

Este párrafo, es una invaluable muestra de la forma en la cual se aplica la "administración científica" para hacer rentable lo antieconómico.

En primera instancia, se determina en el mercado el precio del producto, se descuentan los costos del equipo, los combustibles y la ganancia; lo que resta constituye el salario, de este se descuenta otra cantidad que se devuelve bajo la forma de incentivo a fin de impulsar el ánimo del trabajador. Si las condiciones cambian se repi

te el cálculo de tal forma que siempre existan ganancias aceptables, la empresa no pierde, el valor ficticio generándolo salda el trabajador con la reducción de sus niveles de vida e incluso con la pérdida de la salud, pero esto no importa, pues existe abundante mano de obra barata.

Hay quien sostiene que los países industrializados -- trasladarán su industria hacia países con bajos salarios y se concentrarán en el área de los servicios, -- puesto que marchan hacia la sociedad post-industrial. En consecuencia, proponen atraer al capital extranjero ofreciéndole bajos salarios, libre convertibilidad de ganancias, materias primas baratas y condiciones políticas favorables. Esta apreciación es demasiado simplista. De acuerdo con Daniel Bell⁽¹⁴⁾ la sociedad post-industrial se caracteriza por cinco dimensiones:

- 1.- Sector económico: el cambio de una economía productora de mercancías a otra productora de servicios.
- 2.- Distribución ocupacional: La preeminencia de las clases profesionales y técnicas.

- 3.- Principio axial: La centralidad del crecimiento teórico como fuente de innovación formulación política de la sociedad.
- 4.- Orientación futura: El control de la tecnología y de las contribuciones tecnológicas.
- 5.- Tomas de decisión: La creación de una nueva "tecnología intelectual". (p. 30).

Como se puede observar, la premisa fundamental se halla en el punto primero, y las demás se derivan de esta. - En sentido estricto, significa la creación de la sociedad de los "falsos valores", de aquella que poco produce y de mucho se apropia; o para decirlo más claramente una sociedad que se dedica a actividades improductivas y tendrá que ser abastecida por otros. El mundo se dividirá en dos: de una parte estarían los "Technolords" (tecno-señores) y de otra los "Technoserfs" (tecno-siervos)⁽¹⁵⁾.

Esta situación, solo se puede mantener si los países -- avanzados aseguran su área de influencia. En consecuencia, deberán producir, por lo menos, armamentos; pero dadas las características de la guerra moderna, cada esta

do nacional desarrollado deberá contar con investigación científico-tecnológica y una industria avanzada en las áreas: Siderúrgica, Electrónica, Aeroespacial, Nuclear, Química, etc.

Por ello Zbigniew Brzezinski, quien fuese Asesor Nacional de Seguridad del Presidente Norteamericano Carter afirma:

"To maintain both mutual strategic security and conventional global flexibility, the United States must exploit and protect its major asset: Technological Superiority... without American technological superiority, the Soviet Union would probably already today enjoy a decisive strategic and conventional advantage, with all the far-reaching geopolitical consequences that implies."⁽¹⁶⁾ (p. 184).

El nombre de post-industrial puede inducir a confusión; ciertamente la infraestructura industrial de Estados Unidos se halla en decadencia a causa de un manejo económico, sustentado en la generación de falsos valores, las fuerzas que se benefician de esta situación promueven la creación de una sociedad post-industrial basada en los servicios; pero la competencia militar con el -

Este y la competencia intercapitalista impedirán la realización de este sueño. Lo que habría de producirse será una sociedad hiper-industrial basada en la automatización, efectivamente el número de obreros disminuirá drásticamente y un mayor número de personas se dedicarán a labores de ingeniería, diseño e investigación y desarrollo, todas estas actividades relacionadas con la producción⁽¹⁷⁾. Pero eso será justamente una sociedad hiper-industrial dotada de una gran capacidad productiva.

Transitoriamente algunos países desarrollados pueden deshacerse de sus plantas obsoletas, mediante el expediente de trasladarlas al tercer mundo, y volverlas rentables por los métodos de la "administración científica" y la reducción salarial. Sin embargo, en la medida en que se desarrolle la automatización en los países avanzados y aumente la productividad, la fiabilidad y la innovación. Las viejas plantas se volverán económicamente inútiles e incapaces de competir, una vez cerradas, habremos de importar los bienes industrializados y para lograr pagarlos deberemos exportar materias primas. Fundamentalmente metales, pues estos tienen -

la particularidad de que los métodos primitivos no se plasman en el producto, así un kilogramo de oro, es oro y no se nota si fue extraído por esclavos. Este proceso ya es una realidad 450,000 personas trabajan en la selva brasileña como gambusinos en busca de oro, una de estas minas primitivas "Serra Pelada" tiene -- 61,500 trabajadores, quienes reciben un raquítico salario y trabajan sin maquinaria, abundan la hepatitis, la tuberculosis y el paludismo⁽¹⁸⁾.

Esta clase de trabajo es denominado por Lenski "slave-labor" (trabajo-esclavo) y como acertadamente afirma este autor:

".... Este tipo de trabajo es mucho más adecuado para trabajo semicalificado o no calificado que para tareas que requieren calificación o entrenamiento profesional. Las personas que viven a nivel de subsistencia y motivadas solo por el miedo usualmente no trabajan bien en las posiciones profesionales mas demandantes. En vista de los rápidos avances tecnológicos que continuamente reducen la necesidad de trabajo no calificado, es improbable que cualesquiera de las naciones industriales más avanzadas pudiese acudir al trabajo-esclavo por propósitos económicos. Si una casta de trabajo-esclavo pu-

diese desarrollarse en el futuro cercano esto podría ser mas probable en Asia, Africa o América Latina, o sólo en países que hoy efectúan la dolorosa transición hacia el industrialismo. En cualesquier sociedad en industrialización que devenga bajo control totalitario, una casta de trabajo esclavo bien podría ser rentable por un tiempo, por lo menos, cuando así lo juzgue conveniente la élite política desde su punto de vista". (p.388)⁽¹⁹⁾

Debe notarse que cuando Lenski habla de industrialización se refiere a la industria mecánica tradicional, pues su libro escrito en 1966 no contempló la tercera revolución industrial; por lo demás, resulta claro que un régimen que obtiene su rentabilidad abatiendo los salarios sólo puede sustentarse en la coerción económica y la dictadura.

Evidentemente, la idea de industrializarnos sobre la base de los desechos tecnológicos de otros países, conduce a la descapitalización a la transferencia neta de recursos y a la pérdida de la libertad. Sin duda, existen intereses poderosos que buscan uncirnos a la dependencia perene. Sus ideas se disfrazan e introducen: Estudian los "perfiles psicológicos", fabrican "estructu-

ras de creencias", crean "ambientes controlados"; sus víctimas rara vez perciben los aviezos objetivos.

La esclavitud producida por la deuda, se presenta como un fenómeno inevitable; se encadena la economía a los dictados del FMI, se abaten los niveles de Vida, Educación y Salud. Este proceso desemboca en la introducción de un "pesimismo cultural" contrario al progreso: La tecnología se reduce a mera fuente de contaminación. Se propala que los recursos naturales se agotarán inevitablemente y que debemos habituarnos a vivir en un mundo de penurias, donde lo inaceptable se vuelve aceptable. Se dice que la escasez demanda la reducción de la población y se exige el retorno a las tecnologías autóctonas y primitivas, quien aún sostiene la necesidad de la ciencia y la técnica moderna es presentado como agente vendedor de una transnacional o acusado de despreciar al pueblo y su sabiduría tecnológica ancestral, multitud de "guardias rojos" se unen a esta "revolución cultural antimperialista" y propalan que el futuro de la nación se halla en: las chinampas, los jumiles, el amaranto, el pico, la pala, la coa y el trabajo manual de la comunidad, desde luego este "retorno a nuestras -

raices" esta financiado por multitud de fundaciones - extranjeras e instituciones transnacionales.

También, los libros de texto gratuitos han abandonado la "filosofía optimista" de la época del Presidente Adolfo López Mateos y hoy promueven el conformismo:

"En un país como el nuestro, que tiene poco dinero y - abundante población, es importante darles trabajo a to- dos y no gastar mucho dinero en maquinaria muy compli- cada que dejaría a mucha gente sin trabajo"⁽²⁰⁾ (sic, p.164)

Debemos comprender: no existe otro camino para garanti- zar la soberanía nacional que la posesión de medios tec- nológicos y científicos equiparables a los mejores de - cualesquier país. La potencia humana no radica en la ca- pacidad de efectuar trabajo muscular, sino en la astu- cia y la inteligencia que pone a trabajar a la naturale- za y emancipa al hombre haciéndolo creador.

Erich Fromm ha dicho que el "Mundo Feliz", de Huxley, y - "1984", de Orwell, son utopías negativas:

"1984 es la expresión de un estado de ánimo, pero tam- - bién es una advertencia consistente en que a menos de - que cambie el curso de la historia, los hombres de todo el mundo perderán sus cualidades más humanas, se conver

tirán en autómatas indolentes, y ni siquiera se percatarán de ello".⁽²¹⁾

Efectivamente, el reto es cambiar el curso de la historia.

5.2. Las Oportunidades.

Puesto que la economía de los "falsos derechos" se sustenta en la coerción política autoritaria; ha de combatirsele con una fuerza política democrática - capaz de neutralizar los "falsos derechos" y dominar el futuro.

Preservar la libertad creadora del hombre, destruir la economía ficticia y dotar a los ciudadanos de los conocimientos científicos, tecnológicos y culturales que los hagan dueños de su época, es una sola y la misma cosa.

No desconocemos que vivimos situaciones difíciles: todos somos producto de las circunstancias, pero siempre debemos ser mucho más grandes que las circunstancias. Se trata de restituir el "optimismo cultural" -- sustento de la civilización occidental; debemos retomar la fé en el progreso y la capacidad del hombre para crear un mundo de justicia y paz. Tenemos que reencontrarnos como seres autoperfectibles y forjar un nuevo renacimiento. No se trata, nótese bien, de una cre-

encia ciega y pueril; detrás de este optimismo subyace el reconocimiento del paralelismo psicofísico" y que hay algo de común entre la estructura del universo material y las leyes de la mente humana. Esto implica: la racionalidad del mundo físico, la capacidad del intelecto para prever los resultados de sus acciones, mediante hipótesis, y cuando ellas son correctas, poseemos la posibilidad de gobernar coherentemente los procesos naturales; cuando así ocurre, contribuimos al desarrollo del Universo; por el contrario, las intervenciones irracionales causan la destrucción y -- el deterioro de nosotros y la naturaleza; se configura de esta de esta manera una ética racional y objetiva.

En el reconocimiento de la potencia intelectual, de todos y cada uno de los hombres, se sustenta la sociedad democrática. Si identificamos esta capacidad creadora veremos en cada ser humano a alguien capaz de acrecentar la riqueza común; por el contrario, si la negamos concebiremos a los demás como competidores potenciales, y veremos en ellos enemigos a los que hay que someter y eliminar. El primer concepto determina una sociedad basada en el desarrollo continuado de las capacidades

productivas de los ciudadanos. El segundo crea una economía falsa y perversa fundada en el saqueo, la degradación y la violencia.

Hemos abolido la esclavitud de los cuerpos, hoy debemos eliminar la esclavitud de las mentes y de la po-breza deliberada.

Las naciones jóvenes tenemos condiciones culturales - favorables a la tercera revolución industrial, la mentalidad mecanicista ha permeado menos a nuestras sociedades, el individualismo es menos extremo, tenemos tradición de trabajo en equipo y mayor solidaridad social. Si rechazamos la tecnología obsoleta y nos enfocamos a poseer y desarrollar tecnología de frontera tendremos un lugar en el futuro. La economía física ha de ser la brújula que oriente la participación de todos en las decisiones y garantice el continuo desarrollo de nuestras fuerzas productivas. Debemos legislar para garantizar una economía sana que obligue al mejoramiento incesante de la técnica y la calidad. Es preciso elaborar "normas evolutivas", previsoras de los nuevos avances y capaces de garantizar la competitividad de nuestros productos; también debemos establecer "normas evolutivas" de eficiencia productiva para impulsar el de-

sarrollo técnico de los procesos industriales y agrícolas. Esto exigirá la creación de institutos nacionales de investigación y desarrollo, y la obligada dedicación de una parte de las ganancias para financiarlos. Debemos vigilar que el incremento de las ganancias no se haga por la vía del aumento de precios; sino por medio -- del abatimiento de los costos, derivados de la modernización tecnológica y la mayor eficiencia termodinámica. Es prioritario determinar los frentes de trabajo científico-técnico en los cuales concentraremos esfuerzos⁽²²⁾, para colocarnos a la frontera del conocimiento y la producción mundial.

En consecuencia, requerimos constituir academias de ciencias y artes donde se concentre el talento necesario para vencer los retos y cuando sea necesario, deberemos importar los recursos humanos indispensables a -- condición de crear nuestras propias escuelas científico-tecnológicas.

La generación de un nuevo sistema educativo acorde con las necesidades de la tercera revolución industrial es indispensable, porque el factor humano es el eje del desarrollo científico, tecnológico y cultural. A fin de que

el sistema educativo no se aleje de la innovación deberá hallarse vinculado a los centros de investigación y desarrollo.

La continua educación de la ciudadanía se volverá imprescindible y tendrá que ser organizada cuidadosamente.

La educación de los adultos debe ser estudiada con atención y desarrollada para lograr, en el menor tiempo posible, la incorporación de las grandes masas semianalfabetas a la tecnología moderna.

El ocio deberá ser aprovechado para actividades creativas que garanticen el desarrollo cultural continuado; - porque no existe sociedad democrática sin una sólida - tradición cultural humanista.

La cultura, es un proceso acumulativo: abarca los éxitos del pasado, nos dota de las herramientas para edificar el futuro y su continuidad radica en la educación.

La economía verdadera es un mutuo educarse en los logros de los demás, un continuo aprender e inventar, se basa en el diálogo permanente de los iguales que construyen una naturaleza cada vez más humanizada. La tercera revolución industrial elimina la necesidad del trabajo repetitivo y mecánico; establece la innovación continua

y exige ciudadanos creativos y cultos. El problema es triba en dirimir: si la tercera revolución industrial será para todos o para unos cuantos; o de otra manera, si los recursos tecnológicos se usaran para asegurar la violencia postración de la mayoría, o bien servirán para garantizar el acceso a la creatividad de todos los seres humanos.

Para neutralizar a la falsa economía sólo poseemos dos caminos: la educación o la coerción; más la sociedad democrática no puede apoyarse en la coerción masiva sin destruirse a sí misma.

La educación ha de ser el puntal que forje el nuevo curso de la historia. Requerimos de una nueva pedagogía generadora de ciudadanos pensantes y no de entes mecanizados y acríticos, hacedora de hombres capaces de legislar su destino. El rumbo equivocado que hoy seguimos está determinado: más por la ignorancia, que por la cobardía. Necesitamos un nuevo siglo de las luces: que forje grandes ideas, realice grandes proyectos y nos regale la libertad creadora del arte. Cuando la inteligencia domine los ríos, el átomo y el secreto de la vida, habrá espacio para lo grandioso y to-

dos los hombres serán poetas. Habrá triunfado la razón sobre la barbarie, la voluntad sobre la impotencia y podremos llamarnos plenamente humanos.

Notas al capítulo 5

1.- Véase:

Mario Waissbluth: Hacia una metodología de planeación del desarrollo tecnológico y productivo. En Marisol Pérez Luzaur, Arturo Castaños y José Antonio Esteva (comps.) Articulación Tecnológica y Productiva. Centro para la Innovación Tecnológica-UNAM. México, 1986, 217 p. (el trabajo referido se halla en las págs. 61-85).

- 2.- El estudio fue realizado por: Richard Cyert y Morris De Groot en 1982 y es citado por Robert U. Ayres: The Next Industrial Revolution, Reviving Industry Trough Innovation. Ballinger Publishing Co. (Harper & Row Pub.), Cambridge Mass. 1984, - 248 p. (vease las p. 235-240)

3.- Citado Por:

Ralph Landau: U.S. Economic Growth. Scientific American, vol. 258, no. 6, 0. 26-34, june 1988. - (la cita corresponde a la p. 29).

- 4.- Los trabajos de este autor son muy interesantes y recomendamos los siguiente:
- a) Robert B. Reich: The Next American Frontier. Atlantic Monthly. March 1983 (p. 43-58) and april 1983 (p. 97-108).
 - b) Robert B. Reich: The Next American Frontier. Times Books, New York, 1983, 324 p.
- 5.- Jaques Rueff: El Orden Social. (tr. José Ma. Pallas), Aguilar Madrid, 1964, 578 p.
- 6.- Gerhard Lenski: Power and Privilege: A Theory of Social Stratification. Mc Graw-Hill Book Co., -- New York, 1966, 495 p. (vease en especial el cap. 3. The Dynamics of Distributive Systems).
- 7.- George Orwell: 1984. (tr. Rafael Vázquez Zamora), 6a. Ed. Ediciones Destino, México, 1984, 266 p.

8.- Consúltese:

Aldous Huxley: Nueva Visita a un Mundo Feliz. -
(tr. Miguel de Hernani), Col. Literaria Contempo
ránea no. 7, Ed. Origen-Planeta, México, 1985, -
176 p.

9.- Organization for Economic Co-operation and Deve-
lopment (OECD): Facing the Future; Mastering the
Probable and Managing the Unpredictable. Inter--
futures, OECD, París, 1979, 426 p. (vease la parte
referente a los minerales).

10.- Citado por José Manuel Alvarez Manilla y cols: La
Invención, Innovación y Difusión de la Tecnología
Educativa en México. GEFÉ-SEP, México, 1982, 206 p.
(vease el capítulo III, las citas corresponden a
las págs. 48 y 49).

11.- World Bank: Appropriate Technology in World Bank
Activities, World Bank, S/L , july 19, 1976. 90 p.

12.- Hicimos la transcripción literal para evitar cualquier deformación involuntaria de su pensamiento, damos ahora la traducción:

"La escasez de capital en los países en desarrollo, fuerza a elegir entre la inversión concentrada que incrementa la productividad y el ingreso de un relativamente pequeño número de trabajadores, o hacer mucho menores inversiones per cápita para elevar la productividad de la masa de gente en el país. Lo último, es un curso más equitativo, conduce directamente a requerir de tecnologías que necesitan baja demanda de capital y pocas habilidades por eso ellas pueden ser extendidas a una escala conmensurable con las necesidades. Consecuentemente el uso de tecnologías apropiadas demanda el reconocimiento por parte de los usuarios de la tecnología en los países en desarrollo que a fin de satisfacer a la vasta mayoría del pueblo ellos deben, por lo menos en el corto plazo, aceptar estándares de servicio y "modernidad" inferiores a los que deben hallarse en los países más desarrollados".(11 p.48)

13.- Damos aquí la traducción:

"La factibilidad económica depende de la productividad de varias tecnologías y de los precios relativos del trabajo (tasa salarial) y del -- equipo. La productividad del trabajo puede incrementarse significativamente por el uso de herramientas superiores y altos incentivos. Con la mejora en la productividad del trabajo, los métodos de trabajo-intensivo pueden ser plenamente competitivos con los métodos de equipo-intensivo para salarios por debajo de US \$ 1.00 - por día con los precios presentes (1976) para - equipo y combustible. Para salarios superiores a US \$ 2.00 por día, los métodos de trabajo-intensivo son económicamente poco justificables. Por supuesto esos "límites salariales de ruptura" pueden cambiar en cuanto el precio del equipo y el combustible se incrementen". (11 p.88-89).

14.- Véase:

Daniel Bell: El Advenimiento de la Sociedad Post-industrial, un intento de pronosis

Social. (tr. Raúl García y Eugenio Gallego), Alianza Editorial, Madrid, 1986, 578 p.

15.- Así los denomina Mc Kerlich, Consúltese:

William Mc Kerlich: The Futurist and Schooling. Education Canada, vol. 27, no. 4, p. 14-18, -- winter 1987.

16.- La cita esta tomada de:

Zbigniew Brzezinski: Game Plan, A Geóstratégic Framework for the Conduct of the U.S. - Soviet - Contest. The Atlantic Monthly Press, Boston, -- 1986, 288 p.

Traducimos la cita:

"Para mantener la seguridad estratégica mutua - y la flexibilidad global convencional, los Estados Unidos deben explotar y proteger su mayor - ventaja: La superioridad tecnológica . (...) Sin la superioridad tecnológica Norteamericana, la - Unión Soviética probablemente disfrutaria hoy --

día de una ventaja decisiva estratégica y convencional, con todas las extensas consecuencias geopolíticas que ello implica". p. 184

- 17.- Para una crítica del concepto de sociedad post-industrial vease: I.A. Glover: How the West - was Lost? Decline in Engineering and Manufacturing in Britain and the United States. Higher Education Review, vol. 17, no. 3, p. 3-34, --- summer 1985.
- 18.- Véase al artículo periodístico de:
Marlise Simons: Fiebre del Oro en Brasil. Seleccionaciones del Reader's Digest. Tomo XCVII, no. 574, p. 33-34, septiembre de 1988.
- 19.- Lenski op. cit. p. 388, traducción nuestra.
- 20.- La cita corresponde al libro de Ciencias Naturales del sexto grado, pero todos los libros están plagados de estos conceptos.
vease:

Secretaría de Educación Pública: Ciencias Naturales, Sexto Grado. Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos. México, 1969, 240 p. (la cita corresponde a la p. 164).

- 21.- Erich Fromm: 1984, la Utopía Negativa de Orwell. - Revista Ambito, vol. 1, no. 8, p. 54-63, México, - abril 1984. (la cita corresponde a la p. 54).
- 22.- Véase: Waissbluth op. cit. p. 73.

CAPITULO SEXTO :
CONCLUSIONES.

C O N C L U S I O N E S

El presente estudio se propuso desarrollar un marco de referencia para la planeación social y educativa, desde una perspectiva holística e integradora. Consideramos que la arbitraria separación entre ciencias sociales y ciencias naturales es insostenible y perjudicial. La actividad humana debe concebirse en cuanto proceso socio-natural; porque la sociedad ha sido creada para dominar a la naturaleza y solventar las necesidades humanas; de ahí el papel fundamental de la ciencia y la técnica, bases sobre las cuales se erige el quehacer social. Sin embargo, la técnica y la ciencia no florecen al margen del concepto humanista; pues solo cuando se concibe al hombre como creador se buscan artificios que nos liberen del enajenante trabajo muscular, y le permitan desplegar sus capacidades intelectuales. Por eso, la ciencia y la técnica modernas surgen con el renacimiento preñadas de la filosofía de la humanitas.

La tecnología aumenta la potencia productiva del trabajo humano y mediante la introducción de fuentes de

energía, cada vez más poderosas, permite al hombre la transformación creadora y coherente de la naturaleza. La evolución de la biosfera es ya responsabilidad humana y debemos asumirla mediante la planeación consciente: dominamos las transformaciones nucleares y estas nos permiten el control de los procesos químicos, los cuales aceleran el tránsito de lo inorgánico en vivo a la vida, con el hombre a la cabeza, quien determina de manera decisiva lo que habrá de ocurrir en el planeta. La masa de todos los seres humanos es insignificante comparada con la masa total de la tierra; en cuanto fuerza física representamos una porción mínima; sin embargo, constituimos el elemento decisivo en cuanto somos energía intelectual capaz de poner en movimiento de manera ordenada, las inmensas fuerzas potenciales encerradas en la naturaleza. Bien podemos favorecer un desarrollo simultáneo de la sociedad y la biosfera; más debemos superar la economía recolectora que prefiere saquear los ecosistemas en lugar de reproducirlos y acrecentarlos.

Toda modalidad tecnológica define ciertos recursos

básicos, mal llamados "naturales", que irremediablemente se agotarán: así la explotación de los yacimientos minerales de alta ley ha desembocado en la explotación de yacimientos con ley cada vez más baja; incluso los sistemas biológicos aparentemente autoreproductivos dejan de serlo, cuando la velocidad de explotación superar a la velocidad de reproducción. En consecuencia, debemos desarrollar nuevas modalidades tecnológicas capaces de explotar los yacimientos de baja ley y acelerar la velocidad reproductiva de los sistemas biológicos.

En suma, toda economía sustentada en una tecnología fija terminará por agotar sus recursos básicos y se colapsará. La sociedad sólo puede desarrollarse a condición de revolucionar incesantemente la tecnología, para definir nuevos recursos con mayor velocidad que el agotamiento de los anteriores.

Las revoluciones científico-tecnológicas se han caracterizado por cambios en: las fuentes de energía; los materiales y los procesos. La denominada "Tercera Revolución Industrial" implica: el dominio de la energía nuclear; el uso de materiales novedosos: como

los plásticos, los semiconductores, las cerámicas, metales como el titanio y los biomateriales obtenidos por medio de la ingeniería genética; en cuanto a los procesos se han introducido: los sistemas de control computarizados, los rayos laser y los manipuladores mecánicos (robots).

Todo lo anterior se ha conjugado para crear los denominados sistemas de fabricación flexible, que volvrán obsoletos a los sistemas fabriles mecanicistas derivados del fordismo.

El antiguo proceso productivo se sustentaba en un sistema rígido integrado por: maquinaria, bandas - transportadoras y trabajadores; que repetían las mismas operaciones a fin de producir masivamente un artículo con pequeñas variantes. En la actualidad las máquinas herramienta y los manipuladores mecánicos - controlados por las computadoras, se pueden reprogramar incesantemente, para crear nuevos productos; se ha desarrollado así un proceso productivo flexible; cuyos límites no se hallan en la maquinaria, sino en la capacidad de innovación de los hombres que los manejan.

En consecuencia, el mercado de trabajo del futuro estará dominado por individuos capaces de crear e innovar y que descargarán las tareas rutinarias en las máquinas computarizadas.

De esta manera, la frontera del trabajo humano se ha trasladado paulatinamente: desde el trabajador primitivo productor de fuerza muscular y que fue sustituido por los motores; pasando por el trabajador usado como sistema de control de proceso, sustituido por las computadoras; hasta el trabajador moderno - orientado a las tareas de innovación, creatividad e inventiva.

La escuela tal y como hoy la conocemos es un derivado del sistema de producción fabril mecanicista: la escuela actual busca producir, en serie, hombres estandarizados para efectuar tareas fijas. Se basa en un currículo estático que desprecia y reprime la creatividad; busca, ante todo, un pensamiento convergente, rutinario y dócil. El proceso educativo se sustenta en la memorización y la reproducción acrítica y mecánica. Se busca modificar la conducta, más que desarrollar la inteligencia; recurre más a la autoridad jerarquizada

que al diálogo. En última instancia, se busca programar al individuo a semejanza de las máquinas.

La Escuela de la "Tercera Revolución Industrial", implica la supresión del mecanicismo educativo, para dar paso a la creatividad y a la capacidad de innovación. No podrá ser una escuela cerrada y rutinaria, sino una escuela que nos prepare para el desarrollo científico, tecnológico y cultural acelerado. Deberá, por necesidad, favorecer el pensamiento productivo y sustentarse en los procesos cognoscitivos del alumno, habrá de preparar un individuo autodirigido, creativo y capaz de revolucionar coherentemente su entorno. Será por necesidad interdisciplinaria, sintética e integradora y educará para crear y aplicar conocimientos en situaciones complejas y cambiantes. Tendrá por fuerza que vincular al conjunto del sistema educativo con la investigación científica de frontera e instaurará una educación continua generalizada.

Las oportunidades para insertarnos en la "tercera revolución industrial" dependen de la clara concepción de los factores científicos, tecnológicos y culturales involucrados.

El principal obstáculo es la cultura mecanicista que aún impera en la sociedad y que se plasma en una organización económica anticuada y perversa. Atendida a - buscar la ganancia monetaria, al margen de los factores tecnológicos y productivos. De esta manera, se genera una economía ficticia de carácter especulativo que con figura los llamados "negocios de papel"; opuestos a la innovación tecnológica y dedicados a producir ganancias por la vía de la manipulación: política, comercial, fi nanciera y legal. En suma, generan las ganancias por el aumento de precios y no por el crecimiento de la pro ducción. Así, cuando una mercancía se intercambia por encima de su valor físico, se obtiene una falsa ganancia que ha de ser saldada con la disminución del consu mo de la población. Esta situación sólo puede mantener se mediante la coerción extra-económica y termina por abolir la libertad que es indispensable para el desarrollo de la creatividad, se genera, entonces el círculo vicioso del atraso.

En cambio, la verdadera economía equipara la ganancia con el crecimiento de la producción tangible, tiene por eje a la innovación tecnológica y a las tareas de inves

tigación y desarrollo. De esta manera, la población tiene el papel protagónico, por cuanto es el motor del proceso innovador y el ser humano adquiere, la dimensión plena y universal de creador. Nuestra inserción en la "tercera revolución industrial" exige una profunda transformación cultural, que impulse el continuo desarrollo de las fuerzas productivas y las capacidades humanas. Es preciso legislar y crear un sistema nacional de innovación tecnológica y arrostrar los grandes proyectos que la nación demanda; solo entonces lograremos romper la dolorosa inercia del subdesarrollo. Es tiempo de pensar en grande, de mirar muy lejos y de emprender obras gigantestas. Así, dominaremos al futuro, de lo contrario el futuro nos doblegará, todo depende de lo que hagamos o dejemos de hacer.

A N E X O P R I M E R O :

DESCRIPCION DE PROYECTOS PARTICIPANTES Y

293

FINANCIAMIENTO, (PROYECTO EUREKA).

**Tomado de: Ballesteros, C. y Talancón, J.L.;
1987.**

ANEXO I

DESCRIPCION DE PROYECTOS PARTICIPANTES Y FINANCIAMIENTO

EUROMATIQUE

1. Ordenador personal educativo

Este proyecto tiene por objeto desarrollar programas y estándares comunes, así como microprocesadores de 16 y 32 bits para aplicaciones educativas y de gran público. Las compañías participantes: Thomson, Olivetti y Acorn (Francia, Italia e Inglaterra respectivamente) son firmas con experiencia en el campo de la informática escolar. Thomson se apoya en su papel dentro del plan francés "Informática para Todos" que sirve de modelo para el proyecto similar del Ministerio Italiano de Educación Nacional. La asociación de las tres empresas cubre potencialmente los principales mercados escolares europeos.

Respecto a este proyecto, resulta interesante incluir la declaración de Bruno Lamborghini, director de estudios de Olivetti:

No esperamos que los financiamientos públicos sean definidos, ya que nuestras tres sociedades están convencidas de la importancia del proyecto. Una de las razones del éxito de los Estados Unidos proviene de la unidad de su sistema educativo, que permite una movilidad de graduados que no existe en Europa. La educación ha devenido en proyecto estratégico*

El costo total del proyecto es de 42.9 millones de dólares con una duración de 3 años (21.4 millones de dólares para 1986).

2. Calculador vectorial compacto para cálculos de alta velocidad

El objetivo consiste en realizar un miniordenador de 100 Mega-

*Citado por la revista *Sciences et techniques* del 18 de octubre de 1985.

flops* con una relación calidad-precio muy competitiva y un volumen inferior a un metro cúbico. Se trata de conquistar un mercado de gran importancia en tanto que está destinado al cálculo de alta velocidad en el sector civil. La intención es ofrecer a los usuarios actuales de superordenadores aparatos análogos con un precio, un volumen, una facilidad de utilización y un consumo de energía iguales pero con una potencia diez veces mayor. Este proyecto apunta a conformar la nueva época del mercado de los superminiordenadores, con la finalidad de ganar capacidad de operación, aplicando soluciones diseñadas para supercalculador a un miniordenador.

Los trabajos que en realidad ya se han iniciado se dividen en tres fases: Introducción de técnicas vectoriales en un compilador, estudio de arquitectura de ordenadores vectoriales utilizando los existentes y la introducción de tecnologías estudiadas para la realización de un miniordenador.

Empresas que participan:

Matra (Francia) con el 66 por ciento (28.6 millones de dólares de los cuales 40 por ciento de la inversión es privada).

Norsk Data (Noruega) que participa con 1/3 parte.

El costo total del proyecto es de: 42.9 millones de dólares con una duración de 5 años, (42.9 millones de francos para 1986).

3. Silicium amorfo

A corto y a mediano plazo se trata de definir y realizar una cadena de fabricación de silicium amorfo de 1 MW/an. El Silicium amorfo tiene tres aplicaciones: conversión fotovoltaica para la traducción de energía solar en electricidad, captosres inteligentes y pantallas planas. Solems, PME** Francesa y MBB (RFA) responden a la competencia de la compañía americana Arcosolar y de la japonesa Sanyo que monopolizan el mercado. Solems dispone de una tecnología original basada en la descomposición en frío y al vacío del silicium gaseoso y cuenta ya con una cadena de producción de 30 KW/an que realiza una docena de placas de 20 x 20 cm por día. MBB por su parte conoce bien los mercados aeronáuticos y militares del silicium cristalino.

* mega-flops corresponde a 1000 millones de operaciones por segundo.

** Pequeña-mediana empresa.

Costo total del proyecto: 53.4 millones de dólares, de los cuales la compañía Solems participa con el 50 por ciento con un apoyo público del 30 por ciento. MBB participa con el 50 por ciento restante. Duración: 5 años.

4. APEX (Programa avanzado para el intercambio de información en Europa)

La finalidad es superar el delicado problema de comunicación dentro de la industria aeroespacial europea, a nivel de sistemas de concepción y fabricación asistidos por ordenador (CFAO). El objetivo es lograr la puesta en marcha progresiva de un estándar de intercambio y transferencia (SET) para permitir la comunicación de los diferentes sistemas utilizados. Airbus ya ha hecho saber su intención de adoptar SET para la concepción de Airbus 320. Más allá de la aeronáutica, se prevé el uso de APEX para la industria automotriz.

Empresas participantes: Aerospatale (Francia) 35 por ciento 10 millones de dólares con apoyo del 50 por ciento por parte del Estado. MBB (RFA) 20 por ciento, CASA (España) 10 por ciento, AERITALIA (Italia) 15 por ciento, BRITISH AEROSPACE (GB) 20 por ciento.

Costo total del proyecto: 28.5 millones de dólares.

Duración: 5 años.

5. CERISE (Centro Europeo de nuevas tecnologías de imágenes de síntesis)

El centro permitirá desarrollar, experimentar y mejorar los sistemas de síntesis de imágenes por ordenador. Los productos correspondientes serán difundidos en Europa por los socios del proyecto. Los pasos que se seguirán son: la extensión de un sistema base a partir de módulos resultado de la investigación europea (modelización, animación y visualización), desarrollo de un sistema de segunda generación para síntesis de imagen (calculadoras instrumentos de trabajo) así como la puesta en práctica de una base de datos europea para imágenes sintéticas.

El programa deberá presentar en 1986 el prototipo Cristal que

pone en operación 128 procesadores de 32 bits en paralelo, cada uno de los cuales se encarga de un sector de la imagen. En este sector, sólo los japoneses tienen una idea parecida, en curso de fabricación por Nec.

Empresas que participan: Sesa (CGE, Francia) y RTL productions (Luxemburgo).

Costo total: 7.85 millones de dólares, de los cuales 4 millones corresponden a Francia.

Duración: 5 años.

6. ES2 (Estructura de silicón europea)

El proyecto pretende colocar en el mercado un nuevo servicio que permitirá a los ingenieros diseñadores de sistemas electrónicos instrumentar las funciones electrónicas a partir de circuitos, sobre demanda, definidos con ayuda de programas especializados (compiladores de silicio). La fabricación de esos circuitos se realizará en una fábrica de semiconductores organizada para minimizar los tiempos del ciclo de fabricación, utilizando la estructura sobre porciones de silicón. El objetivo es entregar los circuitos en un máximo de dos semanas.

El plan contempla desarrollar programas de compilación de silicium de la segunda generación (Behavioral Silicon Compiler) y el perfeccionamiento de la tecnología de fabricación de plaquetas de silicium micrónico y submicrónico mediante una tecnología compatible.

Empresas que participan: Philips (Holanda), British Aerospace (GB), Bull (Francia), Olivetti (Italia).

El proyecto parte de la institucionalización del holding luxemburgués ES2, con sede en la RFA, participación francesa en la tecnología de fabricación de circuitos impresos, inglesa para la compilación de silicium y con mercado en Alemania, Francia, Inglaterra, Suecia e Italia.

Es uno de los proyectos más ambiciosos de EUREKA, incluye también la participación de Bélgica, Suiza, España, Grecia y Finlandia.

Costo estimado del proyecto: 76.5 millones de dólares

Duración: 3 años.

7. As-Ga (Circuitos Integrados de Arsenico-Gallium)

La proposición de Thomson y GEC (Francia y GB respectivamente) apunta hacia el desarrollo de circuitos integrados ASGA y a la constitución de un catálogo de componentes claves para la comunicación y la informática del gran público. Los circuitos ASGA son cinco veces superiores a los de silicium en cuanto a la movilidad de electrones, por lo que consumen menos energía, son tres veces más rápidos y se calientan menos. Los dos socios del proyecto disponen de una gran capacidad técnica y comercial en un campo que tiene como aplicaciones las antenas de radar, interfaces de transmisión, la radiotelefonía celular y la transmisión por haces-hertzianos hacia las estaciones espaciales.

Costo total del proyecto: 70.5 millones de dólares de los cuales la participación francesa es de 58.5 millones de dólares.

Duración del proyecto: 3 años.

8. Mentor (Sistema experto para la prevención de catástrofes)

Tiene por fin asociar las tecnologías de análisis de riesgo de tiempo real y de inteligencia artificial para crear un sistema original de tratamiento de la amenaza y la representación de catástrofes. El sistema se integra por programas y materiales que podrán ser conectados directamente con un equipo de vigilancia computarizado. Mentor podrá intervenir en la prevención de accidentes en las fábricas y centrales nucleares y en la vigilancia de múltiples camas de enfermos en situaciones complejas.

Empresas participantes: Aerospacial, Cap Gemini Sogeti, UAP Bureau Veritas (Francia) y Norsk Veritas (Noruega).

Costo aproximado del proyecto: 27 millones de dólares de los cuales la participación francesa es de 17.9 millones de dólares.

Duración: 5 años con una fase de definición de un año, con un presupuesto de 1.5 millones de dólares.

9. EAST (Tecnologías de programación avanzada EUREKA)

La propuesta consiste en la creación de un centro de diseño de programas (software) que coordinará las investigaciones en ingeniería de programas, estará en capacidad de difundir los resultados de los trabajos y coleccionar las informaciones. El centro,

en realidad, funcionaría como un conjunto de talleres que operaría en torno del sistema UNIX V y de la estructura EMERAUDE, versión industrializada del prototipo ESPRIT-PCTE.

Diversas estaciones de trabajo estarán interconectadas por una red local y sus productos cubrirán una gran parte de la actividad del desarrollo de programación: Informática de sistemas, aplicaciones de gestión de inteligencia artificial.

Empresas participantes: SFGL (Francia), CRI (Dinamarca), NOKIA (Finlandia), DATAMAT, INTEX, SESA (Francia), SELENIA (Italia), CIR (Suiza).

Costo aproximado del proyecto: 106 millones de dólares de los cuales SFGL tiene un 45 por ciento, CRI un 15 por ciento, NOKIA un 14 por ciento, CIR un 6 por ciento y las empresas italianas 20 por ciento.

Duración del proyecto: 6 años.

10. FARADI (Sistema de gestión automatizada de la producción para la aplicación de la inteligencia artificial)

El objeto es definir un sistema de gestión de funciones, estudio, producción y logística adaptada a diferentes tipos de fabricación relacionados con un alto nivel de tecnología. Los desarrollos previstos integran el perfeccionamiento de sistemas expertos aplicados a la productiva,* y de las redes de comunicación avanzada. Puede afirmarse que la pretensión es hacer avanzar la producción asistida por ordenador (PAO) mediante la creación de estándares de comunicación de diferentes máquinas inteligentes para establecer sistemas integrados y flexibles.

Empresas participantes: Aerospacial-SERI RENAULT-BULL-CERT por parte de Francia. BROWN BOVERY (Suiza). AERITALIA (Italia). MATRICI (España). IKOSS (RFA). ABSY (Bélgica).

Contribución de cada participante en el proyecto: Francia 40 por ciento, Bélgica 15 por ciento, Italia 15 por ciento, RFA 20 por ciento, Suiza 5 por ciento y España 5 por ciento.

Costo total: 28 millones de dólares.

Duración: 6 años.

11. GTO (Desarrollo de Thyristores)

Se trata de poner en operación una gama de productos llamados

*Neologismo de origen francés que define a las altas tecnologías aplicadas a la producción automatizada.

GTO (GATE TURN off thyristores), componentes claves para la tracción ferroviaria, competitivos en precio y calidad en el mercado mundial.

Empresas participantes: Thomson Semiconductores y GEC (Francia e Inglaterra respectivamente).

Costo total: 18.6 Millones de dólares de los cuales 9.1 corresponden a la firma francesa.

Duración: 2 años

12. MOSES (Servicio Multimedia)

La proposición estriba en la realización de sistemas multimedia que permitan tratar los datos estructurados (ficheros) y no estructurados, imágenes, planos, fotos, voz.

Empresas participantes: Bull (Francia) ICL (GB).

Costo total: 71 millones de dólares de los cuales 39 corresponden a la parte francesa.

Duración: 5 años.

13. Sistema de conmutación numérica de banda amplia

Las redes numéricas con integración de servicios constituyen arterias de comunicación polivalentes que asocian la transmisión de datos, voz e imágenes. El planteamiento de este proyecto está en vista de desarrollar una cadena de conexión de banda amplia. La primera fase consistirá en la armonización de estándares y la constitución de normas europeas y mundiales.

Esta fase podrá desembocar ulteriormente en una red de video-comunicación y en la interconexión de empresas gracias a la creación de la banda y, por tanto, del volumen de información. Dependiendo de la evolución del proyecto se implicará la realización de un conmutador de gran capacidad y banda amplia, así como sistemas de transmisión numérica sobre fibras ópticas.

Empresas participantes: CIT-ALCATEL (Francia) Plessey (GB) y Italtel (Italia).

Costo total: 160 millones de dólares.

Duración: 5 años.

14. Máquinas "base de datos" adaptada a los sistemas expertos

El objeto de este plan consiste en la gestión de bases de datos rela-

cionales para operación multimedia, distribuidos a partir de lenguajes próximos a los lenguajes naturales. La intención es avanzar en la creación de "una máquina de deducir" o "motor de inferencias", dentro del campo de la IA. La aplicación de este tipo de máquinas significa la posibilidad de utilizar un conjunto de datos y extraer a partir de ellos conclusiones sobre problemas específicos.

Empresas participantes: In-Informatique (Francia) y Entel (España).

Costo total: 22.3 millones de dólares, de los cuales la participación francesa es de 16.5 millones de dólares.

Duración: 6 años.

15. Fábrica europea de programación ESF

La definición de este proyecto es el diseño y creación de bases de datos como módulos de programación de naturaleza accesible a las firmas involucradas en el desarrollo de programas.* Este taller de programación centralizará el Know-how sobre la materia y permitirá la instrumentación de programas para aumentar la productividad en los campos de la informática de gestión, de las telecomunicaciones y la industria.

Empresas participantes: CAP, Gemini, Sogeti (Francia), NIXdorf (RFA).

Costo total: 316.8 millones de dólares de los cuales 127.1 corresponden a la parte francesa.

Duración: 10 años con una fase de definición de 18 meses y un presupuesto de 3.5 millones de dólares.

16. Taller Logiciel para el lenguaje ADA

El proyecto pretende combinar componentes accesibles para proporcionar un contexto al lenguaje de programación ADA para aplicaciones en tiempo real.

Empresas que participan: ALSYS (Francia) y Logica (GB).

Costo total: 3.68 millones de dólares, con una participación francesa de 2.4 millones.

Duración: 2 años.

17. Concepción y realización de circuitos integrados

Desarrollo a partir de los medios de concepción y fabricación ya

*Bajo el término genérico de programa, se agrupan los proyectos de base, los sistemas de explotación, los sistemas de gestión de bases de datos, y los programas de aplicación o específicos que sirven para resolver los problemas del usuario de materiales informativos.

conocidos de unidades para la realización de circuitos en pequeñas series. En tanto que Japón y EU dominan la producción de circuitos integrados en gran escala, una oportunidad de competir para Europa se localiza en la producción de estos componentes para pedidos "sobre medida", cuyo mercado se encuentra en expansión.

Empresas que participan: Thomson (Francia) y GEC (GB).

Costo total: 59.1 millones de dólares de los cuales 29.5 corresponden al grupo francés.

Duración: 5 años.

18. Redes locales Fieldbus

Arquitecturas de comunicación para redes locales, con la finalidad de controlar en tiempo real procesos industriales y equipos de producción. Esta tecnología permitirá una mayor integración de las industrias CIM, propiciando un sistema de fabricación adaptable a la demanda.

Empresas participantes: CGEE, ALSTHOM (Francia) Fox Boro (GB), Valment (Finlandia) Krhone (RFA) y CARLO GAVAZZI (Italia)

Costo total: 26 millones de dólares.

Duración: 5 años.

19. Procesador modular de imágenes

Máquina especializada de muy alta integración con capacidad de asociar diversos módulos para el tratamiento específico de imágenes. Se contempla la producción de dos prototipos.

Empresas participantes: TRT (Francia) CONTEXVISION (Suecia).

Costo Total: 8.5 millones de dólares, la parte francesa aporta 4.4 millones.

Duración: 4 años.

20. TVHD (Televisión de alta definición)

Desarrollo de un sistema de TVHD de 50 Hertz con base en el concepto evolucionario MAC-packet; y con compatibilidad con mac-transmisores y receptores. Se prevé la introducción de este

sistema para la producción, distribución y consumo de la TVHD en Europa.

Empresas que participan: Thomson (Francia), Philips (Holanda) Bosh Fernset (RFA).

Costo total: 268 millones de dólares de los cuales Thomson aporta 89 millones.

Duración: 6 años.

21. Diseño de proteínas

Este proyecto tiene por finalidad el desarrollo de un sistema completo e integral de instrumentación y análisis computarizado capaz de simular estructuras de proteínas de pequeña y mediana talla, en tercera dimensión. Esta tecnología se asocia con la Concepción asistida por ordenador (CAO).

Empresas participantes: (los datos sólo indican países) Dinamarca y Alemania.

Costo total: 15 millones de dólares.

Duración: Entre 5 y 10 años.

22. Sistema de exhibición universal modular a color para el control de procesos

Empresas participantes: (los datos sólo indican países) Finlandia y Alemania.

Costo total: 1 millón de dólares.

Duración: 3 años.

23. Concepto válido a escala mundial para centros de tratamientos de información y datos

Dentro de la competencia actual para el establecimiento de estándares de comunicación, destaca el interés por homogeneizar los sistemas de información a fin de hacerlos compatibles.

Empresas que participan: (los datos sólo indican países) Holanda, Suiza y GB.

Costo total: 39 millones de dólares.

Duración: 3 años.

24. PROLOG (Desarrollo de herramientas programables en el lenguaje PROLOG destinados para los sistemas expertos)

PROLOG es un lenguaje de concepción francesa que resulta particularmente adecuado para la programación de equipos flexibles.

Empresas que participan: (los datos indican sólo países) Bélgica, RFA y Suiza.

Costo total: 2 millones de dólares.

Duración: 3 años.

25. Nuevo sistema de CAO

La Concepción asistida por ordenador es uno de los elementos más importantes para la creación de nuevos productos y procesos, de ahí que este proyecto tenga como finalidad simplificar y perfeccionar estos sistemas.

Empresas participantes: (los datos indican sólo países) España, Suiza.

Costo total: 16 millones de dólares.

Duración: 3 años.

26. Sistema experto para la gestión de cereales en una granja

Empresas participantes: (datos sólo para países) Holanda y Gran Bretaña.

Costo total: 575 mil dólares.

Duración: 3 años.

27. Convertidores analógicos-numéricos y correladores de señales

Empresas participantes: (datos sólo para países) Portugal y GB.

Costo total: 428 mil dólares.

Duración: 2 años.

EUROBOT

1. Taller flexible óptico

La idea central de este proyecto es que el láser será uno de los componentes esenciales de la producción en los próximos años:

sobre esa base, el objeto es realizar un taller que utilice todas las posibilidades de esta tecnología en un medio ambiente típico de la industria mecánica. La iniciativa es de las más importantes dentro de los planes de productiva e incluye cinco innovaciones: robot láser CO2, carro automático guiado por láser, robot ensamblaje láser, y red local de fibras ópticas.

Empresas que participan: CGP, CILAS, SESA, LDM (CGE) por parte de Francia; COMAU (Fiat) (Italia) SMH (Suiza).

Costo total: 71.4 millones de dólares participación francesa 46 por ciento con un financiamiento público del 50 por ciento.

Duración: 5 años.

2. Marco euroláser

2.1. Láser CO2 de gran potencia (10-100KW)

Desarrollo de láseres de alta potencia para uso industrial.

Empresas participantes: CILAS (Francia), Rofin Sinar, DFVLR (Instituto de investigación aeronáutica y espacial) RFA.

Costo total: 8.57 millones de dólares, con una participación francesa del 51 por ciento y un apoyo estatal de 70 por ciento.

Duración: 6 años.

2.2. Láseres sólidos de gran potencia (1-5Kw)

Participantes: Quantel, BMI, SCIAKY, SFENA, (Matra), CRIS-MALTEC, (Francia), NOBLELIGHT, (Inglaterra).

Costo total: 25.7 millones de dólares, con una participación francesa de un 40 por ciento y apoyo público de un 50 por ciento.

Duración: 4 años.

2.3. Láser exímero de potencia (10 Kw)

Empresas participantes: CILAS/Ldm y CEA (Francia) KWU, (RFA).

Costo total: 17 millones de dólares, de los cuales 50 por ciento corresponde a la participación francesa, con un financiamiento público del 50 por ciento.

Duración: 3 años.

3. Robot textil

El objeto es desarrollar la utilización de láser en el corte de múlti-

ples pliegos de tela asociado a la automatización informatizada, con el fin de flexibilizar la producción.

Empresas participantes: LECTRA SYSTEMS, (Francia) EFA CEC, EID/SA (Portugal).

Costo total: 22 millones de dólares con una participación francesa del 50 por ciento y un apoyo estatal del 50 por ciento.

Duración: 4 años.

4. Fábrica automatizada flexible para la producción de equipos electrónicos

Concepción y realización de un conjunto de talleres flexibles para la fabricación de cartas de circuitos integrados, con la ayuda de máquinas de ensamblaje y de robots de inserción, soldadura automática y control visual de la posición de los componentes.

Empresas participantes: EUROSOFT (Francia) ISEL (España) y CSEA (Italia).

Costo total: 28 millones de dólares, de los cuales el grupo francés cubre el 50 por ciento, el grupo español 20 por ciento, y el italiano 30 por ciento.

Duración: 5 años.

5. Robot de seguridad civil

El proyecto pretende desarrollar dos tipos de robots móviles, polivalentes de intervención en medios extremos y difíciles, tanto en medios urbanos como en campo abierto, y su aplicación para seguridad civil.

Empresas participantes: MATRA-CEA (Francia), CASA (España), AERITALIA (Italia).

Costo total del proyecto: 100 millones de dólares, de los cuales la parte francesa es del 39 por ciento y un apoyo público del 50 por ciento.

Duración: 6 años.

6. Captadores auto-móviles

Se trata de una línea de producción de captadores en silicium por gran difusión para la industria automotriz, la rama de seguridad y en la producción en general.

Empresas participantes: Métrovib (Francia), CSEM (Suiza).
Costo total del proyecto: 13 millones de dólares, con una participación francesa del 48.75 por ciento.
Duración: 5 años.

7. Robot de vigilancia Mithra

La propuesta se centra en el desarrollo de un robot programado para inspeccionar e intervenir en un terreno definido y con gran capacidad de movimiento en superficies irregulares.

Empresas participantes: Bossard Consultants (Francia), Elkron (Italia) y EPFL (Suiza).

Costo total: 20 millones de dólares, con una participación francesa del 40 por ciento.

Duración: 5 años.

8. Navío de pesca de los años 90

Concepción y fabricación de naves de pesca altamente automatizadas y con gran rentabilidad. El proyecto incluye el desarrollo paralelo de un sistema de control acústico para redes de arrastre.

Empresas participantes: Ifremer y Alma Marine (Francia), Ini CD-N y Peranova (España).

Costo total: 31 millones de dólares, con una participación francesa de 13 millones.

Duración: Indefinida.

9. Hércules Robot para la construcción

La intención es fabricar un manipulador de cargas (robot grúa) y un robot multitareas para fachadas (andamios - portaherramientas).

Empresas participantes: CGE (Francia), Liebherr (RFA) y Simón (GB).

Costo total: 38 millones de dólares. En la cual la participación francesa es de 18 millones de dólares.

Duración: 5 años.

EUROCOM

Este campo tecnológico, debido a su estrecha relación con el de-

desarrollo de la informática, a microelectrónica, incluye muchos de sus proyectos dentro de EUROMATIQUE, como en el caso de APEX, MOSES, TVHD y el sistema de conmutación numérica de banda amplia, descritos anteriormente. Otro nivel de este terreno lo constituyen las redes de comunicación especializadas, entre las que se encuentra la instrumentación de una red de investigación europea cuya descripción es la siguiente:

Red de Investigación Europea

Se trata de un proyecto que de algún modo escapa a los lineamientos generales de EUREKA, debido a que no tiene una relación totalmente definida con las preocupaciones industriales. No obstante, su objeto, que es la constitución de una política europea de comunicación sectorial, lo hace una de las propuestas más importantes. La idea de coordinar eficientemente los centros y laboratorios de investigación entra en las estrategias de los países europeos para normalizar el intercambio de datos científicos y tecnológicos de las instituciones que apoyan la reconversión industrial. El proyecto incorpora también la instrumentación de un sistema común de gráficas asistidas por ordenador y una red numérica de integración de servicios.

Debido a que la operatividad de esta iniciativa involucra a las administraciones de los PTT estatales, la propuesta, aunque ya aceptada, se encuentra en una fase de definición.

Empresas participantes: Centros y Laboratorios de Investigación europeos.

Costo total: de 1.5 a 2 millones de dólares, en lo que toca a la participación francesa. El presupuesto de los demás países interesados está por definirse.

Duración: de 5 a 10 años.

EUROMAT

1. Membranas Filtrantes

Los mercados previstos para esta iniciativa son las fermentaciones, por ejemplo para la producción de agua estéril, el tratamiento de aguas residuales, la desalinización y el agua ultrapura para la industria electrónica. Las membranas en polímeros orgánicos y en

compuestos artificiales serán objeto de atención particular.

Empresas participantes: Lyonnaise des eaux (Francia) y Danske Sukker Fabrikker (RFA).

Costo total: 56 millones de dólares, con un financiamiento por la parte francesa del 40 por ciento.

Duración: 6 años.

2. Motor diesel ceramizado

Se trata de la utilización de cerámicas compuesta con el diseño de los motores de combustión interna.

Empresas participantes: SEP (Francia) y MAN (RFA).

Costo total: 6.6 millones de dólares con una participación francesa de 50 por ciento.

Duración: 5 años.

3. Carmat 2000

Concepción y desarrollo de carrocerías ligeras utilizando nuevos materiales, con el objetivo de disminuir los costos de producción.

Empresas participantes: Peugeot (Francia), ICI (GB) BASF (RFA) Vitorex (Italia), Cristalería Española (España).

Costo total: 60 millones de dólares.

Duración: 5 años.

4. Compuestos metálicos y cerámicos para automóviles

Concepción y realización en prueba industrial de piezas a partir de nuevos materiales y procesos de elaboración.

Empresas participantes: Pechiney (Francia) y Fiat (Italia).

Costo total: 12 millones de dólares con una participación francesa del 53 por ciento.

Duración: 5 años.

5. DIANA (Equipo móvil de neutroscopía)

Se trata de un equipo móvil de radioscopia neutrónica adaptada a los controles no destructivos, en el medio industrial.

Empresas participantes: Sodern (Francia), Dornier (RFA) y Sener (España).

Costo total: 14 millones de dólares, con una participación francesa del 52 por ciento.

Duración: 5 años.

6. Turbina ceramizada

Realización de prototipos de turbinas ceramizadas, una industrial de 5 MW y la otra marina de 2 MW.

Empresas participantes: SEP (Francia), Volvo (Suecia) y Alfa Romeo (Italia).

Costo total: 15.6 millones de dólares con una participación francesa de 65 por ciento.

Duración: 5 años.

7. Precursores por técnicas cerámicas

Diseño y fabricación de nuevos tipos de precursores utilizando compuestos cerámicos de alta resistencia al calor.

Países participantes: Austria y Bélgica.

Costo total: 2 millones de dólares.

Duración: 3 años.

EUROBIO

1. Resistencia del girasol a la sequía

Obtención de variedades resistentes a la sequía y con capacidad de adaptación a los medios fríos.

Empresas participantes: Rhone-Poulenc Agro-Chimie (Francia) e Insecticidas Condor (España).

Costo total: 4 millones de dólares y una participación francesa de 428 mil dólares.

Duración: indefinida.

2. Vacunación contra las formas de infección sanguínea del *plasmodium-falciparum*

Desarrollo de una vacuna contra los esporozoides inyectados en la sangre por los mosquitos. El objeto es luchar contra la mortalidad en los niños de menos de cinco años.

Empresas participantes: Institut Pasteur (Francia), Behringwerke (RFA).

Costo total: 13 millones de dólares con una participación francesa de 30 por ciento.

Duración: 3 años.

3. Cultivos celulares animales

Se trata de un cultivo de células animales y producción de productos biológicos con carácter inmunitario así como enzimas y hormonas.

Empresas participantes: Bertin (Francia) Immuno AGE (Austria), Pfeife und Langen (RFA), Sorin (Italia).

Costo total: 25 millones de dólares de los cuales corresponden a la participación francesa.

Duración: 3 años.

4. Oxidipina

Desarrollo de nuevos antagonistas de calcio para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

Empresas participantes: CESIF (Francia) IQB (España).

Costo total: 6 millones de dólares de los cuales 285 mil dólares corresponden a Francia.

5. Diagnóstico de enfermedades transmisibles sexualmente

Utilización de las técnicas de anticuerpos monoclonales para el desarrollo de kits de diagnóstico biológico.

Empresas participantes: Biokit SA. (España) y Patecnology (GB).

Costo total: 2 millones de dólares.

Duración: 2 años.

BIOMEDICAL

1. Galeno 2000

Fabricación de equipo de diagnóstico médico automatizado y no invasivo a partir de biocaptadores e inteligencia artificial.

Países participantes: Dinamarca, España e interés declarado de Francia y Suiza.

Costo total: 13 millones de dólares.

Duración: 5 años.

2. Sala de operaciones automatizada

Diseño y fabricación de un prototipo de sala de operaciones que integre el uso de sistemas expertos, robots y biocaptadores.

Países participantes: RFA, Países bajos, Reino Unido.

Costo total: 13 millones de dólares.

Duración: 5 años.

TRANSPORTE Y URBANISMO

1. Estructuras ligeras para el transporte

Nuevos productos y nuevas tecnologías de ensamblaje que permiten la reducción de peso.

Empresas participantes: Cegedur-Pechiney (Francia) BMW (RFA).

Costo total: 16 MF con una participación francesa del 50%.

Duración: 4 años.

2. Infraestructura urbana industrializable

Desarrollo de infraestructura para la gestión colectiva de la energía térmica y las nuevas redes de comunicación. (fibras ópticas, telemática e informática).

Empresas participantes: Bonna (Francia), Zublin (RFA), Charcon Tunnels (GB), Cogefar Costruzioni Generali (Italia).

Costo Total: 9 millones de dólares.

Duración: 5 años.

3. PROMETHEUS

Sistema global para permitir y mejorar la fluidez y la seguridad de la circulación carretera en Europa.

Empresas participantes: Renault (Francia), Daimler Benz (RFA) Fiat (Italia) British Leyland (GB).

Costo total: 200 millones de dólares.

Duración: 8 años.

4. EUROPOLIS

Sistema integrado de control y de comunicación aplicada a la circulación urbana y carretera. Paralelamente se prevé desarrollar la conducción automatizada de un vehículo equipado de un minior-denador.

Empresas participantes: CGA (Francia) Icsa-IDS (España) Medio Print (Dinamarca).

Costo total: 137 millones de dólares, con una participación francesa del 56%.

Duración: 6 años.

5. CARBINAT

Sistema de adquisición, transmisión, tratamiento y presentación de informaciones destinado a mejorar la seguridad de la navegación en carreteras.

Empresas que participan: Renault (Francia), Philips (Holanda).

Costo total: 50 millones de dólares, con una participación francesa de 16 millones de dólares.

Duración: 4 años.

6. Metodologías de identificación automática de fuentes de ruido

Equipos para el control de anomalías en los vehículos de transporte.

Países participantes: Bélgica y Alemania Occidental

Costo total: 1.5 millones de dólares

Duración: 4 años.

MEDIO AMBIENTE

1. Destrucción de sustancias tóxicas por láser

Utilización de haces láser de gran potencia con extensión a la detección de sustancias tóxicas.

Empresas participantes: Rhone-Poulenc (Francia), Solvay (Bélgica) Akzo (Holanda), Montedison (Italia).

Costo total: 8 millones de dólares con una participación francesa del 50%.

Duración: 5 años.

2. Euromar

Tecnologías para el estudio de la ecología marina de los mares europeos (relación causa-efecto).

Países participantes: Dinamarca, Finlandia, RFA, Países Bajos, Noruega, Turquía.

Costo total: 160 millones de dólares

Duración: 9 años.

3. Agua Clara

Reducción de la contaminación del RHIN.

Países participantes: Bélgica y Países Bajos.

Costo total: 428 mil dólares.

Duración: 4 años.

4. EUROTRAC

Experimento europeo sobre el transporte y la transformación de elementos ambientales relevantes en la tropósfera sobre Europa.

Países participantes: Austria, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Portugal, Suecia, GB'

Costo total: 68 millones de dólares

Duración: 10 años.

ENERGIA

1. Bombas de calor por absorción

Bombas de calor por absorción y transformadores de calor para aplicaciones industriales de gran potencia.

Empresas participantes: Gas de Francia y GEA (RFA)

Costo total: 8 millones de dólares con una participación francesa de 4 millones de dólares.

Duración: 5 años.

2. Compresor diesel para turbina industrial

Sistema avanzado combinando los ciclos termodinámicos de un motor diesel altamente sobrealimentado y de una turbina de gas industrial de 3 a 30 MW.

Empresas participantes: Stabine (Francia) Cockerill Mechanical Industries (Bélgica)

PROYECTOS QUE REBASAN LA CLASIFICACION ORIGINAL

1. Soldaje industrial mediante haces de electrones a baja presión atmosférica para la producción de aceros de considerable espesor. (100 mm).

Países participantes: España, Suecia, GB.

Costo total: 2 millones de dólares

Duración: 4 años

2. Seguridad. Desarrollo de un dispositivo ligero, fácil de poner en marcha para identificar y medir los gases peligrosos en la atmosfera.

Países participantes: Bélgica y Finlandia.

Costo total: 3 millones de dólares.

Duración: 4 años.

3. Estudio de las propiedades indispensables para la elaboración de bobinas magnéticas supraconductoras de alta potencia.

Países participantes: Austria y Suiza, interés declarado de los Países Bajos.

Costo total: 8 millones de dólares.

Duración: 3 años.

4. Desarrollo de técnicas para el curtido de pieles (cuero) a través de sales de aluminio en lugar de sales de cobre.

Países participantes: Austria y Grecia, interés declarado de Turquía.

Costo total: 2 millones de dólares.

Duración: 3 años.

5. Pan

Equipo piloto para la fabricación de oleoductos submarinos de gran profundidad.

Países participantes: Noruega y Reino Unido, interés declarado de España.

Costo total: 2 millones de dólares.

Duración: 2 años.

6. Eurocim

Fábrica automática flexible para la producción de cartas electrónicas incluyendo la preparación de circuitos y la instalación de un control de calidad.

Países participantes: Francia, Italia y España.

Costo total: 30 millones de dólares

Duración: 5 años.

7. Desire

Desarrollo de tecnologías de fotolitografía submicrónica.

Países participantes: Bélgica y GB. Interés declarado de Irlanda.

Costo total: 4 millones de dólares.

Duración: 3 años.

REFERENCIAS BIBLIO-
HEMEROGRAFICAS.

- 1.- Ackoff L., Russell: Rediseñando el Futuro.(tr. Sergio Fernández Everest), Ed. LIMUSA, México, 1985. 334 p.
- 2.- Agencia de Prensa NOVOSTY (APN): Soldadura Cerca de las Estrellas. Información Científica y Tecnológica, vol. 9, -- no.133, p. 35-36, octubre de 1987.
- 3.- Albach G., Philip: ' A Nation at Risk ' : The Educational Reform Debate in the United States. Prospects, vol. XVI, - no. 3, p. 337-347, 1986.
- 4.- Almedia, Vania y Smith Marcia: La Reproducción según Bourdieu y Passeron: Sus conceptos. Perfiles Educativos, no.37, p. 27-36, julio-agosto-septiembre, 1987.
- 5.- Alvarez Manilla, José Manuel y Cols.: La Invención, Innovación y Difusión de la Tecnología Educativa en México. Grupo de Estudios sobre el Financiamiento de la Educación (GEFE) y Secretaría de Educación Pública (SEP), México,1982,206 p.
- 6.- Ayres U., Robert: Uncertain Futures, Challenges for Decision-Makers. John Wiley and Sons, New York, 1979, 430 p.
- 7.- Ayres J., Robert: The Next Industrial Revolution, Reviving Industry Through Innovation. Ballinger Publishing Co. (Harper and Row), Cambridge Mass., 1984. 284 p.
- 8.- Ballesteros, Carlos y Talancón, José Luis: El Proyecto -- EUREKA; Un Punto de Referencia para la Discusión de las -- Políticas de Innovación Tecnológica. UNAM-Fundación Friedrich Ebert, México, 1987. 146 p.
- 9.- Bardwell, Steve and Parpart, Uwe: Economics Becomes a -- Science, A Riemannian Model of Economic Development. Fu--- sion, vol. 2, no. 9, p. 32-50, july, 1979.
- 10.- Bazua Rueda, Jorge: La Industrialización de México, Mimeo, México, 1981, 25 p.
- 11.- Beardsley Tim: Earning Its Wings, Hypersonic Flight is on the way but don't make Reservations yet. Scientific American, vol. 258, no. 6, p. 12-13, june 1988.
- 12.- Bell, Daniel: El Advenimiento de la Sociedad Post-Indus--- trial; un Intento de Prognosis Social.(tr. Raúl García y - Eugenio Gallego), Alianza Editorial, Madrid, 1986. 578 p.
- 13.- Ben-David, Joseph: Fundamental Research and the Universi--- ties; some Comments on International Differences. OECD, -- Paris, 1968, 112 p.
- 14.- Bernal, John: La Proyección del Hombre, Historia de la Física Clásica. (tr. María del Carmen Ruiz), siglo XXI, Eds, Madrid, 1975, 312 p.

- 15.- Birch, William: Towards a Model for Problem Based Learning. Studies in Higher Education, vol. 11, no. 1, p. 73-82, 1986.
- 16.- Boserup, Ester: Población y Cambio Tecnológico, Estudio de las Tendencias a Largo Plazo. (tr. Jordi Beltrán), Ed. Crítica, Grupo Editorial Grijalbo, Barcelona, 1984. 360 p.
- 17.- Bowles, Samuel y Gintis, Herbert: La Instrucción Escolar - en la América Capitalista; la Reforma Educativa y las Contradicciones de la Vida Económica. (tr. Pilar Mascaró Sacristan), Siglo XXI Eds, México, 1981, 377 p.
- 18.- Broglie De, Louis: Papel que Desempeñan la Curiosidad, el Juego, la Imaginación y la Intuición en la Investigación Científica. En Broglie De, Louis: Por los Senderos de la Ciencia. (tr. Guillermo Sans Hueliñ), Espasa-Calpe, Madrid, 1963, 342 p.
- 19.- Brzezinski, Zbigniew: Game Plan, A Geostrategic Framework for the Conduct the U.S. - Soviet Contest. The Atlantic -- Monthly Pres, Boston, 1986, 288 p.
- 20.- Caissy, Gail: Developing Curriculum for the Information -- Age; How Must Education Change to Meet Future Needs?. Education Canada, vol. 26, no. 2, p. 21-25, Summer 1986.
- 21.- Carnot, Sadi: Reflexiones sobre la Potencia Motriz del Fuego y sobre las Máquinas Aptas para Desarrollar Esta Potencia. (tr. Juan Cabrera), I.P.N., México, 1976. 166 p.
- 22.- Chaiklin, Seth and Lewis W., Matthew: Will There Be Teachers in the Classroom of the Future?.... But we Don't -- Think About That. Teachers College Record. vol. 89, no. 3, p. 431-440, Spring 1988.
- 23.- Cleveland, Harland: Educating Citizens and Learders for and Information Based Society. The Education Digest, vol. LII, no. 1, p. 2-5, September 1986.
- 24.- Communist Party of the Soviet Union (CPSU), Central Committee on the USSR Council of Ministers: The Fundamental Guidelines Secondary Specialized Education in the Country. Soviet Education, vol. 29, no. 9-10, p.118-164, July-August 1987.
- 25.- Cook, Earl: El Flujo de Energía en una Sociedad Industrial. En Scientific American: La Energía (tr. Rafael Mazarrasa), El Libro de Bolsillo no. 561, Alianza Editorial, Madrid, -- 1975, 294 p.
- 26.- Copérnico Nicolás: Las Revoluciones de las Esferas Celestes Libro Primero. (tr. Jorge Fernández Chiti), Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 1965, 104 p.
- 27.- Cornish, Edward: Educating Children for the 21st Century. -- Curriculum Review, vol. 25, no. 4, p. 12-17, March-April -- 1986.

- 28.- Crosland P., Maurice (Ed.): Science in France in the Revolutionary Era, Described by Thomas Bugge. MIT Press, Cambridge Mass. 1969, 240 p.
- 29.- Danilevsky, V.: Historia de la Técnica (Siglos XVIII y XIX). (sin nombre del traductor), 2a. Ed., Cartago, México, 1983. 368 p.
- 30.- Daumas, Maurice: A History of Technology and Invention, Progress Through The Ages. (tr. Eileen B. Hennessy), Crown Publishers, New York, 1969, 694 p.
- 31.- Davidson P., Frank; Giacometto J., L. and Salked, Robert (Eds): Macro-Engineering and The Infrastructure of Tomorrow, AAAS Selected Symposium no. 23, American Association for the Advancement of Science, Washington, 1978. 280 p.
- 32.- Davidson P., Frank and Stuart Cox, John: Macro, A Clear Vision of how Science and Technology Will Shape our Future. Williams Morrow and Co., New York, 1983. 450 p.
- 33.- Deevey, Edward: The Human Population, in Scientific American: Man and the Ecosphere, W.H. Freeman and Co., San Francisco, 1971, 308 p.
- 34.- Delviche, C.C.: El Ciclo del Nitrógeno. En Scientific American: La Biosfera. (tr. Ma. del Carmen Téllez de Gracia). El Libro de Bolsillo no. 367, Alianza Editorial, Madrid, 1972. 268 p.
- 35.- Derry, T.K. y Trevor, I.W.: Historia de la Tecnología, desde la Antigüedad hasta 1750. (tr. Carlos Carranci et. al.), Siglo XXI, Eds., México 1978, 3 vols., 1152 p.
- 36.- Dettmer, Jorge y Estenou, María: Enfoques Predominantes en la Economía de la Educación. Cuadernos del TICOM no. 27, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México 1983. 304 p.
- 37.- De Vault, Vere; Rouiller, Kenneth and Siewert, Dean: Robotics and the Curriculum Adressing the Questions. Curriculum Review, vol. 25, no. 4, p. 32-34, March-April 1986.
- 38.- Dobson B., Richard: Objectives of the Current Reestructuring of Soviet Higher and Specialized Secondary Education. Soviet Education, vol. 29, no. 9-10, p. 5-25, July-August 1987.
- 39.- Ebel, Karl-H.: Consecuencias Sociales y Laborales de los Sistemas de Fabricación Flexible. Revista Internacional del Trabajo, vol. 104, no. 2, p.175-189, abril-junio de 1985.
- 40.- Fantin, Michael: Circuitos Integrados las Promesas de los Rayos X. Mundo Científico, vol. 7, no. 73, p. 958-60.
- 41.- Fores, Michael and Pratt, John: Engineering: Our Last Chance. Higher Education Review, vol. 12, no. 3, p. 5-26, Summer 1980.

- 42.- Fortes, Mauricio: Superconductores de Alta Temperatura. -- Ciencia y Desarrollo, vol. XIII, no. 74, p. 19-27, mayo-junio de 1987.
- 43.- Freud, Sigmund: El Porvenir de una Ilusión. En Obras Completas (tr. Luis López Ballesteros), 3 tomos, Ed. Biblioteca Nueva, Madrid, s/f, p. 2967 y sigs.
- 44.- Fromm, Erich: 1984; La Utopía Negativa de Orwell. Revista Ambito, vol. 1, no, 8, p. 45-63, México, abril 1984.
- 45.- Fulmer M., Robert: Administración Moderna. (tr. Enrique Martínez), Ed. Diana, México, 1986, 608 p.
- 46.- García Díaz, Rafael: Sistema Internacional de Unidades, Factores y Tablas de Conversión. Ed. LIMUSA, México, 1984. -- 332 p.
- 47.- Glines E., Don: Looking to the 21st Century; Principals -- With Vision Needed to Make Schools Exiting Places of Learning. NASSP Bulletin, vol, 71, no. 502, p. 92-101, November 1987.
- 48.- Glover A., I.: How the West Was Lost? Decline in Engineering and Manufacturing in Britain and the United States. Higher Education Review, vol. 17, no.3, p. 3-34, Summer 1985.
- 49.- Gough C., William and Eastlund J., Bernard: The Prospects of Fusion Power, February 1971. In Scientific American: Man and the Ecosphere. W.H. Freeman and Co., Sn Francisco, 1971. 308 p.
- 50.- Hamilton, Alexander: Report on the Subject of Manufactures. En Spannaus, N. and White, C. (Eds.): The Political Economy of the American Revolution. Campaigner Publications, -- New York, 1977. 470 p.
- 51.- Hasselbring S., Ted: Research on the Effectiveness of Computer-Based Instruction; A Review. International Review of Education, vol. 32, no, 3, p. 313-324, 1986.
- 52.- Hellman, Hall: Tecnofobia: El "Shock" del Pasado. (tr EDAMEX) EDAMEX, México, 1980, 240 p.
- 53.- Hirschhorn, Larry: Beyond Mechanization; Work and Technology in a Postindustrial Age. MIT Press, Cambridge Mass., -- 1984. 188 p.
- 54.- Holton, R.J.: The Idea of Crisis in Modern Society. The -- British Journal of Sociology, vol. XXXVIII, no. 4, p. 502-520, December, 1987.
- 55.- Hubbard, Geoffrey: Social and Educational Effects of Technological Change. British Journal of Educational Studies. -- vol. XXXII, no. 2, p. 108-117, June 1984.

- 56.- Huxley, Aldous: Nueva Visita a un Mundo Feliz. (tr. Miguel de Hernani), Col. Literatura Contemporánea no. 7, Ed. --- Origen-Planeta, México, 1985. 176 p.
- 57.- Iagodin A., G.: The Restructuring of the Higher Education System and Continuing Education. Soviet Education, vol. 29, p. 94-117, July-August 1987.
- 58.- Illich, Iván: En América Latina ¿Para que sirve la Escuela? 2a. Ed., Ed. Búsqueda, Buenos Aires, 1973. 80 p.
- 59.- Kapitsa, Piotr Leonidovich: Energía y Física, Conferencia -- leída en la Sesión Científica Conmemorativa del 250 Aniversario de la Academia de Ciencias de la URSS, 1975. En Kapit sa, P.L.: Experimento, Teoría, Práctica; Artículos y Conferencias. (tr. Jorge Rigol), Editorial MIR, Moscú, 1975. -- 504 p.
- 60.- Kohler, Wolfgang: Psicología de la Forma. (tr. José Germain y Federico Soto), Biblioteca Nueva, Madrid, 1972. 214 p.
- 61.- Krendel, E.S.: Man and Animal Generated Power. In Baunester, T. and Marks, L (Eds.): Standard Handbook for Mechanical Engineers, 7a. Ed., Mc. Graw-Hill Book Co., New York, 1967.
- 62.- Kuhn S., Thomas: La Tensión Esencial; Estudios Selectos Sobre la Tradición y el Cambio en el Ambito de la Ciencia. -- (tr. Roberto Helier), CONACyT-Fondo de Cultura Económica, - México, 1982. 382 p.
- 63.- Kuhn S., Thomas: La Estructura de las Revoluciones Científicas. (tr. Agustín Contin), Fondo de Cultura Económica, México, 1986. 320 p.
- 64.- Landau, Ralph: U.S. Economic Growth. Scientific American, - vol. 258, no. 6, p. 26-34, June 1988.
- 65.- La Rouché H., Lyndon: So, You Wish to Learn All About Economics?, A Text on Elementary Mathematical Economics. New --- Benjamin Franklin House, New York, 1984. 192 p.
- 66.- Larroyo, Francisco: Sistema de la Filosofía de la Educación. 3a. Ed., Ed. Porrúa, México, 1980. 348 p.
- 67.- Lenski, Gerhard: Power and Privilege: A Theory of Social -- Stratification. Mc Graw-Hill Book Co., New York. 1966. 495 p.
- 68.- List, Friedrich: Sistema Nacional de Economía Política. (tr. Manuel Sánchez Sarto), Fondo de Cultura Económica, México, - 1979, 408 p.
- 69.- Hithman, Georg: For Better or Worse; Contemporary Social, -- Cultural and Economic Changes in Europe and Their Significance for Cultural and Educational Policies. Western European -- Education, vol. XVIII, no. 3, p. 9-24, Fall 1986.

- 70.- Little C., Noel: *Magnetohidrodinámica*. (tr. Carlos Navarro), Ed.Reverte, México, 1971. 140 p.
- 71.- Martin, John: *The Electronics and Control Technology Domain of the Microelectronics Education Programme*. *British Journal of Educational Technology*, vol. 18, no. 3, p. 232-246, --- October 1987.
- 72.- Mc Kerlich, William: *The Futurist and Sochooling*. *Education Canada*, vol. 27, no, 4, p. 14-18, Winter 1987.
- 73.- Medina, Sara Rosa y Abreu, Luis Felipe: *De la Administración de la Crísis, a la Crísis de la Administración*. Ponencia presentada en el II Congreso Internacional de Antiguos Alumnos Iberoamericanos del Instituto Nacional de Administración Pública de España del 26 al 30 de abril de 1987. Acapulco Guerrero México. 23 p.
- 74.- Mialaret, Gaston: *L' Evolution Technologique, La Societe et L' Education*. *International Review of Education*, vol. 33, - no. 3, p. 317-329, 1987.
- 75.- Minagawa, Masao: *How to Make a Better Semiconductor; Behind Trade Friction*. *Japan Quaterly*, vol. XXXIV, no. 4, p. 358-362, October-December 1987.
- 76.- Mirándola De la, Pico: *De la Dignidad del Hombre*. (Edición y tr. Luis Martínez Gómez), *Biblioteca de la Literatura y el Pensamiento Universales* no. 57, Editora Nacional, Madrid 1984. 192 p.
- 77.- Moynes E., Filey: *Megatrends and Education Future*. *Education Canada*, vol. 24, no. 3, p. 4-8, Fall 1984.
- 78.- Newberry, Alan: *Sociofutures, Technofutures, Biofutures*. *Education Canada*, vol. 22, no. 2, p. 12-15, Summer 1982.
- 79.- Nishinosono, Haruo: *Informatics in General Education; The -- Japanese Plan*. *Prospects*, vol. XVII, no. 4, p. 539-546, 1987.
- 80.- Obratsov F., Iván: *On the Paths of Restruturing Soviet Education*. *Soviet Education*, vol. 29, no. 9-10 , p. 55-77, July-August 1987.
- 81.- O'Neill K., Gerard: *The Technology Edge, Opportunities for -- America in World Competition*. Simon and Schuster, New York, 1983. 300 p.
- 82.- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): *Políticas de Enseñanza para la Década 1970-1980*. -- OCDE-Ministerio de Asuntos Exteriores de España, Madrid, -- 1974. 151 p.
- 83.- Organization for Economic Co-Operation and Development -- (OECD): *Facing the Future; Mastering the Probable and Managing the Unpredictable*. *Interfutures*, OECD, Paris, 1979. -- 426 p.

- 84.- Organization for Economic Co-Operation and Development -- (OECD); Science and Technology Policy for the 1980's, Paris, 1981. 168 p.
- 85.- Ornelas, Carlos: Educación y Sociedad: ¿Consenso o Conflicto? En González, G. y Torres, C. (Coords.) Sociología de la Educación, Corrientes Contemporáneas. Col. Estudios Educativos no. 5, Centro de Estudios Educativos, México, 1981, 450 p.
- 86.- Ouellete P., R.; Thomas W., L.; Mangold C., E. and Cheremisinoff N., P.: Automation Impacts on Industry. Ann Arbor Science (Butter Worth Group), Ann Arbor, 1983. 186 p.
- 87.- Orwell, George: 1984. (tr. Rafael Vázquez Zamora), 6a Ed, Ediciones Destino, México, 1984. 266 p.
- 88.- Padua N., Jorge: La Universidad y los Posgrados a la Luz de la Tercera Revolución Industrial. Omnia, año 2, no. 4, --- p. 43-51, September de 1986.
- 89.- Passmore, John: Filosofía de la Enseñanza (tr. Federico Patañ), Fondo de Cultura Económica, México, 1983. 304 p.
- 90.- Pescador, José Angel: Teoría del Capital Humano: Exposición y Crítica. En González, G. y Torres, C. (coords.): Sociología de la Educación, Corrientes Contemporáneas. Col. Estudios Educativos no. 5, Centro de Estudios Educativos, México, - 1981, 450 p.
- 91.- Polo Encinas, Manuel: Energéticos y Desarrollo Tecnológico. LIMUSA, México, 1979. 274 p.
- 92.- Pratt, David: Curriculum for the 21 st Century. Education Canada. vol. 23, no. 4, p. 41-47, Winter 1983.
- 93.- Pytlik. E.; Lauda, D. y Johnson, D.: Tecnología Cambio y Sociedad. (tr. Ma. Dolores García Díaz), Representaciones y Servicios de Ingeniería, México, 1983. 300 p.
- 94.- Rangel Nafaille, Carlos E.: Los Materiales de la Civilización. La Ciencia Desde México no. 29, Fondo de Cultura Económica, México, 1987. 120 p.
- 95.- Reich B., Robert: The Next American Frontier. Atlantic Monthly. March 1983 (p. 43-58) and April 1983 (p.97-108).
- 96.- Reich B., Robert: The Next American Frontier. Times Books, New York, 1983. 324 p.
- 97.- Rueff, Jacques: El Orden Social. (tr. José Ma. Pallas), Ed. Aguilar, Madrid 1964. 578 p.
- 98.- Salked, Robert: Space, Macro-Arena for Macro-Engineering. In Davidson, P.; Giacoletto, S. and Salked, R. (Eds.): Macro-Engineering and the Infrastructure of Tomorrow, AAAS Selected Symposium no. 23, American Association for the -- Advancement of Science, Washington, 1978. p. 259-272.

- 99.- Sears, F.W. y Zemansky, M.W.: Física. (tr. Albino Yusta Almarza), Ed. Aguilar, Madrid, 1969. 1010 p.
- 100.- Secretaria de Educación Pública: Ciencias Naturales, Sexto Grado. Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos, México, 1979, 240 p.
- 101.- Semansky W., Mark: Temperaturas Muy Bajas y Muy Altas. -- (tr. María Teresa Toral), Ed. Reverte Mexicana, México, -- 1968. 140 p.
- 102.- Shane G., Harold: Global Developments and Educational Consequences. In Ciricione-Coles, Kathryn (Ed.): The Future of Education; Policy Issues and Challenges. Sage-Focus --- Ed., Beverly Hills, 1981. 274 p.
- 103.- Sherman E., Dorothy: Macro-Engineering, Past, Present and Future. in Davidson, P.; Giacoletto, J. and Salked, R. -- (Eds.): Macro-Engineering and the Infrastructure of Tomorrow, AAAS Selected Symposium no. 23, American Association for the Advancement of Science, Washington, 1978. p. 259-272.
- 104.- Sherman M., Thomas; Armistead P., L.; Barksdale A., M. and Reif, Glenn: The Question of Excellence in University Teaching. The Journal of Higher Education, vol. 58, no. 1. p. 66-84, January-February 1987.
- 105.- Shuttleworth E., Dale : Hands on the Future: Addressing the Needs of the Concrete Learner in the Post-Industrial Age. Education Canada. vol. 27, no. 1, p. 4-9, Spring 1987.
- 106.- Simons, Marlise: Fiebre del Oro en Brasil. Selecciones del Reader's Digest. tomo XCVII, no. 574, p. 33-34, septiembre de 1988.
- 107.- Soto, Cecilia: Fusión Nuclear: Energía Sin Límites. Fusión, vol. 1, no. 1, p. 25-28, enero de 1981.
- 108.- Tetenbaum J., Toby and Mulkeen A., Thomas: Designing Teacher Education for the Twenty-First Century. The Journal of Higher Education, vol. 57, no. 6, p. 621-636, November-December 1986.
- 109.- Torrance E., Paul: Educación y Capacidad Creativa. (tr. José Ramón Ballesteros), Ediciones Marova, Madrid, 1977, -- 234 p.
- 110.- Verdnadsky, W.I.: The Biosphere and the Noosphere. American Scientist, vol. 33, no. 1, p. 1-12, January, 1945.

- 111.- Weissbluth, Mario: Hacia una Metodología de Planeación - del Desarrollo Tecnológico y Productivo. En Pérez L., M., Castaños, A. y Esteva, J.A. (Comps.): Articulación Tecnológica y Productiva. Centro para la Innovación Tecnológica - UNAM. México, 1986. 217 p.
- 112.- World Bank: Appropriate Technology in World Bank Activities, World Bank, s/1, July 19, 1976. 90 p.