

44  
2 ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE PEDAGOGIA

## CIBERNETICA Y EDUCACION

*Dr. B. M. E. J.*

### T E S I N A

Que para optar por la  
LICENCIATURA EN PEDAGOGIA

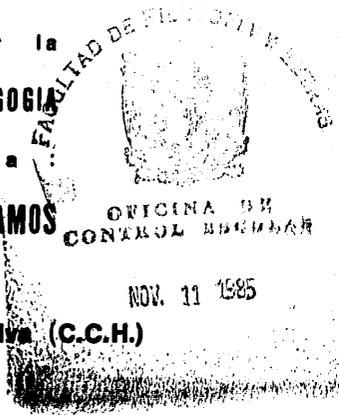
P r e s e n t a

**FRANCISCO RIVERA RAMOS**



FACULTAD DE FILOSOFIA  
Y LETRAS  
COLEGIO DE PEDAGOGIA  
COORDINACION

Seminario de Psicología Educativa (C.C.H.)



México, D. F.

Octubre, 1985



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## PROLOGO

Desde tiempos inmemoriales educación, control y comunicación han generado problemas ingentes a la humanidad. Al buscar soluciones a las diversas preguntas que estas cuestiones han planteado el hombre ha ido produciendo diversos filones y fulgurantes aristas de su cultura, cristalizada en otras tantas técnicas, tecnologías, artes y ciencias. En ocasiones sus avances y planteamientos han derivado en usos estéticos y dramáticos, como lo fueron en su tiempo los actores mecánicos que sirvieron para representar obras verdaderamente alucinantes y premonitorias; en otros casos, al inventar sirvientes perfectos el hombre desplego su fantasía hasta la escatología: ejemplo de esto lo tenemos en el GOLEM de la civilización hebrea; y las cabezas parlantes del Magreb y del Cercano Oriente. También encontramos -en la aurora de la Civilización- autómatas que se ven hoy como juegos, pero que más allá del aspecto lúdico planteaban aspectos teogónicos y cosmogónicos con un lenguaje y precisión matemática exacta, tenemos en este sentido el caso del pato que reproducía casi todo los movimientos de un pato real, o el caso del juego del Fatoli de nuestra cultura prehispanica que nos deja pasmados por su rigor matemático y sus amplias perspectivas didácticas. Es inevitable la pregunta: ¿cuántos inventos "científicos" y didácticos, entre otros, sepultó la barbarie del conquistador? Quizá nunca lo sabremos.

Sin embargo, detrás de esta parafernalia exquisitamente fantástica encontramos que el devenir de todos estos dispositivos no es únicamente el de los fatoches, sino que a lo largo y ancho de todas las formas culturales y civilizaciones se produjeron máquinas que han significado verdaderos saltos cualitativos en el desa-

rollo de las fuerzas productivas y promesas de liberación de las cargas de trabajo: tenemos desde el reloj, los molinos de viento, los motores de combustión, las máquinas textiles, incluyendo las máquinas creadas por Liebnitz, Blas Pascal -que incluyen el ejercicio automatizado de la multiplicación -, la Máquina de José María J. basándose en la máquina de Charles Babash movida por vapor y que servirá para la perforación de tarjetas, hasta la máquina inventada por Augusta Byron considerada como la primera máquina programadora (en honor de Augusta hoy un lenguaje de computación lleva sus siglas: lenguaje de programación ADA) y las máquinas de la quinta generación.

Justamente es con el desarrollo de la electrónica que muchos inventos del hombre que se creían sueños o ilusiones se han vuelto realidad, tal es el caso de algunos inventos de ese hombre universal llamado Leonardo Da Vinci y sus coetáneos del Renacimiento (Vgr. la máquina de Turín y los aviones, para no ir muy lejos en los ejemplos). Tengamos en mente que han sido las necesidades de sistemas sociales basados en relaciones de explotación las que han permitido desempolvar inventos que dormían el "sueño de los justos", como aún hoy sucede con tantos inventos no incorporados a las fuerzas productivas por no requerirlos la lógica de los sistemas sociales de explotación.

Ahora, cuando es posible tener varios cientos, miles y aún millones de unidades de información en dispositivos minúsculos tales como los Chips, es menester reconsiderar y reflexionar profundamente en las repercusiones que para la tecnología educativa tiene la computación y, particularmente, las relaciones entre educación y cibernética, considerando que es desde la edad temprana o primera infancia cuando el desarrollo de la inteligencia se puede

ir "modelando" científicamente hasta que alcance un pleno desarrollo lógico formal. Para ésto es posible auxiliar al educando con lenguajes de computación como el LOGO. Más aún, con las máquinas de la "quinta generación es posible una educación más idónea y un desarrollo inusitado de las potencialidades del hombre.

Precisamente este trabajo que está en sus manos, es una precaria aproximación a las relaciones, problemas y promesas que suscitan LA CIBERNÉTICA Y LA EDUCACION.

Francisco RIVERA RAMOS

Otoño de 1985.

## INTRODUCCION

Abrimos nuestro trabajo "Cibernética y educación" con un repaso suscito de las teorías del aprendizaje señalando sus características fundamentales y sus principales vínculos, subrayando conceptos como comportamiento, regulación que tienen una clara connotación en el campo de la cibernética como comportamiento, regulación, etc, Concomitantemente destacamos algunos de los conceptos principales de las diversas corrientes psicológicas, comenzando por la corriente behaviorista, pasando por el conductismo skineriano y los diversos enfoques derivados del psicoanálisis freudiano. De manera superficial se describen los intentos que llevan a la psicología a constituirse como ciencia y sus relaciones con la cibernética, hasta arribar a la instrucción programada.

Abordamos la explicación de la cibernética, especialmente los conceptos de información, comunicación, sistemas, regulación, etc., para entrelazar éstos con los conceptos de la tecnología de la educación, y con ello, posibilitar la comprensión de comunicación y control (en el sentido cibernético).

Al tratar la transmisión de la información y codificación de la misma, exponemos esquemáticamente el aspecto elemental de la teoría de la información de C. Shannon; ejemplificando un sistema para hacer explícita la probabilidad de los eventos tratados, haciendo referencia a algunos códigos como el Morse. También analizamos el concepto de alfabeto y particularmente el de alfabeto binario. Todo esto con el propósito de hacer converger la pedagogía, la cibernética y la teoría de la información: ejemplificando el az de conceptos comunes y señalando algunos relevantes como el de

algoritmos de enseñanza.

En otra parte del trabajo comentamos diversas investigaciones realizadas en E.U. y Europa con escolares etiquetados en normales y anormales, demostrando con estos últimos la posibilidad del rescate de su creatividad a través del uso del lenguaje de computación llamado LOGO. Este uso permitió alforar cualidades potencialmente reprimidas. Así mismo se demuestran las ventajas que para aprendices de cualquier edad representa la instrucción de la enseñanza auxiliada por computadora. Esto es lo que actualmente se conoce en las ciencias de la computación como Inteligencia Artificial y corresponde al desarrollo de la llamada "quinta generación de computadoras". A la luz de estas experiencias es posible reconocer y advertir las deficiencias del aparato escolar mexicano.

Más adelante con un gráfico que hace el modelo de una investigación de una interpretación de los fines y valores de la educación describimos la teleología y axiología de la misma sin dejar de reconocer las contradicciones implícitas que se presentan al instrumentalizar dicho modelo en una sociedad clasista como la nuestra. Hemos tenido el cuidado de atender los elementos del modelo, tales como sistema de control, regulación (feed-back positivo y negativo), etc., relacionado estos elementos con los conceptos centrales de las ciencias de la educación como son: investigación, docencia, proceso de enseñanza-aprendizaje, etc.; especificando la esencia de cada uno de los elementos del modelo de manera crítica y atendiendo -incluso- el modelo de regulación en un contexto personal considerando para ella las teorías de la psicología profunda.

Mencionamos también los intentos de planificación en las sociedades capitalistas y en las formaciones sociales del socialismo

mo realmente existente (o si se prefiere -como dice Roger Bartra- del "socialismo realmente inexistente"). Hemos resaltado la importancia que debe tener la Universidad Nacional Autonoma de México en la planificación, coordinación, asesoramiento, en la docencia, investigación y extensión, etc. dentro del sistema educativo nacional. Sería pertinente que ante el terrible abatimiento de la educación normal, la UNAM y las demas instituciones universitarias penetrasen esa institución y permitieran a sus alumnos y profesores una actualización permanente. De no efectuarse esta medida u otra que fuese en el sentido de elevar realmente la calidad de la educación normal, México seguirá padeciendo un resago espeluznante en la educación.

...Finalmente queremos decir que este trabajo está impregnado de la preocupación central que nos mueve: establecer los vínculos entre LA CIBERNETICA Y LA EDUCACION.

## 1.-Evolución de las teorías del aprendizaje.

### 1.-1.-Esbozo de las teorías del aprendizaje.

Los estudios de la psicología del aprendizaje han permitido avanzar en la comprensión del proceso de enseñar y aprender. Las teorías del aprendizaje van desde las referidas a los comportamientos simples de las reacciones de un animal sometido a diversas situaciones (en las cuales solucionan algún problema) hasta aquellas teorías en las que se estudia la adquisición, la retención y la transferencia del aprendizaje humano (controlado, observado y medido para apreciar el número de contingencias que lo afectan, así como para definir las variables intervinientes con determinados objetivos).

Evidentemente todas esas teorías se vinculan con la evolución de la psicología, y a las características predominantes del método de investigación. Es posible sostener que antes del siglo XVII la psicología estaba circunscrita al espíritu y problemática de la filosofía (aún recientemente la carrera de psicología se consideraba como parte de la filosofía). Su modelo de estudio no pertenecía a la categoría de fenómeno científico observable y verificable, sino a la discusión metafísica sobre la esencia, contenido y significación del alma. Las tendencias modernas consideran a la psicología como un campo frontera entre los fenómenos sociales y naturales; el mismo Freud en algunos de sus textos consideraba esta posibilidad.

Los primeros intentos por transformar a la psicología como disciplina científica -con campo y método propio- se deben a las investigaciones de los alemanes J. Müller, E. Weber y G. Fechner (1826) y R. Helmholtz (1850) quienes acudieron a las mediciones físicas para la definición de algunos procesos perceptivos. El tránsito de la psicología especulativa a la experimental surge con G.

Wümdt alrededor de 1879 en Alemania).

Mención especial merece Sigmund Freud, él cual en el finisecular del siglo XIX comienza a romper con los conocimientos precedentes y concomitantemente a fundar un nuevo campo de conocimiento centrado en el descubrimiento del inconsciente. La psicología profunda o psicoanálisis Freud lo considero como una tríada: como teoría, método de investigación y psicoterapia. Precisamente la interpretación psicoanalítica recae sobre las formaciones del inconsciente: sueños, asociaciones libres, lapsus y chistes. En el polo opuesto al psicoanálisis se ubica la Psicología reflexológica (Rusia, 1902) creada por el fisiólogo I. Pavlov; esta veta experimental continuó desarrollándose con la Psicología funcionalista creada por los norteamericanos W. James y J. Dewey (E.U., 1908) con ellos se comienzan a estudiar los fenómenos psicológicos del aprendizaje experimentalmente; es decir se someten los fenómenos a estudiar a la observación sistemática y se establece el control de variables determinantes de los mismos.

Los protocolos de la Psicología conductista se enuncian en los trabajos experimentales de S. Hall, J. Catell y Kenn en 1910 quienes introducen las ideas básica para una interpretación mecánica del comportamiento en función de la adaptación. Posteriormente J. Watson y E. Thorndike (1913) aportan datos definitivos que delimitan el campo científico de la Psicología. La Psicología Behaviorista o Conductista, tal como fue definida por J. Watson, es una rama de las Ciencias Naturales y por ende es puramente objetiva y experimental, cuya finalidad es la predicción y control del comportamiento humano. De acuerdo a esta teoría la naturaleza del aprendizaje supone el control mediante la persuasión de la conducta, la cual debe ser modelada de acuerdo con los objetivos deseados. Una respuesta deseada seguirá a la acción de las simulaciones seleccionadas, posibilitando la observación directa y la

predicción de los efectos probables de la conducta. Esta concepción representa para la ciencia del aprendizaje un reto acerca de los varia dos problemas relativos al tratamiento deductivo de las hipótesis. Los conceptos y principios de esta ciencia no están absolutamente fundados en la observación directa. Algunos fenómenos son deducidos y ordenados lógicamente; pero la correspondencia de causa a efecto es una gama compleja de variables difíciles de controlar. Es con el nacimiento de la cibernética cuando estos problemas se plantean y resuelven con métodos analógicos (la multiplicidad de variables conciernen a procesos exclusivos de los sistemas de regulación).

Una de las mayores críticas a la Psicología Behavioritas es aquella que destaca la contradicción entre su connotación y la definición del término psicología: no puede, según la definición, reducir el aprendizaje a relaciones de causa a efecto, dado que el aprendizaje es ta condicionado o controlado por la introspección (es decir por lo profundo, la psique, alma o inconsciente); no es posible observar la conducta ajena sino a través de la nuestra conducta propia, y ésta siempre tiene motivos más profundos radicados en el inconsciente.

Estas generalizaciones son el producto de íntimas manifestaciones del comportamiento personal y de como esa conducta se refleja en los demás.

El mecanismo de control al estar basado en la estadística no es determinístico sino contingente. Se considera que los efectos de la variables pertenecen a un juego de alternativas o de azar; ciertamente un juego que no es absolutamente libre, sino de opciones jerarquizadas.

En general la evolución de los conceptos demuestra que el lenguaje humano es un sistema de control social, y aún más: el lenguaje es la estructuración del inconsciente mismo -Lacan dixit-.

Si la inteligencia es un control central de actividades psicofi

siológicas y el aprendizaje es un proceso de desarrollo de controles, por consiguiente una ciencia del comportamiento es, en esencia, una ciencia de la dirección humana. La tecnología de la enseñanza basada en esta dirección, es un requisito irreversible de la evolución social. Su materia de análisis es diferente de aquella que puede reducirse por el rigor analítico a principios seguros o condiciones precisas. Los componentes del aprendizaje son una serie de condiciones dentro de una serie de manifestaciones objetivas.

#### 1.2.-Diversos tipos de aprendizaje.

La objetivación de la conducta aprendida puede resumirse en las siguientes experiencias.

##### 1.2.1.-Aprendizaje como estímulos de ensayo y error.

Para E. Thorndike el aprendizaje consiste en el fortalecimiento de las conexiones entre un estímulo y una respuesta. El conexionismo defiende la tesis de que el aprendizaje es una intensificación de enlaces entre estímulos y respuestas de un organismo ante una actividad de aprendizaje. La intensidad de un estímulo puede definirse por la probabilidad de la respuesta, y ésta se asocia con el efecto que tiene sobre la satisfacción de la conducta. En el modelo de probabilidades de una conducta, se encadenan y fortalecen aquellas conexiones de estímulos y respuestas relacionadas con las necesidades de éxito y se extinguen o desaparecen aquellas relacionadas con las insatisfacciones de la conducta o errores de la misma.

En las conexiones difieren las tareas que deben realizarse de las que no serán ejecutadas, lo que constituye el fundamento de la teoría del ensayo y error. La conducta es descriptiva cuando establece un modelo lógico de comprensión en la resolución de los problemas.

Didácticamente puede ser usado para las materias escolares que requieren solución de problemas de manera espontánea. Este procedimiento contribuye para el descubrimiento de las estrategias de razonamiento del alumno. También sugiere la necesidad de individualizar la enseñanza adaptándola al ritmo de comprensión y a las diferentes etapas del discernimiento de las operaciones.

El centro de la teoría conexionista del aprendizaje fue formulada como la ley del efecto. Según E. Thorndike existe la tendencia a repetir aquellas acciones satisfactorias y se evitan las que provocan malestar o displacer en la consecución de los objetivos. El condicionamiento de estos ensayos permite coordinar una serie de respuestas, las cuales son también acciones modeladas que refieren nuevas actividades. No se descarta en esta teoría una visión total del conjunto mental y del conjunto de atributos del ejercicio; no es una teoría que atribuye una respuesta específica a un estímulo también específico. El conexionismo agrega las cualidades de una actividad mecánica amplia en la cual participan procesos de integración definidos por situaciones conectadas. E. Thorndike realizó la mayoría de sus experiencias con pollos, ratas y gatos; sus principios fueron formulados en lo que él llamó: "inteligencia animal". Algunos autores critican el hecho de que estas teorías puedan explicar el comportamiento humano; pero las investigaciones con animales sugieren positivamente los mecanismos del aprendizaje, siendo estas acciones condicionantes de los seres vivos.

#### 1.2.2.-Aprendizaje con aprensión Gestalt (Insight).

Los escritos sobre Psicología general contraponen la teoría de la Gestalt al conexionismo. Estas oposiciones obedecen a la clasificación que cada teoría hace de los fenómenos que observa. Según estas críticas, el conexionismo realiza una situación aislada de estímulo y

respuesta sin considerar la situación total que encara el proceso; en tanto la Gestalt introduce una noción más amplia del aprendizaje, una variedad de cuasas distintas de las controladas por el conexionismo en las situaciones de engayo y error. W. Köhler hizo la mayor contribución a este respecto: su trabajo experimental con chimpancés en 1917 revela que la situación del aprendizaje resulta de una aprensión súbita eladefinido Insight, que significa el entendimiento global de la situación mediante la cual el sujeto controla desde el principio su aprendizaje en la forma de integración de diversos procesos. Esta experiencia se hace notoria cuando compara el proceso de razonamiento humano con el del chimpancé (considérese la afinidad o cercanía que ambos tienen en la escala zoológica).

Existen diferencias notables entre el entrenamiento de pollos y de los chimpancés, pero tales contribuciones no representan una contradicción en las teorías y son, más bien, complementarias en la totalización de esas funciones. Si E. Thorndike hubiera descubierto el Insight y establecido sus principios en ese detalle, W. Köhler o cualquier otro habrían contribuido con las teorías referentes al entrenamiento constante que se requiere en la formación de hábitos.

La mayor contribución de la Gestalt se produce en el campo de la percepción, con lo cual se consolidan sus teorías en la práctica: las respuestas de un organismo a su ambiente se caracteriza por su totalidad.

### 1.2.3.-Aprendizaje como conducta consciente e inconsciente

Es sabido que Freud trabajó dos tópicos y tres enfoques. La primera tópica enuncia los conceptos de consciente, subconsciente e inconsciente; sin abandonar la primera tópica Freud construye su segunda tópica la que incluye el Yo, el Ello y el Superyó. Tomando y privilegiando algunos textos de su vasta obra se han abierto diversas interpreta-

ciones no solo diferentes sino incluso antagónicas; sin embargo de todas las interpretaciones destacan las "Yóicas" ligadas a los nombres de Anna Freud, Melanie Klein, y al psicoanálisis norteamericano, y las del "Inconsciente" ligadas sobre todo a Jaques Lacan y que consideran que el verdadero objeto de estudio del psicoanálisis es el inconsciente. De cualquier manera los textos de Freud permiten entender plenamente que el "Yo" (lo que corresponde, más o menos, a la conducta o comportamiento humano) es cubierto no solamente por procesos conscientes sino también inconscientes. Precisamente los estados inconscientes de la conducta humana son el campo incontrolado de la misma.

La psicología en general, y particularmente la experimental, niega los beneficios de la aplicación psicoanalítica (recordemos que Freud creía que su teoría constituiría el basamento de la psicología) y atribuye a ésta un estatuto no solamente anticientífico sino incluso escatológico. No obstante para Freud el Yo y más específicamente la conciencia debe ser explicado a partir de la comprensión del inconsciente. Cuestión que se antoja como una paradoja anticientífica, pero el problema tiene manifestaciones que sobrepasan las posibilidades del método científico. Es posible descubrir los comportamientos íntimos de la mente por la analogía y la deducción de las relaciones conscientes; sin embargo, los estados conscientes contienen las repercusiones de los estados inconscientes y pueden ser registrados por las características de las reacciones y síntomas del sujeto, porque existen en el "interior" y sobre lo cual no se puede informar o registrar directamente. Originalmente el psicoanálisis utilizó la hipnosis y otras formas de sugestión para dar cuenta de los procesos inconscientes, más tarde Freud abandona este método y descubre la "vía regia" para estudiar e interpretar el inconsciente a través del sueño, además de la asociación libre de ideas, el chiste, el lapsus y los síntomas.

Hoy nadie puede dudar de la excelencia de este procedimiento como método terapéutico clínico y sus nexos para la formulación de una teoría general del aprendizaje. La enseñanza comienza por apoyarse en una motivación que establece una conexión íntima con los intereses y necesidades del aprendizaje por los estímulos que se procesan de acuerdo con el carácter y el temperamento.

Al acentuar los aspectos subjetivos del aprendizaje, basado en los impulsos afectivos, el Psicoanálisis tiene las mismas limitaciones teóricas del Insight Gestalt. El concepto "aprensión súbita" es una inferencia introspectiva similar a la inferencia del inconsciente, por lo que todas estas teorías modelables del comportamiento y su demostración son la meta de la Psicología como ciencia.

Interesa en la educación que el control de las motivaciones proceda en la forma de feed-back o de las interacciones conscientes-inconscientes que actúan en la fase de vigilia como en la del sueño. Interesa también, desde el punto de vista social, conocer cuales son las características universales y locales de los símbolos.

La demostración más simple de las formas incontroladas del inconsciente lo constituye el olvido. Esto puede encontrar sus causas en los ruidos, en el tipo de perturbación inconsciente que funciona como actividad represiva.

#### 1.2.4.-Aprendizaje como conducta operante.

La conducta ante el aprendizaje se ha descrito como un conjunto indiferenciado. Su regularidad puede ser medido de tiempo en tiempo con la pretensión de que la variable aprendizaje haya sido aislada para que pueda ser clasificada, se presiona al sujeto mediante mediante una prueba que registre sus habilidades, conocimientos y/o destrezas. Según la teoría de la conducta operante, la definición del aprendizaje es descubrir la variable que caracteriza a la "frecuencia de reac--

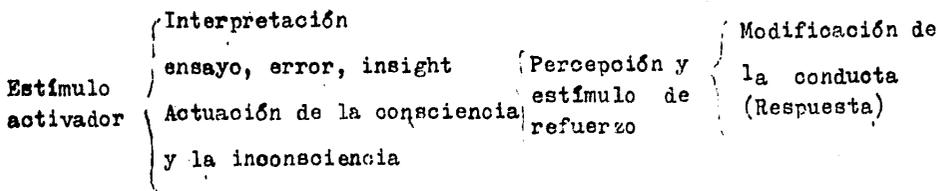
ciones". Un organismo reacciona frecuentemente a ciertos hábitos, condiciones o iniciativas que son producto de formas de aprendizaje. la frecuencia de las reacciones es igual a la repetición continúa y sistemática de la transferencia, posibilidad que permite la evaluación del número de respuestas positivas y con ello se eliminan las concomitancias del error o del azar.

Es el efecto de la frecuencia de las respuestas lo que sitúa a la conducta operante dentro de teorías neo-conductistas actuales, v. Gr. la desarrollada por B. Skinner con el nombre de teoría de la confirmación (1950).

Skinner diferencia dos clases de comportamiento: la conducta respondiente (Respondent behavior) y la conducta operante (Operant behavior). La conducta respondiente se refiere al condicionamiento clásico reflexológico y a las emociones. La conducta operante se refiere al condicionamiento instrumental mediante el cual, el organismo interviene en el ambiente creando una serie de estímulos nuevos que funcionan como controles de sucesivos comportamientos. La sucesión (frecuencia de las reacciones) estará fortalecida por estimulaciones preexistentes en el individuo. B. Skinner define ese control como el refuerzo.

La operación del aprendizaje se ejecuta dependiendo de los estímulos posteriores a los estímulos iniciales, aquéllos que se han generado durante el ejercicio y que desarrollan el comportamiento final.

Esta relación puede ser representada así:



De este gráfico se manifiesta que la comunicación y el aprendi-

zaje son procesos equivalentes. Esa similitud se verifica en los objetivos de la fuente para influir en el receptor. El receptor acepta la influencia produciendo nuevos estímulos que producen una cadena de regulación interna o de conducta por confirmación de la recompensa obtenida. El refuerzo incide en el cambio de hábitos y se convierte en el centro de la motivación alcanzada. Una de las características de la generación de estímulos es que éstos no pueden observarse directamente, las respuestas aparecen encubiertas por los estímulos y varían en su composición y en su intensidad. Las hipótesis pueden ser resueltas si se establecen los parámetros correspondientes a la entrada y a la salida del sistema (tengase en mente el concepto de "caja negra" al cual nos referiremos más adelante).

#### 1.2.5.-Aprendizaje y procesos neuroquímicos.

Las ciencias del comportamiento en la investigación pura se interesan por conocer la estructura íntima del proceso de aprendizaje. Nuevas tendencias en las teorías del funcionamiento sensorial esbozan posibles innovaciones didácticas.

La Biología Molecular trata de explicar y formular adecuadamente el proceso mediante el cual el cerebro codifica y descodifica información. Los últimos veinte años presentan un considerable aumento de la investigación en este campo.

Algunas de las experiencias en ese campo han permitido medir el tiempo de acción y reacción del cerebro. Se estima en 1/10 de segundo el tiempo que emplea el cerebro para obtener una percepción, lo que indica el número de elementos -unidades de información bits/s- que serán necesarios para que el aprendiz asimile una información en la memoria inmediata, la cual considera su nivel de apercepción de conocimientos y su edad. Sobrepasar el nivel de apercepción (véase gráfico 1, en el apéndice) significa aumentar el nivel del ruido.

Otras investigaciones relaciona la atención con la producción de ritmos "alfarea", las cuales pueden señalar las condiciones mentales del sujeto en las distintas variaciones de los impulsos registrados.

La conjunción neuroquímica subraya particularmente el rol desempeñado por el ARN (Acido RiboNucléico) en la síntesis de la proteína de los procesos enzimáticos de la neurona. El proceso, muy esquemático, de la teoría es el siguiente: el ARN tras del núcleo celular la información condensada en el ADN (Acido DesoxiriboNucléico) para trasladarla al citoplasma, en este proceso se sintetiza una proteína de acuerdo a la "información" contenida en el ARN mensajero. Los nuevos desarrollos en la genética y en la ingeniería genética han vislumbrado nuevos umbrales.

H. Hyden y E. Eginazi (1962) en experimentos con ratas han demostrado que el ARN producido durante el aprendizaje es del tipo mensajero. En las neuronas corticales su contenido químico aumenta en proporción a la cantidad de los contenidos memorizados. Este aumento, según experiencias posteriores, se debe al contenido de Ademina-uracilo en cada célula: de 683 microgramos a 751 por célula nerviosa aislada según la experiencia que se cita.

El desarrollo biológico del individuo y la maduración de funciones dependen también del aumento de ARN durante la vida. Este crece progresivamente de los 2 a los 40 años, describiendo una cima en una gráfica para después de los 70 años declinar. Esta curva presenta una curiosa analogía con la curva de percepción.

Una estimulación intensa en los primeros años de escolaridad aumentará la cantidad de ARN, noción que debe considerarse en la práctica de la enseñanza; más aún si se considera que esa capacidad es extraordinariamente vasta. Otras investigaciones realizadas por H. Hyden al permutar las 4 bases nitrogenadas del ARN descubren que el cerebro puede codificar  $10^{15}$  unidades de información en los 10 000 millones de células que contiene.

Es a partir de este punto cuando una tecnología de la enseñanza posee una estructura lógica del conjunto de las relaciones psicofisiológicas y más aún si se considera que estas teorías han sido aplicadas y verificadas en seres humanos. V. G. D. Cameron logró mejorar la memoria de pacientes de edad avanzada, los cuales sufrían de trastornos de la memoria (amnesias parciales), suministrándoles ARN por vía intravenosa.

Muchos otros investigadores (Mc Connel, Thomson, Rossenweight, Jacobson, por citar a los más ilustres) se pronuncian en favor de la transmisión química del aprendizaje, y ello como resultado de transferir aprendizaje de animales adiestrado a no adiestrados.

### 1.3.-Aprendizaje y objetivos.

Tal como ha sido expuesto, la Psicología conductista asume un estatus científico semejante al de las Ciencias de la naturaleza, por lo que se basa en la experiencia objetiva, neutral, natural y previsible del comportamiento. El condicionamiento operante humano se describe en los términos de una conducta deseada o conducta final.

Establecer objetivos es prever los resultados que una actividad de soporte realiza. El tipo de habilidad, conocimiento y/o destreza que se logra será una consecuencia de la planificación, una característica manifestada en un cambio en la conducta. Estas posibilidades

se circunscriben a la enseñanza individual. La nueva tecnología atribuye la responsabilidad de la crisis de la educación a los métodos tradicionales, los cuales operan como controles de masas; la evaluación se hace extemporánea y la transferencia de los conocimientos son subvalorados en situaciones no naturales bajo los efectos de una doble presión la ejercida por la situación emocional y la ejercida por la presión misma del examen. Por una parte se acude a la memoria mediata -largos periodos de clase-, por otra se activa la memoria inmediata como resultado de estudios comprimidos durante pocos días y horas antes del examen. La memoria y razonamiento crítico funcionan optimamente en situaciones en que se presenta una simultaneidad entre la elaboración del aprendizaje y la propia actividad. En los exámenes tradicionales que recurren a la memorización más que al razonamiento el alumno tiene una muy baja probabilidad de éxito.

Evidentemente un examen y la calificación tradicional no es un registro correlacionado de la actividad total del alumno; la Didáctica decimonónica preocupada por este problema ha propuesto la evaluación integral que considera otros rasgos más cotidianos y espontáneos sobre la participación activa y crítica. Estadísticamente, y en la teoría, esos problemas se presume han sido resueltos; pero los hechos testarudos manifiestan una constancia del problema y por lo tanto sugieren una falsificación de esa estadística en la práctica y una fragilidad de la teoría que al confrontarse en la práctica se ha desvanecido.

Es muy difícil medir con los procedimientos tradicionales el comportamiento terminal. Las razones obedecen a que tales comportamientos deben ser autocontrolados (técnica que se ha difundido con el nombre de Instrucción programada.).

En la instrucción programada los objetivos son operacionales. En la enseñanza convencional son vagos e imprecisos, sus enunciados u-

san expresiones como: Que el alumno "comprenda", "entienda", "examine" "critique", "aprecie", etc. Definiciones abstractas de una suma infinita de comportamientos. Los objetivos operacionales se refieren a: Que el alumno: "resuelva", "compruebe", "enumere", "describa", "compare", "distinga", "construya", etc. lo que implica una acción reducida de comportamiento perfectamente identificable. B. Skinner (1970) escribe al respecto:

"Los términos que hacen referencia a procesos mentales o cognoscitivos tampoco especifican de un modo útil el comportamiento terminal".

Lo que se observa es que el alumno responde a diferentes estímulos de diferentes maneras. Más adelante el mismo autor agrega:

"...lo que esas formulaciones descuidadas no es conocimiento de saber o significación, sino que son las variables independientes, de que el comportamiento es una función. 'Em-- partir conocimiento' es poner un comportamiento de determinada configuración bajo el control de determinada variable".

El efecto de proponer objetivos operacionales se resuelve en la construcción del programa con la cantidad de ejercicios necesarios. El productor de programas debe preguntarse ¿cómo será evaluado el rendimiento?, la respuesta descubrirá el grado de capacidad de transferencia como una función del objetivo.

Un examen representa el estado final de la conducta, el cambio esperado de los estímulos seleccionados para cada ejercicio del estudio. E. Thorndike en un análisis de los estímulos requeridos para el aprendizaje de la aritmética elemental encontró más de 3 000 objetivos específicos con los cuales explicaba la acumulación de enlaces entre estímulos y respuestas.

La "frecuencia de las reacciones" específica por separado

el número de acciones que se ofrecen al alumno en forma de ejercicios.

El criterio que controla y dirige este proceso refleja en la práctica la consecución de un objetivo general: enseñar a pensar, objeto propio de la Psicología del Aprendizaje -basado en procesos cognoscitivos.

#### 1.4.-Aprendizaje y procesos cognoscitivos. (Intuición y análisis).

La naturaleza del aprendizaje humano y la elaboración de una teoría de la enseñanza suponen la ordenación jerarquizada de reglas o prescripciones del modo didáctico más eficaz con el propósito de lograr los conocimientos, las habilidades y el desarrollo de aptitudes. En este sentido esa teoría debe formular las condiciones que satisfacen esas normas. Ellas mismas han de tener un alto grado de generalización del objetivo "enseñar a pensar."

El modo como los alumnos predisponen su aprendizaje estará condicionado por la estrategia dominante que utilicen para la comprensión de los diferentes materiales visuales y textuales. Existen dos formas generales de la evaluación del pensamiento: intuición y análisis (Bruner J., 1960-66), las cuales caracterizan el tipo de reacción individual investigada también mediante el procedimiento heurístico y algorítmico (Landa L., 1955).

La estrategia dominante puede definir las operaciones intelectuales que siguen el curso de un aprendizaje. Una alta flexibilidad en la transferencia que caracteriza al tipo intuitivo, su nivel de comprensión está afectado por las "analogías" o interpretaciones figuradas de lo que se observa. Percibe de forma global, no se detiene en el análisis de los componentes sino en la estructura, la cual compara con otras estructuras mentales de su experiencia; acude a interpretaciones anteriores y aprende la información rápidamente. Simbólicamente puede representarse esa comprensión como saltos entre el material visual y textual.

problema que se le presente) y la respuesta que transfiere su imaginación. Sus respuestas son impulsivas y aparentemente irreflexivas, puede coincidir con el tipo extrovertido. En general posee poca habilidad para la descripción numérica y tiene problemente una imaginación más crativa que descriptiva, por lo que puede desenvolverse más facilmente en las materias artisticas o aquellas que requieren más habilidad para la composición. Es también posible que esas habilidades pre-existan en la forma de aptitudes desarrolladas y no de hábitos escolares.

El pensamiento analítico procede inversamente al intuitivo, sus características son: baja flexibilidad para la transferencia, su nivel de comprensión es unilateral, se concentra en los elementos y prosigue en pequeños pasos eslabonados consecutivos y lógicos; descompone la actividad y totaliza la estructura cuidadosamente, por lo que aprende la información con menor velocidad; tiene facilidad para la explicación numérica y generalmente transfiere la información en elementos cuantificables.

Los términos intuitivos y analíticos son correlativos, el proceso implica una sucesión que se pone en juego con una aprensión intuitiva, la cual permanece o se desenvuelve en un análisis.

La velocidad de apercepción puede ser significativa para establecer el tipo de reacción. Si se comprimen algunos estímulos no estructurados (manchas abstractas) y se presentan taquiscópicamente (durante algunos segundos de duración) y el modelo puede descubrir el efecto de la estrategia que un alumno para comprender los materiales audiovisuales obligándole también a comprimir una respuesta rápidamente, los modelos de acción intuitivos (I) y analíticos (A) demostrarían diferentes variables estadísticamente definidas como  $A_I$ ,  $I_A$ ,  $A_I$  del grado de capacidad de comprensión. La ordenación del contenido de una materia de enseñanza mediante el uso de los métodos inductivos-deductivos

vos, también refleja el grado de intuición y análisis. La Geometría y la Estadística contienen más nociones intuitivas que analíticas. La Física es más intuitiva que la Matemática pura y, en general, las ciencias biológicas son en su mayoría ciencias de intuición. Queda reservado para la Lógica y la Matemática puras la necesidad de un análisis riguroso y minucioso. Esto debe considerarse cuando se elaboran los programas para observar la concordancia entre los métodos y la accesibilidad del aprendizaje.

Puede distinguirse al tipo intuitivo en el aprendizaje por In sight del tipo analítico cuando aprende por ensayo y error.

En sus primeras investigaciones J. Piaget (1946) diferencia entre "el pensamiento intuitivo" y "las operaciones concretas" en la evolución de la inteligencia infantil. El desarrollo de la percepción en el niño comienza en la forma de una exploración imaginativa (4 a 5 años) que evoluciona con la aparición de "las operaciones": "lógico-aritméticas" y "espacio temporales" (7-8 años) con las cuales el pensamiento adopta un mecanismo reversible con diversos grado de equilibrio interno. Hacia los 11-12 años el niño desarrolla nuevas formas de "operaciones formales" del pensamiento reflexivo caracterizado por razonamientos de una estructura ampliada por la forma independiente con los cuales interpreta los objetos (abstracciones). La jerarquía de estas operaciones ha sido conferida al desarrollo y maduración de funciones, más que de una forma de actuación individual.

El problema consiste en descubrir esta diversidad, con el empleo de un test capaz de definir la estrategia de predisponibilidad ante el aprendizaje.

1.3.-El aprendizaje programado.

De lo antes expuesto podemos deducir que el arte de enseñar exige la explicación de una tecnología de la enseñanza individual, cuyas tendencias evolucionan hacia el diseño de programas de aprendizaje fundamentalmente autocontrolados.

1.5.1.-Algunas referencias a las técnicas del aprendizaje programado.

1.5.1.1.-Estados Unidos.

La posibilidad de utilizar un sistema mecánico para evaluar el aprendizaje sugiere a S. Pressey (Universidad de Ohio, 1920-29) la construcción de una máquina sencilla equipada con 4 teclas, esta máquina era utilizada para verificar el número de respuestas correctas en los "tests" de selección múltiple y en los de verdadero y falso. Construyendo estos dispositivos S. Pressey descubre que la presentación de información puede ser proporcionada en forma similar a estos tests. El mecanismo de esa máquina solo cambia la información cuando el alumno contesta correctamente. En 1939 J. Petersen de la Universidad de Kansas diseña un texto programado que controla las respuestas del alumno. Un procedimiento químico permite al alumno comprobar su rendimiento en un programa hecho en forma de cuestionario múltiple. Las respuestas contienen una tinta invisible el color de la tinta aparece en cuanto se humedece el lugar correspondiente; por ejemplo: el color azul para las respuestas correctas y el rojo para respuestas incorrectas. El resultado ha servido para la autoevaluación del aprendizaje y, al mismo tiempo, para la evaluación que debe realizar el profesor. Estos inventos introducen la mecanización de la enseñanza como un subproducto de las formas de evaluación objetiva.

En 1934 J. Little de la Universidad de Wisconsin inventa

dos máquinas, una de ellas posibilita la evaluación rápida de las pruebas objetivas y la otra tiene como objeto adiestrar a los estudiantes durante el período reservado para los ejercicios de clase.

Esta segunda máquina presenta información y emite las respuestas que el estudiante selecciona en una de las cinco teclas disponibles: si la respuesta era incorrecta, la información permanece en un visor hasta que el alumno contesta acertadamente.

Durante la Segunda Guerra Mundial las fuerzas armadas de los E.U. diseñaron un "evaluador automático" accionado por electricidad, conociendo el operador (estudiante) inmediatamente las respuestas.

En 1946 en la Universidad de Siracusa en Nueva York se utilizaron tarjetas perforadas con preguntas -y sus respuestas- para las clases de Química y Civismo. En la misma Universidad S. Pressey emplea tarjetas perforadas para la enseñanza de los idiomas ruso e inglés y psicología.

En 1953 A. Stephen inventa una máquina precursora de la enseñanza programada (E.P.) conocida con el nombre de "Drum Tutor"; esta máquina presenta la información y señala el número de errores cometidos por el alumno; sin embargo fue hasta 1954 cuando B. Skinner de la Universidad de Harvard que enuncia los conceptos psicológicos relacionados con la E.P., haciendo notar la importancia de las teorías en la práctica de la E.P., la cual radica en la necesidad de evaluar objetivamente. B. Skinner concentró su atención en la metodología de la redacción de los programas; proponiendo el suministro de la información en una forma gradual y creciente. Las mayores contribuciones de Skinner en este campo son: a) sugerir el criterio de fragmentación de la información en pequeñas dosis secuenciales y lógicas y, b) describir las bases operacionales de la conduc-

ta que controla el aprendizaje con la recompensa o refuerzo. En colaboración de J. Holland establece una serie de principios que conducen al diseño del formato lineal de aprendizaje programado.

En 1958 D. Poster de la Universidad de Harvard informa sobre la utilización de equipos eléctricos y electrónicos para la enseñanza de los idiomas extranjeros.

En 1959 R. Glasser, L. Homme y J. Evans diseñan un libro o texto programado sin máquina inspirándose en las proposiciones de Holland-Skinner. El concepto de máquinas de enseñar evoluciona en el sentido de "mecanismos" que pueden ser construidos en la forma de textos o folletos. En este mismo año N. Crowder escribe las diferencias del método lineal comparado con el método ramificado creado por él. En este nuevo método las secuencias se ordenan en una ruta crítica que incluye los errores del alumno.

En 1960 en Roanoke, Virginia 500 alumnos completaron el 1ro. y 2do. grado de los cursos de Álgebra, Geometría plana y trigonometría, utilizando las técnicas del aprendizaje programado. El "System Development Corporation" utiliza la Bendix G. 15 máquina electrónica para la elaboración de programas individuales, la cual seleccionaba entre 600 dispositivos almacenados (aquellos elementos que respondían a la necesidad del aprendiz).

En 1965 L. Stolurow dió a conocer "A model and cibernético system for resarch on the teaching kearning process". En colaboración con I. Davis crean la máquina "Sócrates" la que permitía la automatización del programa basándose en las adaptaciones del progreso del alumno.

El programa "Platón" de la Universidad Illinois (Programed logio for automático teaching operations diseñado por L. Bitzer y el sistema de entrenamiento individual (Dri-and practico sistem) creado por P. Suppes de la Universidad de Stanford son ejemplos del pro

greso actual de la tecnología de la enseñanza auxiliado por computador. La información puede ser preparada según las estrategias de Skinner y Crowder propiciando una variedad de combinaciones entre las clasificaciones de información y las prácticas adecuadas.

#### 1.5.1.2.-Francia.

Francia inicia el uso del aprendizaje programado en 1961. En los primeros estudios se empleó el método lineal para la enseñanza de la gramática en el "Center d'Etudes et des Recherches Psychotechniques" de Paris. Una de las contribuciones lo constituye la invención de la máquina Gibernex de la sociedad "Alba", máquina adaptable a varios tipos de programas y que posee además una memoria para registrar las respuestas y establecer un diálogo con el aprendiz.

Pueden considerarse a los investigadores Couffignal, L. Coste, P. Le Xuan M. como iniciadores del aprendizaje programado dentro de la perspectiva de la pedagogía cibernética, desarrollo que se extiende posteriormente a Alemania Occidental.

#### 1.5.1.3.-Unión Soviética.

Partiendo de la idea de la automatización general de la enseñanza la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas en la década de 1970, introduce innovaciones y amplía el concepto de instrucción programada. Una visión del conjunto de las tareas para la automatización fue definida como la aplicación del "Programmirovnoe obuchenie" concepto que ambicionó convertir las simples nociones del aprendizaje programado en una estructura tecnológica que incluye toda la planificación industrial de la Sociedad Soviética. El Consejo Científico de Cibernética dirigido por A. Berg asumió la responsabilidad de guiar estos programas educacionales conjuntamente con el ministro de educación superior y secundaria especializada.

A partir de 1964 los cambios e innovaciones se suceden

con relativa prisa; en ese mismo año un conmutador podía enseñar s simultáneamente a 100 estudiantes mientras estudiaban en forma individual en sus terminales. La metodología basada en los principios psicológicos pavlovianos fueron realizados directamente en sujetos humanos.

El interés suscitado en Europa hace énfasis en la formulación de una teoría básica para la instrumentación cibernética.

El Japón es uno de los países que en el campo de la cibernética y la informática se encuentra a la vanguardia. La utilización de las computadoras en el aparato escolar actualmente (1985) es masivo; sin embargo por la información a lo que hemos tenido acceso la educación sigue los cánones de la educación occidental.

En cuanto a la China tal parece que hay un resago significativo tanto en la cibernética como en la informática. Precisamente después de la muerte de Mao Tse Dong (9 de septiembre de 1976) aflora la línea representada por Ten Siø Ping que postula la política de modernización y de apertura al occidente. Dentro de uno de los cuatro puntos de la "política de modernización" se pretende introducir la cibernética en el campo de la educación.

## 2.-Cibernética y tecnología de la educación.

### 2.1.-¿Qué es la cibernética?

La cibernética es una ciencia bizoña pero vigorosa cuya irupción esplendorosa se ubica después de la Segunda Guerra Mundial. Su impetuoso desarrollo no tiene parangón en el panorama de las ciencias y técnicas contemporáneas. Incuestionablemente su origen y desarrollo ha estado pivoteado por las necesidades de los dispositivos bélicos; aunque, ciertamente, su utilidad y uso ha penetrado los más bastos campos de la ciencias naturales, sociales (incluidas las ciencias de la educación) y del pensamiento. Sus antecedentes suelen situarse en el Renacimiento; sin embargo su eclosión se debe a la confluencia de una serie de analogías entre el funcionamiento de los dispositivos técnicos, la actividad vital de los organismos y el desarrollo de las colectividades de seres vivos. La cibernética reformó estas analogías derivadas de razonamientos generales de carácter metodológico, creando métodos matemáticos que permitían descubrir y describir desde un punto de vista cuantitativo los procesos que ocurren en sistemas de la naturaleza física más diversas.

La etimología de la palabra cibernética es griega: los griegos clásicos aludían con esa palabra al arte de gobernar las naves marítimas. Por analogía, en el siglo XVIII el ilustre físico y matemático A.M. Ampère utiliza el término "cibernética" para definir el arte de gobernar el Estado. En su interpretación contemporánea se entiende por "cibernética" la ciencia del control en la tu sensu. La acepción presente del término "cibernética" está vinculada al nombre del matemático norteamericano N. Wiener, cuya obra "Cibernética o control de la comunicación en el Animal y la Máquina", que vio la luz en 1948, se considera el acta de nacimiento de esta nueva disciplina científica.

La aparición de la cibernética como ciencia del control, se vino al progreso técnico general que caracteriza el desarrollo de las fuerzas productivas en la época actual. Antes de aparecer la cibernética, las orientaciones del desarrollo de las técnicas se caracterizaban, en primer término, por la creación de dispositivos que servían para obtener y transformar la energía (V. Gr. máquinas de vapor, turbinas, generadores de energía eléctrica, motores eléctricos y de otros tipos, etc.) y, en segundo lugar, por la creación de dispositivos destinados a influir sobre la naturaleza circundante. En tales dispositivos la atención principal está puesta en las relaciones energéticas siendo el rendimiento el índice más importante de su funcionamiento. La sencillez relativa de los dispositivos técnicos no situaba en su lugar particular el problema del control de los mismos. El hombre trabajaba y mandaba simultáneamente el objeto de su trabajo. La información requerida para el mando la obtenía directamente de sus órganos sensitivos, observando los resultados de su trabajo.

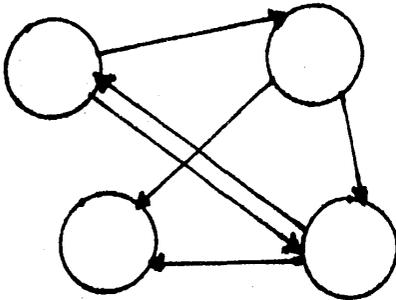
Empero, el progreso tecnológico a mediados del siglo XX condujo a la creación de sistemas técnicos tan complejos que los problemas del control de los mismos comenzaron a superar las posibilidades fisiológicas del ser humano. A finales de la Segunda Guerra Mundial tal problema fue la creación de un sistema de mando automático del fuego antiáereo, el cual considerado las velocidades de los aviones comparables a la velocidad del proyectil antiáereo, podría seguir el curso de los aviones, realizar el cálculo de sus trayectorias y apuntar los cañones sin la intervención del hombre. En tales sistemas se promueven a primer plano los problemas de la obtención de información sobre las condiciones ambientales y de la elaboración de dicha información con el objeto de extraer de ella da

tos útiles para el control y del empleo de dicha información para realizar actividades orientadas hacia una finalidad determinada, o sea, los problemas de la creación de dispositivos que sirvan para la comunicación y el control. La necesidad de resolver estos problemas provocó un rápido progreso en la esfera de la teoría de la comunicación, técnica de cálculo y automática, lo que dio inicio al desarrollo de aquellas ideas que posteriormente constituyeron el fundamento de la cibernética.

Los dispositivos de comunicación y control difieren sustancialmente de los dispositivos técnicos apuntados más arriba, en el sentido de que en éstos, las relaciones energéticas no juegan un papel primordial y se presta atención principal a su capacidad de transmitir y elaborar sin distorsiones grandes cantidades de información. Así, en una línea de comunicación (radiocomunicación), solo llega al receptor una parte infima de la energía irradiada por la antena del radiotransmisor y el rendimiento resulta sumamente bajo. No obstante, la línea de radiocomunicación se considera buena si los mensajes se transmiten por la misma con pequeñas distorsiones y no están sometidos a la influencia de las interferencias. De este modo, los procesos fundamentales en los dispositivos de comunicación y de control, son los de transmisión y elaboración de la información y no los procesos relacionados con la transformación y utilización de la energía.

La no relevancia de las relaciones energéticas en los problemas de comunicación y de control permite abstraerse de las particularidades físicas de los portadores de la información y de la naturaleza física de los sistemas en los cuales se utiliza dicha información. Por eso la cibernética es la teoría general de la comunicación y el control, aplicable a cualquier sistema, independientemente de su naturaleza física.

Los conceptos fundamentales de la cibernética son el de sistema y el de control, los cuales serán desarrollados más adelante. Cualquier sistema real consta de objetos concretos en calidad de los cuales pueden intervenir dispositivos técnicos, individuos que mandan dichos dispositivos, recursos materiales, etc. Estos objetos están vinculados entre sí y con el mundo circundante mediante determinados enlaces que constituyen fuerzas y flujos de energía, materia e información. Pero la cibernética prescinde del contenido físico de las propiedades de los objetos y enlaces considerando el sistema real como un conjunto abstracto de elementos dotados de propiedades comunes que se encuentran en ciertas relaciones mutuas determinadas por el carácter de enlaces existentes.



Tal concepción permite renunciar a la división acostumbrada de los sistemas en mecánicos, eléctricos, químicos, biológicos, etc. e introducir el concepto de sistema cibernético abstracto como conjunto de elementos interrelacionados que influyen unos sobre otros.

En la figura 2-1 se da un ejemplo de sistema cibernético que consta de cuatro elementos y seis enlaces mutuos.

El examen del sistema como conjunto de elementos posibilita la utilización de la teoría de los conjuntos como instrumentos para su descripción matemática. Por cierto, en algunos casos de importancia es conveniente emplear la lógica matemática como instrumento para describir los enlaces entre los elementos. Por eso, la teoría de los conjuntos y la lógica matemática constituyen la base de la descripción matemática de un sistema.

Atendiendo a la estructura y el carácter de sus enlaces los sistemas en función se dividen en determinados y probabilísticos. En algunos sistemas sus leyes de movimientos se conocen con exactitud y su comportamiento futuro puede preverse. En cambio en un sistema probabilístico es imposible hacer un pronóstico preciso de su comportamiento futuro. El mecanismo de la relojería puede servir de ejemplo de un sistema determinado. Sin embargo, los sistemas de control estadístico de la producción, los sistemas de arribo de buques a los puertos marítimos o la reserva de mercancía en un almacén que tiene un gran número de suministradores y consumidores son sistemas probabilísticos.

Los problemas que resuelve la cibernética conducen en la mayoría de los casos a la necesidad de examinar sistemas probabilísticos bastante complejos que constan de un gran número de elementos y tienen enlaces internos variados y ramificados. Precisamente a tales sistemas pertenecen la mayoría de los sistemas industriales, económicos, sociales (educativos) y biológicos. Para la descripción matemática de tales sistemas, además de la teoría de conjuntos y la lógica matemática, se utilizan ampliamente como instrumento la teoría de las probabilidades y los métodos de estadística matemática.

Hasta ahora nos hemos referido únicamente a los métodos matemáticos empleados para describir sistemas cibernéticos. Pero el objetivo de la cibernética es el control de los sistemas. Para juzgar sobre las vías de solución de tal tarea es necesario comprender con claridad el sentido del término "control".

En el amplio sentido de la palabra, se entiende por control la actividad organizativa encaminada a la consecución de objetivos determinados que ejecuta las funciones de dirección del trabajo ajeno. El proceso de control consiste en la toma de decisiones sobre

las acciones más convenientes en una u otra situación creada. La persona que lleva a cabo el control toma sus decisiones evaluando las condiciones ambientales con ayuda de la información recibida de sus órganos sensoriales, los instrumentos de medida u otra persona. En muchos casos esta información resulta insuficiente para la estimación unívoca de las condiciones ambientales. Entonces el hombre utiliza su experiencia, conocimientos, memoria e intuición. Es un excelente rasgo característico del ser humano, su capacidad para tomar las decisiones en situaciones de una considerable indeterminación en lo que respecta a las circunstancias ambientales.

Sin embargo, en las condiciones de las grandes empresas industriales modernas, incluso los conocimientos y la intuición de un dirigente experimentado resultan insuficientes para realizar un control eficaz. Como resultado surgen las deficiencias en el funcionamiento de las grandes empresas tales como el trabajo improvisado /"a la carrera"-, dificultades con el suministro regular de materias primas y materiales sin el aumento excesivo de las reservas, problemas de transporte, etc.

La cibernética se plantea la tarea de facilitar al hombre el proceso de la toma de decisiones de importancia, encomendando a los dispositivos automáticos la recogida y elaboración de grandes cantidades de información respecto al estado del proceso de producción, el análisis de las situaciones creadas y la elaboración de recomendaciones acerca de las acciones dirigidas a cierta finalidad. Los dispositivos automáticos que ejecutan el conjunto de tales operaciones se denominan sistemas automáticos de control. El funcionamiento de tales sistemas se basa en el empleo de las calculadoras electrónicas numéricas (C.E.N.).

La importancia del C.E.N. en el campo de la cibernética

es de tal magnitud que es imprescindible referirse a él.

Inicialmente las C.E.N. se utilizaban para realizar cálculos tradicionales que antes ocupaban muchas horas y ahora solo requieren segundos o incluso fracciones de segundo. No obstante, inmediatamente se evidenció que el enorme aumento de la velocidad de los cálculos encerraban efectos cualitativamente nuevos. Si antes el proyectista u operador únicamente podía analizar algunas de las variantes de solución, que por ciertos motivos le parecían dignas de atención, ahora se presentaba la oportunidad de comparar todas las variantes posibles y elegir la que se estimaba mejor de todas. Así surgieron las ideas de la optimización que posteriormente condujeron al desarrollo de una serie de nuevos capítulos de las matemáticas.

Luego se demostró que la C.E.N. instalada en una empresa industrial es capaz de elaborar con facilidad grandes cantidades de información sobre la marcha del proceso de producción y puede convertirse en ayudante insustituible del hombre en la administración de la producción en general.

Espero, para que las C.E.N. puedan ser utilizadas con fines de control, deben ser elaborados métodos matemáticos que permitan analizar los tipos de información existentes, desechar la información superflua y separar su parte más substancial, empleando esta información para estimar las situaciones creadas y preparar recomendaciones que garanticen el cumplimiento más efectivo de los objetivos de control. La necesidad de resolver situaciones y problemas análogos condujo al surgimiento de teorías matemáticas como la teoría de la información, teoría de los juegos, teoría de las decisiones estadísticas, teoría de colas, la programación lineal y dinámica y otras.

## 2.2.-Transmisión y codificación de la información.

Los enlaces entre los elementos de ciertos sistemas pueden servir para distintos objetivos, por ellos pueden transmitirse energía, materia, etc.; no obstante de los sistemas cibernéticos interesa destacar el contenido informativo de los enlaces; es decir, la posibilidad de utilizar dichos enlaces para transmitir datos sobre los diversos estados de los elementos del sistema.

Técnicamente cualquier dato sobre algún suceso ocurrido dentro o fuera del sistema se denomina mensaje. Los enlaces informativos que sirven para transmitir los mensajes se denominan canales de comunicación. Los portadores físicos de la información en los canales de comunicación se llaman señales. En la figura 2.2. se muestra un esquema estructural que representa un canal de comunicación.

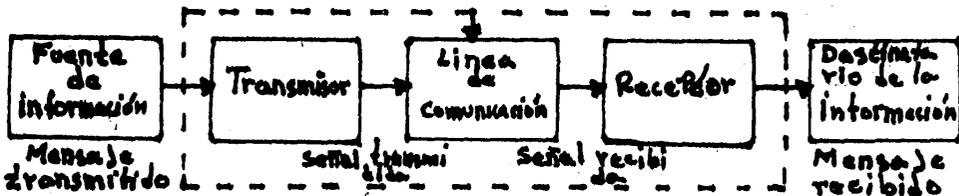


Fig. 2.2. Esquema estructural de un canal de comunicación.

La palabra "señal" procede de la locución latina signum, y alude (en su connotación moderna) a símbolos convencionales eléctricos adísticos, o de otra naturaleza que sirven para transmitir mensajes. El tipo de las señales, en general, es el resultado de un acuerdo entre el hombre que transmite la información y el que la recibe sin guardar relación directa con el contenido de la información transmitida; por eso las señales pueden convertirse fácilmente de un tipo a otro sin alterar su contenido informativo y también pueden almacenarse.

narse para utilizar posteriormente dicho contenido. Una forma de almacenar información es en forma lineal, por ejemplo: el tipo de señales empleadas al transmitir un telegrama: el mensaje inicial impreso en el formulario telegráfico, se convierte a la forma del código Morse que consta de puntos y rayas transmitidos mediante impulso de corriente, largos y cortos, por la línea de comunicación. En la parte de recepción, por los impulsos captados, se regenera el texto inicial del mensaje. En este caso el mensaje existe en calidad de señales de diferente forma: de texto literal, puntos y rayas del código Morse, impulsos de corriente en la línea de comunicación etc. La conversión de una señal de una forma a otra: se denomina codificación.

El método para realizar una comunicación puede representarse con símbolos: letras, palabras, puntos, rayas, etc., que tengan un sentido conocido tanto por el remitente como por el destinatario del mensaje. El grupo de tales símbolos se denomina alfabeto. Los propios símbolos se determinan por convenio de las partes.

La teoría de la comunicación se basa en el postulado de que los símbolos componentes del alfabeto no pueden ser infinitamente diversos. Por eso, para la transmisión de mensajes cualesquiera se utiliza un número limitado de símbolos diferentes. Durante el proceso de transmisión el remitente elige del alfabeto existente un símbolo tras otro, los convierte en señales correspondientes y las transmite por el canal de comunicación. En el canal de comunicación, las señales se someten a la influencia de las interferencias, lo que provoca su distorsión. Así, las señales en la parte de recepción van a diferir de las señales enviadas al canal de comunicación.

El proceso de recepción consiste en que el destinatario, al recibir cualquier señal, debe identificarla con uno de los símbo-

los, excepto uno. Esta tarea puede presentar considerables dificultades si en el canal de comunicación las señales se someten a grandes distorsiones. Los métodos para superar estas dificultades constituyen la esencia de la teoría de la comunicación.

En los sistemas técnicos de comunicación se emplean alfabetos de varios tipos. Sin embargo, por diversos motivos, tiene gran aceptación el alfabeto binario que solo utiliza dos tipos de símbolos designados convencionalmente por 0 y 1. En el alfabeto binario cualquier mensaje va a constituir una sucesión de ceros y unidades, por ejemplo 10100110001101. Es fácil calcular que el número total de mensajes que constan de  $m$  letras del alfabeto binario, será igual a  $2^m$ . En particular cualquier letra del alfabeto puede representarse por seis signos del alfabeto binario, por ejemplo: a: 000001; b: 000010; c: 000011, etc. Como que seis signos binarios proporcionan  $2^6 = 64$  diferentes combinaciones de símbolos, con su auxilio pueden representarse no sólo todas las letras del alfabeto, sino también los signos de puntuación. Por consiguiente, con ayuda del alfabeto binario puede representarse y transmitirse por un canal de comunicación cualquier mensaje literal. El alfabeto binario puede utilizarse asimismo para transmitir datos numéricos, pero en tal caso resulta necesario emplear ciertos sistemas de numeración especiales.

En el sistema de numeración decimal ampliamente utilizado los diversos números se escriben con ayuda de diez cifras: 0, 1... 9, dispuestas en determinado orden y que tienen valores dependientes de la ubicación de cada cifra. Así, la inscripción 395 representa el número definido por la expresión:

$$3 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0.$$

Aquí, el número 10 se denomina base del sistema de numeración.

Análogamente, cualquier número  $N$  puede escribirse en un sistema de numeración de cualquier otra base  $R$  (número entero), con ayuda de distintas cifras cuyo número es igual a la base del sistema de numeración. En tal caso la inscripción...  $d_3d_2d_1d_0$ , donde  $d_i$  son las cifras del número  $N$  ( $0 \leq d_i < R$ ), define la magnitud

$$N = \dots d_3R^3 + d_2R^2 + d_1R^1 + d_0R^0.$$

Así, en el sistema de numeración óctuple que se emplea en ciertos tipos de calculadoras numéricas el número 395 tendrá el aspecto  $6 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0$ , es decir, se escribirá en forma del número 613.

En caso de utilizarse el alfabeto binario, la inscripción del número deberá efectuarse sólo mediante las cifras 0 y 1. Sirve para dicha notación el sistema de numeración binario cuya base es el número 2. Cualquier número del 0 al 15 puede representarse en el sistema de numeración binario por medio de un número de cuatro dígitos:

$$\begin{aligned} 3 &= 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0, \text{ o sea, } 0011; \\ 5 &= 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0, \text{ o sea, } 0101; \\ 9 &= 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0, \text{ o sea, } 1001. \end{aligned}$$

Naturalmente, no es imprescindible escribir los ceros de órdenes superiores de estos números, es decir, los números 3 y 5 pueden escribirse en forma de 11 y 101. El número 395 que puede ser representado por medio de la base 2:

$$395 = 2^8 + 2^7 + 2^3 + 2^1 + 2^0$$

se escribirá en el sistema de numeración binario con un número de nueve dígitos 110001011.

La anotación de números grandes en el sistema de numeración binario presenta el inconveniente porque requiere una gran can

tividad de dígitos, lo que dificulta la lectura de los números y la estimación rápida de su magnitud. Es por ello que con frecuencia se emplean sistemas de numeración mixtos, por ejemplo, el decimal-binario, en el cual el propio número se escribe en el sistema de numeración binario, utilizando cuatro dígitos binarios para cada cifra decimal. De este modo, en el sistema de numeración decimal-binario, el número 395 tiene la representación:

0011    1001    0101  
3            9            5

### 2.3.-El concepto de sistema controlado.

Como se desprende de la definición del concepto de control, dado más arriba, cualquier sistema controlado puede representarse en forma de un conjunto de dos partes: la parte controlada denominada también objeto controlado, y la parte que controla llamada dispositivo de control u operador.

Cada objeto controlado se caracteriza por determinadas propiedades:

1) la existencia de una determinada designación orientada hacia una finalidad que se manifiesta en la capacidad de dar cualquier resultado beneficioso

2) el estado del objeto que se manifiesta en tipos concretos de movimiento y que puede cambiar al variar las condiciones ambientales en las cuales se halla el objeto;

3) la capacidad de ser controlable, es decir, la capacidad del objeto de reaccionar a las influencias externas ejercidas sobre sus órganos especiales, los órganos de control.

La tarea del operador consiste en garantizar el cumplimiento de su objetivo, actuando sobre los órganos especiales, los órganos de control. Para ello debe ocurrir un intercambio de informa---

ción, por un lado, las señales de mando con cuya ayuda el operado influye sobre el objeto controlado, o sea, la información de mando y por otro lado, los datos sobre el estado del objeto controlado a base de los cuales el operador determina el tipo de señales de mando, es decir, la información de servicio.

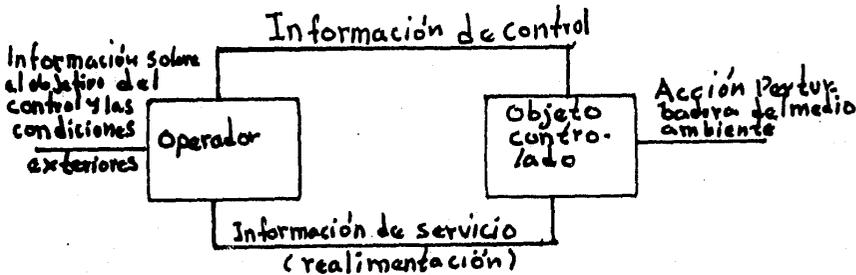


Fig. 2.3. Circulación de la información en el sistema controlado.

En la figura 2.3. se muestra el esquema estructural que presenta los flujos de información principales en el sistema controlado. En dicho esquema, además de los flujos de circulación de la información principales en el sistema controlado se presenta el enlace del objeto controlado y del operador con el medio ambiente. La variación de las condiciones ambientales ejerce una influencia inmediata sobre el objeto controlado provocando el cambio del carácter de su movimiento y dificultando el cumplimiento de su finalidad. Para controlar con acierto el objeto, el operador debe recibir información sobre las condiciones ambientales, tomarla en consideración al elaborar las señales de mando y disponer también de información sobre la finalidad del control.

La información de mando se obtiene elaborando todo tipo de datos que llegan al operador. Una parte de la información puede al-

macenarse para ser utilizada posteriormente. Puede ejecutar las funciones de operador una persona o un dispositivo mecánico o electrónico. En los últimos tiempos es frecuente que las calculadoras electrónicas universales o especializadas jueguen el papel de operador.

En el objeto controlado ocurre el proceso de elaboración de la información de mando que se manifiesta en el cambio del carácter del movimiento de dicho objeto. Estos cambios se transmiten por el canal de realimentación al operador en forma de información de servicio.

La retroalimentación juega un papel importantísimo en la realización de un mando eficaz, ya que brinda al operador la posibilidad de juzgar constatemente en el proceso de control, en que medida se ha logrado la finalidad del control, y de acuerdo con esto, elaborar de modo más racional las señales de mando. Por eso, el principio de realimentación es el fundamento de la inmensa mayoría de los procesos de control, y en particular, la base de casi toda la actividad del ser humano. Por ejemplo, si una persona extiende la mano para tomar de la mesa de un lápiz, ella realiza de modo inconsciente e ininterrumpido la comparación de la situación mutua de la mano y el lápiz, gracias a lo cual el movimiento resulta muy preciso.

Una vez comprendida suscintamente la teoría de la cibernética, la informática, la de la comunicación y las del aprendizaje y de la enseñanza, es posible acercarnos -en una forma aproximativa- a la tecnología de la educación.

#### 2.4.- La tecnología de la educación y la cibernética.

Muchos de los problemas de la pedagogía clásica son atribuibles a la ambigüedad de las definiciones o a la incoherencia de una

diversidad de términos. Esto de por sí representa serios obstáculos a la construcción de teorías no solo descriptivas sino explicativas de los fenómenos y procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, la teoría de la información dentro de la pedagogía cibernética (que abordaremos en el siguiente capítulo) da forma y contenido a las implicaciones propias del lenguaje. Recurre a las descripciones operacionales dado que en definitiva su objetivo es la creación de un metalenguaje que intentente ser unívoco para garantizar la comunicación .

La programación del aprendizaje ofrece al pedagogo una nueva categoría: la de investigador del aprendizaje. Este es un trabajo más creativo y dinámico que el simple transmisor de informaciones (en la cual se asienta la pedagogía tradicional dominante y que ha sido fuertemente criticada por B\_erenfeld, Freire, Riviere, Girardi, etc.).

El aprendizaje programado autodetermina el nivel del rendimiento y ofrece un registro sistemático de cada participante. Un observador humano o mecánico registrando esa actividad puede predecir y adaptar la conducta.

El trabajo de investigación contempla, entre otras cosas, la elaboración de los programas, lo cual requiere más tiempo que el dedicado a la tarea gris y rutinaria de ofrecer e impartir las clases convencionales. Es posible calcular la preparación de un texto de aprendizaje programado para una hora de aplicación equiva lete a 100 horas de trabajo previo.

La evaluación del aprendizaje es inicialmente una previsión de los efectos y, en su aplicación, una revaluación de los contenidos. La complejidad de los cálculos para una matrícula escolar cada vez más creaciente puede ser confiada a un ordenador.

### 3.-Pedagogía cibernética y teoría de la información.

#### 3.1.-Modelos de la pedagogía.

En los siguientes planteamientos los términos de comunicación e información se referirán indistintamente a un sólo proceso: el flujo de mensajes entre seres humanos o entre éstos y programas mecanizados.

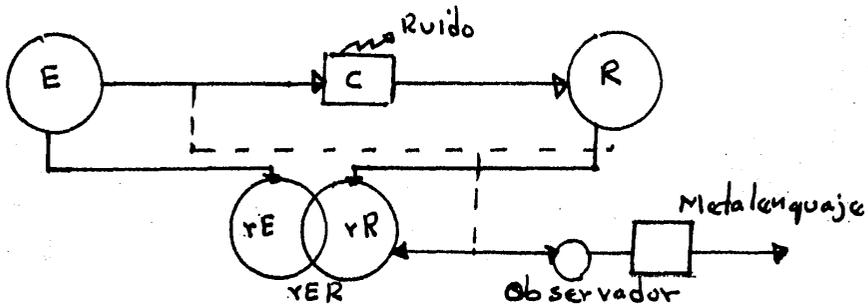
Como hemos dicho más arriba la cibernética estudia fenómenos relativos a la dirección y el control de mecanismos u organismos que se comportan como sistemas dinámicos; los cuales pueden ser diseñados analógicamente y tienen como fundamento teórico a la matemática y a la lógica.

C. Shannon y W. Weaver en 1949 publican un célebre trabajo: "La teoría matemática de la información", en él establecen un modelo sencillo de un mecanismo de transmisión de un punto a otro. En esa teoría se establece una interacción entre un mecanismo emisor y un receptor (E-----R), cuya capacidad se mide por la cantidad de información que un sistema transporta a otro sistema. La teoría aborda especialmente los problemas derivados de la percepción al contenido de información de un mensaje cualquiera, cuyos fines están especificados en un código. El valor que posee la información para procesar y predecir posibilidades modeladas.

Es posible vincular la pedagogía y la cibernética en virtud de que la enseñanza es un proceso de comunicación que puede ser diseñado en un sistema de entrada y salida que controle y dirija la interacción E-----R hacia resultados óptimos. El mecanismo más importante de esta interacción es su regulación o feed-back (retroalimentación que puede ser positiva o negativa) característica del modelo cibernético que describe a la salida como una función de la entrada (sic; Cfr. cualquier texto de cibernética).

La pedagogía cibernética se desarrolla cuando se propo-

ne la substitución del enfoque tradicional o convencional de la educación por un enfoque de sistemas organizados y estructurados en cadenas análogas a los procesos de enseñanza y aprendizaje. A. Moles representa ese proceso según la figura 3.1.



En esta figura un sistema (E) comunica a un sistema (R) símbolos auditivos-visuales, a través de un canal (C), estableciéndose una interacción para la interpretación del código del mensaje, el cual puede ser descifrado por el uso de repertorios comunes a ambos sistemas (r E) y (r R). Entre E y R se coloca un observador que puede describir esa interacción unívoca (r ER) con el cual se construye un metalenguaje. El Feed-back se establece en ese mecanismo a través de la encodificación y descodificación del mensaje (ciframiento y desciframiento, respectivamente). En el ruido mecánico se dificulta la aprensión del mensaje debido a fallas en el mecanismo de los sistemas actuantes (atribuidos a la mayor o menor velocidad, alta o baja intensidad, interrupciones, saltos u omisiones y volumen).

Convendría decir antes que el transporte de información en el modelo comporta cambios, errores o alteraciones llamados ruidos (técnicamente atribuidos a la capacidad del canal). Estas distorsiones del mensaje en la pedagogía clasifican los diferentes tipos de ruidos: mecánicos, psicológicos y semánticos. El ruido semántico

se produce cuando el desciframiento está afectado por símbolos distintos a los repertorios comunes. El ruido psicológico se produce como consecuencia de la compleja actividad psicológica en los procesos de razonamiento y memorización (comprensión de la información). Este ruido es el más importante, desde el punto de vista docente, y puede ser activado por los anteriores, siendo este componente emocional el que introduce mayores fallas en el mecanismo. En pedagogía se le identifica con la desatención, el desinterés o la falta de motivación. La gráfica 3.2. ilustra el fenómeno de la desatención en una clase convencional, en ella el emisor posee una velocidad de transmisión continua, el receptor un aprendizaje discontinuo y una amplitud de ruido o pérdidas de información en crecimiento con relación al tiempo de clase.

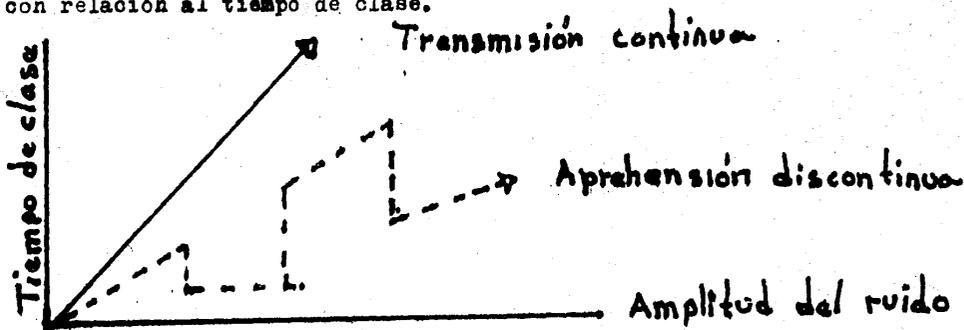


Figura 3.2.

Esta gráfica representa las dificultades de la comunicación colectiva que caracteriza al sistema convencional de enseñanza Feed-Back.

La pedagogía cibernética concibe la interacción como una cadena refleja en una situación didáctica que permite reducir la mayor cantidad de ruido, aumentando la dirección y control individual del sistema que aprende tal es el caso de la enseñanza individualizada. Este ideal didáctico coincide con la psicología personal del aprendiz (debido a que la progresión de su ritmo se adapta

constantemente con la información recibida). La cadena indirecta que debe ser el ritmo de presentación de las informaciones sucesivas en secuencias, en una lección cualquiera.

En 1965 L. Couffinal propone otro modelo para la analogía del proceso de la motivación y el ruido. Couffinal entiende por motivación a aquellas informaciones auxiliares o complementarias que son necesarias a la información básica o directa. Según la figura 3.3., ello constituye una cadena lateral que facilita la atención al concentrar la actividad de aprensión en el tópic que se desee. La motivación debe asegurar que la cadena directa cumpla sus objetivos, sin que ella pueda incidir negativamente en la información básica, con lo que se producirían ruidos activados por la acción de los medios y no de los fines.

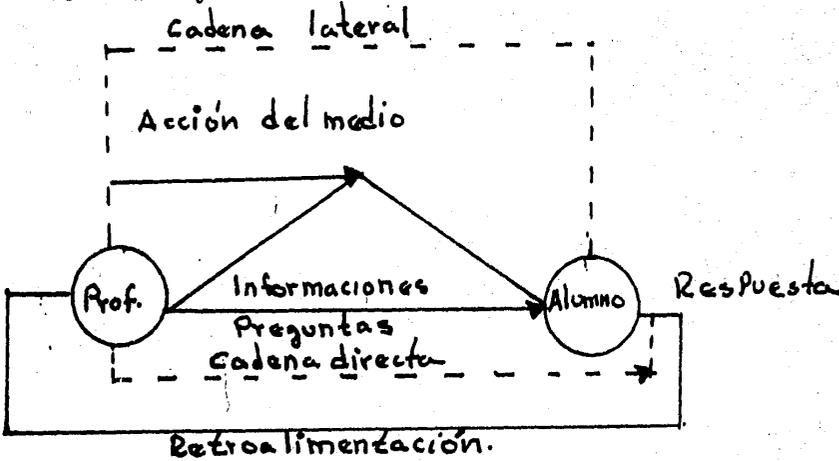


figura 3.3.

Modelando todo el proceso pedagógico obtenemos la figura 3.4. referido a los medios de transmisión de la cadena refleja, la motivación, los ruidos, el proceso de cifrado y de descifrado y la forma de evaluación o autorregulación.

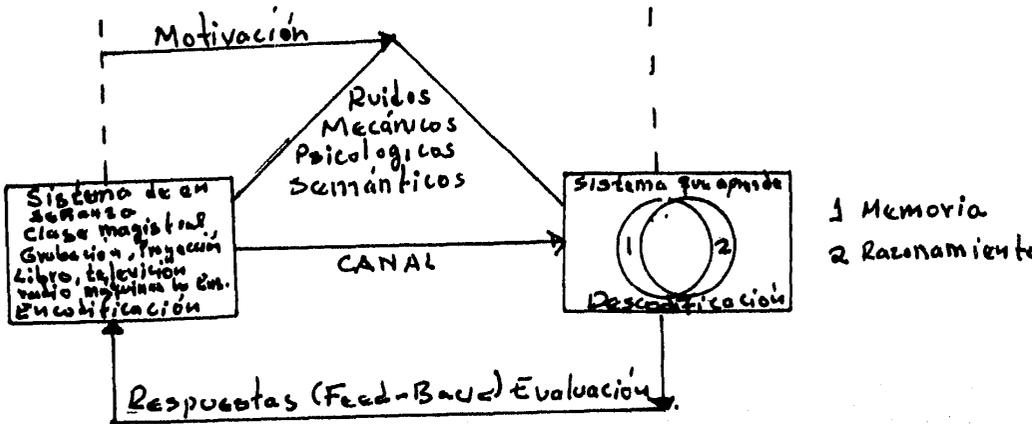


Figura 3.4.

El esquema representa los problemas pedagógicos y los problemas representativos cibernéticos cuyos fines están especificados haciendo corresponder un procedimiento técnico con un procedimiento didáctico. La pedagogía cibernética en el marco de una filosofía de la educación plantea una nueva retórica de estos fines hacia la eficacia del mecanismo. K. Welner imagina una división entre una pedagogía y una pedagogía cibernética (lo que distingue claramente la parte científica de la parte normativa o ideológica de la pedagógica).

El soporte de esta ideología se encuentra formulando en los esquemas cíclicos de los fenómenos naturales o en aquellos artificios creados por el hombre tomando como referencia a la misma naturaleza, según la cual el fin puramente técnico y el fin puramente didáctico realizan la necesidad de conformidad del comportamiento social ante el aprendizaje (eso explica la razón dialéctica del uso de los medios). Estas teorías han sido desarrolladas desde 1967 en el Instituto de Cibernética de Berlín Occidental.

### 3.1.1.-El algoritmo de enseñanza.

El algoritmo de enseñanza forma parte de un posible instrumento para comprobar la validez de didácticas objetivadas en los estudios generales sobre instrucción programada. Un algoritmo (A) es una estrategia determinada matemáticamente, mediante la cual se puede adaptar al aprendiz a un medio programado de estudio que posee las características particulares de su ritmo de comprensión y aprensión de información. El algoritmo posee una macroestructura (figura 3.5.) o diagrama de flujo del conjunto  $R = (r_k)$  integrado por todas las posibles reacciones o respuestas del sistema que aprende. Es posible, según la macroestructura, coordinar a toda una serie infinita de elementos con la expresión  $A = Df(u, R, \varphi)$ .

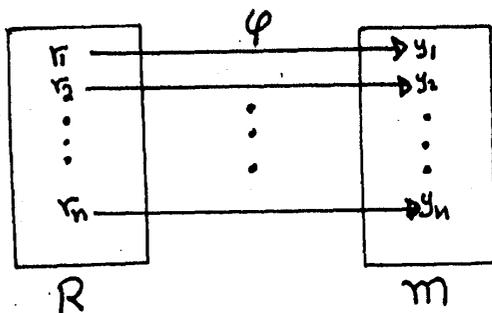


Figura 3.5.

Un algoritmo (A) óptimo toma en consideración cinco variables didácticas, las cuales resultan de descomponer la actividad pedagógica para el alumno:

- (L) la materia de enseñanza.
- (M) el medio que usamos para enseñar
- (P) la psicoestructura del alumno
- (S) la socioestructura o condiciones del medio ambiente
- (Z) el objetivo de enseñanza.

La definición formal integra la siguiente igualdad:

$A = \int f(u, R, O) = A(L, M, P, S, Z)$ . Dada la complejidad del cálculo de las variables para la determinación de un algoritmo se delega el trabajo humano a máquinas computadoras, con lo cual es posible construir programas para autómatas de enseñanza o para máquinas de enseñar (con ellas se pretende ajustar desde afuera el mecanismo psíquico del sujeto que aprende, tomando en cuenta las operaciones individuales que se realizan psicológicamente para la resolución de un aprendizaje.) Esto significa prever el funcionamiento de la comprensión, descomponiendo los problemas que se plantean en un número determinado de elementos que serán dirigidos unívocamente, sometiendo la actuación del aprendiz a una situación que le permita llegar al objetivo previsto. Ello equivale a descubrir el algoritmo a través de las probabilidades determinadas del estudio que se realiza.

Según N. Landa el estudio de los algoritmos en pedagogía se inició construyendo un modelo de las "piezas" que se deben tomar en cuenta para que el alumno no pierda ningún detalle de los planteamientos (lo que afecta su capacidad de raciocinio retornando de esta forma el conocimiento ofrecido). El fracaso en resolver el problema por parte del alumno sugiere que existe una didáctica que no consideró todos los elementos del algoritmo.

Es posible decir que la pedagogía cibernética ofrece un estudio científico sobre las naturales de los procesos del aprendizaje y de las perspectivas de la educación.

3.2.-La teoría matemática de la información y su incorporación.

La comunicación la integra un vasto universo compuesto por mensajes de naturaleza distinta. Estos mensajes se trasladan de una complejidad específica a otra, provocando reacciones interac

tivas en determinados contextos de espacio-tiempo. Este universo permite generalizar las denominaciones cibernéticas correspondientes a los anunciados de algunas ciencias y de su intervención en otras ciencias: teoría de la información genética, teoría de la información nerviosa, teoría de la comunicación mecánica automática, teoría de la información en la percepción sensorial, etc.

En la comunicación humana el hombre realiza un esfuerzo por establecer un orden definido de ese vasto universo. Una de sus más elevadas manifestaciones lo constituye el lenguaje oral y el lenguaje escrito, instrumentos básicos para las relaciones del hombre con sus semejantes y para la interpretación de su ambiente. Ante ese universo, el hombre adopta una estrategia configurando el control y dirección de la comunicación mediante el empleo de un sistema de señales determinado.

La organización de los mensajes y su procesamiento representan una analogía con los fenómenos estadísticos. La codificación y la decodificación suponen un sentido basado en la probabilidad de la interpretación. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno (suceso) dentro de una estructura compleja, puede determinarse automáticamente, valiéndose de la matemática. Esta analogía hizo posible relacionar una fórmula de la mecánica estadística con los procesos de traslado de una cantidad de información de un punto a otro punto.

En la mecánica estadística, la Entropía representa la medida del desorden creciente del universo (Boltzman y Gibbs). La relación se establece cuando se compara ésta con la medida de la información. Recuerdese que la comunicación humana (lenguaje) posee símbolos para los repertorios que son comunes al emisor y al receptor entre ambos se producen los ruidos que aumentan la complejidad y

y proporcionan el factor más importante para la evaluación del proceso, considerando que el dispositivo de diseño explica la interacción mediante una entrada y una salida, con lo cual se hace necesario garantizar la fidelidad del mensaje (al aumentar la fidelidad equivale a reducir el "ruido").

La teoría matemática de la información considera que el valor de un mensaje es proporcional a la longitud de su texto. Esta longitud puede ser medida utilizando como unidades a la palabra escrita o también midiendo el tiempo de transmisión oral. El problema de la cantidad de información es variable, tratándose de sonidos o símbolos, ellos pueden irradiar múltiples imágenes. Medir sonidos difiere de medir imágenes o de medir ambas cosas en un tiempo dado, por ejemplo no es equiparable una comunicación telefónica con una comunicación por televisión.

Los mensajes humanos pertenecen a una naturaleza y sus variaciones se relacionan únicamente con la cantidad que puede ser transportada con fidelidad. Al respecto Angels D'Auriac sostiene:

"Definir la unidad de información y demostrar que todos los mensajes tienen la misma naturaleza y pueden (en lo que concierne a su transporte) caracterizarse por el número de unidades de información que contienen, es el objeto de la teoría de la información" (1980).

Es necesario advertir que cuando se define la cantidad de información (en los términos en que fue elaborada) se refiere al valor concreto u objetivo de esa información. El contenido de información subjetiva no depende de los fines de la fuente sino de las condiciones del receptor en particular.

La teoría matemática de Shannon en síntesis plantea, y, resuelve los siguientes problemas:

- 1) medida de la cantidad de información y porcentaje de producción -tomando en cuenta la probabilidad de recepción del mensaje.
- 2) Capacidad del canal o transporte de la información -tomando en cuenta la potencia de señal determinada y el nivel del ruido conocido-.
- 3) Codificación y decodificación de los mensajes.
- 4) Control y conducción del ruido mediante la formulación y aplicación de la teoría del modalo.

Medir la información equivale a computar el número de posibles elecciones. La investigación condujo a la adopción de un logaritmo binario o de base dos, lo que supone reducir la unidad de información a dos formas, dos estados o situaciones que bastarían para cuantificar el número de opciones. Ocho opciones o elecciones pueden expresarse convenientemente en tres elementos de información que es el resultado de  $2^3 = 8$ ; por lo tanto el logaritmo de 8 en la base 2 es igual 3.

Una situación en la que intervengan posibles elecciones libres -igualmente probables-, puede ser representada por la información efectiva:  $I = \log_2 N$  (a)

Si agregamos a la posibilidad de elección -de la información efectiva- un máximo posible de información "redundante" que garantice el uso de probabilidad de ocurrencia de los símbolos empleados, se obtiene la definición de:

Redundancia = 1 - información relativa.

Shannon cita la redundancia del inglés calculada en un 50%. La relación entre la libertad de elección o información efectiva (a) y el máximo posible de información (b) definen a su vez a la información relativa en una situación dada. En los casos en

en que los símbolos son independientes se emplea una sumatoria ( $\Sigma$ ) de las probabilidades expresadas por  $P_1, P_2 \dots P_n$  elementos integrantes de la ecuación H o información:

$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i \quad (c)$$

Fórmula inferida de la expresión que define la entropía en la mecánica estadística y que se aplica en rigor a la medida de la incertidumbre de la información; donde H es una magnitud positiva y  $p_i$  aparece afectado por el signo menos (menos de la unidad).

Tengamos en mente que en cualquier sistema de logaritmos, y en particular en el sistema binario  $\log_2 1 = 0$ , todos los valores menores o iguales que 1 son negativos.

La cantidad de información que se transmite en un tiempo dado define la capacidad del canal. La unidad empleada es la de bits por segundo. Si se determinan cuantos símbolos por segundo puede transportar el canal sin error, la capacidad del canal sería por definición n fracciones por segundo, en este caso el símbolo que se usará en la información es el de H' y el canal C.

La fuente puede generar H' bits por segundo, siempre que el canal soporte esa capacidad, la cual debe ser mayor que H' (C > H) lo que traduce la mayor libertad de elección que aumenta la cantidad de información que puede recibirse —aumentando también el ruido—. No obstante, el teorema es categórico al establecer que no importa la cantidad de ruido siempre que exista un cifrado (codificación) que permitirá una transmisión a una velocidad H' dada —próxima a la capacidad misma del canal—.

Shannon supone dos fórmulas para el cálculo de la capacidad del canal: una para símbolos discontinuos y otra para símbolos continuos:

$$C = \text{Max} \{ H(Y) - H(Y) \} \quad (d)$$

donde  $H(Y)$  es la información específica incluyendo su ruido; donde  $H'(Y)$  es un sustraendo formado por el ruido que contiene dicha información. Esta ecuación se utiliza como procedimiento para registrar los efectos de la información en un largo período de tiempo (durante el cual se evalúan los mensajes y se promedian las señales de entrada con los de salida). Esto se realiza mediante el examen de las coincidencias de repertorios. Este procedimiento facilita la cuantificación de textos escritos e imágenes. Para una transmisión continua como es la comunicación hablada, se utiliza la máxima capacidad del canal mediante la expresión:

$$C = W \log_2 \frac{P + N}{N} \quad \text{bits por segundo} \quad (e)$$

en la que  $W$  es la banda de frecuencia;  $P$  es promedio de potencia de la señal;  $N$  es promedio de potencia del ruido; y la  $C$  es un canal siempre finito, puesto que existe información sin ruido. Suponer que exista un canal sin ruido equivale a deducir que tendría una capacidad infinita de ruido 0.

La adaptación de estas matemáticas a problemas comunes de la comunicación se hace con el propósito de inferir en su aplicación en la solución de problemas en los cuales los mecanismos humanos son los que comportan mayor cantidad de imperfecciones y, por lo tanto, mayor presencia de ruidos.

El concepto más importante es aquel que permite analizar la significación de la capacidad del canal para verificar el número de restricciones y variables probabilísticas que caracterizan la fórmula (d), siempre que se consideren significados concretos del mensaje, lo que facilitará la comparación de los repertorios. Puede también emplearse la teoría matemática para comprobar la capaci-

dad semántica utilizando la teoría de la probabilidad propuesta por Laplace: la ocurrencia de un fenómeno dentro de una complejidad de sucesiones es igual a un cociente, resultado de dividir el número de casos favorables entre el número total de casos igualmente probables. Aplicando la fórmula se obtiene:

Probabilidades de acierto

$$I_{recib.} = \frac{-\log_2 (\text{o casos favorables})}{\text{Probabilidad total del error} \text{ (o número total de casos)}}$$

lo que implica:

$$I_{recib.} = \frac{-\log_2 p_i \dots}{P_n} \quad (f)$$

Generalizando la fórmula (c) para la medición de la información basada en la indeterminación de la elección (sucesos improbables dentro de una sucesión compleja) se expresa:

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \log_2 1/p_i}{N} \quad (g)$$

donde  $1/p_i$  es el inverso de la probabilidad, y el denominador  $N$  es el número total de casos. Un ejemplo:

Se necesita saber la cantidad de información representada en la figura 3.6.

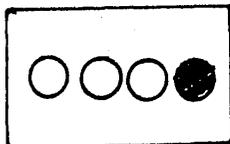


Figura 3.6.

Probabilidad de círculos blancos =  $3/4$

Probabilidad de círculos negros =  $1/4$

La capacidad informativa para  $P_1 = 3/4$  y para  $P_2 = 1/4$ ,

reemplazando la fórmula por los valores:

$$I = \frac{3 \log_2(1/3 \ 3/4) + 1 \log_2(1/1/4)}{4}$$

y se procede al cálculo efec---

tuando:

$$I = \frac{3 \log_2 1.33 + 1 \log_4}{4}$$

$$\log_2 1.33 = \frac{\log 1.33}{\log 2} \quad (\text{cambio de base 2 a base 10})$$

$$\log 2 = 0.301$$

$$\log 1.33 = 0.124 \quad \text{se resuelve:}$$

$$\log_2 1.33 = \frac{0.124}{0.301} = 0.412$$

finalmente la capacidad informativa es:

$$I = \frac{3(0.412) + 1(2)}{4}$$

$$I = \frac{1.23 + 2}{4} = \frac{3.23}{4} = 0.81 \text{ bits}$$

La información contenida en el gráfico de círculos es equivalente a 0.81 bits de información. El círculo negro (dentro de la estructura) es el símbolo de mayor información, medida indicada por el efecto de su menor probabilidad dentro del contexto. Este valor coincide con la definición de entropía: en la medida en que la probabilidad de un suceso se reduce aumentamos la posibilidad de aprenderlo. Para cuantificar esa información no se consideran los efectos de pertenencia de la figura sobre un fondo delimitado en un espacio, sino exclusivamente a los círculos que son los que representan la codificación de la información.

En la figura de moles (supra, figura 3.1.) se coloca un observador entre el emisor y el receptor para que determine la frecuencia de coincidencias de los repertorios y elabore un condicional o "metalenguaje" ordenado de la mayor a la menor frecuencia. A. Moles sugiere la aplicación de la teoría matemática de la información

para los procesos perceptivos generales en los que el denomina "ampliación epistemológica de la teoría de la información". De estas conclusiones se extrae que los principios básicos para la adopción de un código suponen una interacción unívoca o de correspondencia a través del espacio-tiempo. En consecuencia puede cuantificarse la información contenida en imágenes visuales previo establecimiento de ciertas delimitaciones; estas son indicadoras del posible número de opciones visuales dentro de un conjunto, en cuyo caso se utilizarán las fórmulas (a) y (b).

Las delimitaciones pueden ejemplificarse en la práctica a través de cuatro tipos lógicos de estructuras:

se considera la pertenencia.

Se considera la ubicación.

Se consideran las relaciones y

Se considera la no pertenencia.

La codificación de cualquier información (imágenes o símbolos) supone su organización en estructura secuenciales y lógicas, mediante las cuales se pueda identificar el objetivo propuesto con un máximo de rendimiento y con un máximo de economía de tiempo.

La importancia de la medición de la información dentro de la pedagogía radica en que puede ajustar tres dimensiones de una señal cualquiera a la capacidad de comprensión de un receptor cualquiera. Estas tres dimensiones resultan de considerar la información "empaquetada," según la figura 3.7. la codificación de la información se realiza en un orden estipulado previamente. El orden consiste en determinar estadísticamente tres coordenadas de la información:

- 1) velocidad de expresión,
- 2) tiempo asignado al mensaje y
- 3) longitud del texto

con ello se adapta el mensaje al transporte que se desea realizar.

Para que el receptor pueda descodificar es necesario considerar su estructura. Las investigaciones psicológicas describen al mecanismo que aprende en posesión de una memoria que registra y conserva la información de dos maneras:

Velocidad de expresión (indicaciones por segundo)

tiempo asignado al mensaje (segundos de duración)

Longitud del texto ( $\log_2 N$ ) valor a priori de cada señal

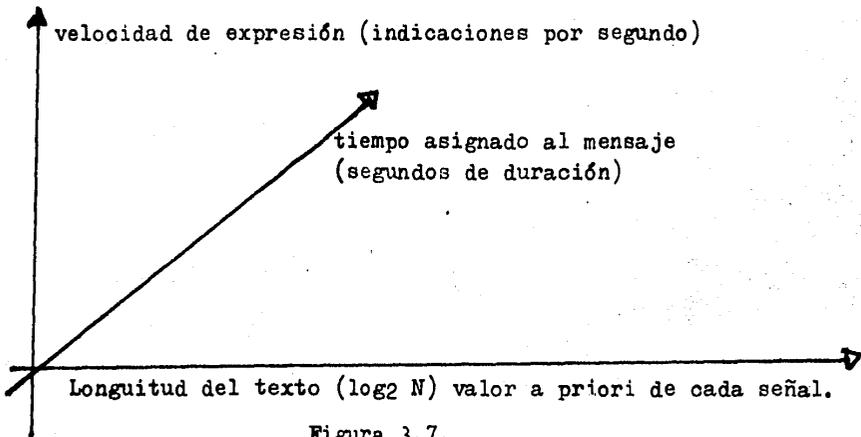


Figura 3.7.

- a) la memoria mediata capaz de acumular 0.7 bits por segundo.
- b) La memoria inmediata capaz de almacenar y procesar lo bits por segundo.

Ambas memorias definen la capacidad de adquisición en un tiempo determinado, y se aplican para el cálculo de capacidad de asimilación de lectura de un texto. Considerando el número de lecturas que son necesarias para su completa aprensión se emplea:

$$N = \frac{\log(10.c) - \log I}{\text{LOG } 0.93} \quad \text{donde } c \text{ es una constante igual a}$$

0.18 segundos.

La pedagogía cibernética plantea como solución didáctica

la adopción de la instrucción programada, técnica que permite el control y la reducción del ruido a través de un procedimiento metodológico de dosificación de la información que toma en cuenta las posibilidades y limitaciones del receptor y distribuye la cantidad informativa con la cantidad que puede ser asimilada por el alumno. Según Riedel (1967) la capacidad de percepción es una variable que depende de la edad de la persona.

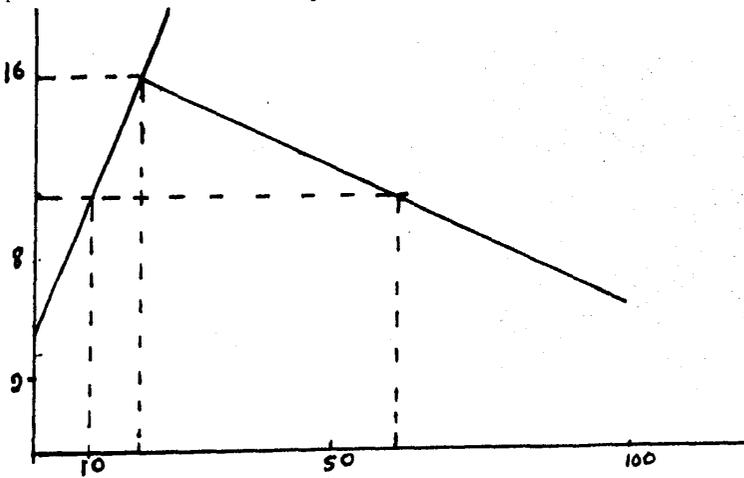


Figura 3.8.

En esta figura un adulto de 60 años y un niño de 10 años aprenden la cantidad de 10 bits por segundo. Un joven de 20 años, en cambio, es capaz de percibir el máximo: 16 bits por segundo.

No olvidemos que la instrucción programada establece la cantidad de bits por segundo, de acuerdo a una mayor regulación del sistema que aprenda.

### 3.3.-La construcción de contextos de aprendizaje.

Recapitulando, diremos que el que aprende es considerado como un constructor de modelos mentales, que erige para cada nuevo campo una estructura de conocimientos aplicable a la resolución de

los problemas de dicho campo. Las investigaciones en inteligencia artificial sugieren que la construcción de programas de computación son un poderoso instrumento para caracterizar y someter a prueba la comprensión de las tareas cognoscitivas (Cfr.: Newel y Simon 1972; Lindsay y Norman, 1972; Howe, 1975, Longuet Higgins, 1976). Una de las implicaciones de la inteligencia artificial es que permite a los construir y usar programas de computación para explicar y poner a prueba su pensamiento acerca de los diferentes problemas constituyendo una actividad educativa valiosa. Sin embargo, con frecuencia existe la tendencia de los educadores --no siempre eficaz-- a asociar estas situaciones a la consigna de "enseñar al niño a pensar" y otro tipo de consignas, en ocasiones poco fundamentadas.

Al escribir sobre el aprendizaje de las matemáticas Feuerstein y Papert (1971) enfatizaron el problema fundamental de identificar y nombrar los conceptos que necesita un principiante para poder expresar sus pensamientos de manera clara. Tomando en cuenta esto, inventaron un simple pero avanzado lenguaje de programas de computación denominado LOGO. El cual incluso niños de los primeros grados de primaria pueden escribir programas LOGO. En este sentido es pertinente distinguir la programación LOGO del uso de otros lenguajes --quizá más sofisticados y especializados-- como el ALGOL y el FORTRAN utilizados para mecanizar algoritmos, entre otras cosas. La diferencia entre el LOGO y otros lenguajes cibernéticos es que éste ofrece al niño un lenguaje para describir procedimientos.

Piaget --cuyos aportes a los desarrollos cognitivos es inquestionable-- estableció un principio que podría ser enunciado así:

"si se pretende que un niño aprenda, hay que empezar por tomar algo que él ya sepa y usarlo como marco dentro del

cual tendrá lugar el nuevo aprendizaje".

Como es conocido por las aportaciones de "la escuela de Ginebra" principalmente, desde temprana edad, el niño adquiera el conocimiento de la posición de las partes de su propio cuerpo y de su posición en el espacio. Este conocimiento, al que nos referiremos como esquemas corporales, por lo general es implícito pero frecuentemente se lo encuentra expresado en los propios dibujos del niño. Papert aprovecha la existencia de los esquemas corporales de la siguiente manera: en el lenguaje de programación presenta órdenes primarias que el niño puede utilizar para describir como puede realizarse un dibujo determinado. Estas instrucciones para las computadoras incluye órdenes tales como ADELANTE, ATRAS, IZQUIERDA, DERECHA, etc.. Cuando se le pide a la computadora que ejecute un conjunto de instrucciones, es decir un programa, se genera un dibujo por medio de un dispositivo especial adherido a la computadora. Este dispositivo puede ser una figura de animal, es decir un aparato móvil, equipado con una pluma que se mueve sobre una superficie plana y dibuja una gráfica.

Un ejemplo nos permitirá comprender lo que hemos tratado de decir. Comencemos por suponer que hay una tortuga en un lugar determinado y que está mirando en una dirección definida. Para moverla hacia adelante en la misma dirección, el niño escribe la instrucción ADELANTE seguida por un número que especifica el número de "pasos" a dar. Para cambiar la dirección, o sea el encabezado, escribe la instrucción IZQUIERDA (o DERECHA) seguida por un número que especifica el número de grados de rotación respecto del encabezado actual. Supongamos que el niño quiere que la computadora dibuje un triángulo. En virtud de que el niño debe enseñarle cómo hacer un triángulo, tiene que construir una nueva instrucción escribiendo el

siguiente programa, el cual, en algún sentido, describe un triángulo:

DEFINE TRIANGULO'

1 ADELANTE 150

2 IZQUIERDA 120

3 ADELANTE 150

4 IZQUIERDA 120

5 ADELANTE 150

6 IZQUIERDA 120

FIN

Nótese que la palabra DEFINE altera el estado de la computadora. Debido a esto, la tortuga no responderá a las instrucciones individuales del programa. Cuando se escribe la palabra FIN se vuelve al estado inicial, de tal manera que el niño puede escribir el nombre de la nueva instrucción (TRIANGULO) gracias a la cual la tortuga dibujará un triángulo equilátero cuyos lados tendrán 150 unidades de longitud. En el ejemplo, el niño seleccionó 120 grados para cada ángulo del triángulo, y los tres cambios de encabezados sumaron 360 grados. Supongamos que el niño confunde el ángulo interno con el cambio de encabezado y selecciona un valor de 60 grados para cada ángulo. En lugar de seguir un camino triangular, la tortuga dibujará la mitad de un hexágono. Para encontrar la falla, el niño tendrá que examinar el procedimiento en forma sistemática. Pronto descubrirá que el problema se encuentra en la línea 2; quizás "actúe" en el papel de la tortuga para ayudarse a localizar la falla. Pero también descubrirá que sus primeros intentos de escribir el procedimiento TRIANGULO lo llevaron a dibujar parte de una interesante figura, sin importar el hecho de que no representaba a un triángulo. En cierto sentido, esto se parece bastante a construir modelos con un espirógrafo

grafo: diferentes combinaciones de ruedas producen formas novedosas e impredecibles. La diferencia crucial es usando LOGO el niño aprende cómo se relacionan patrones aparentemente muy diferentes en términos de distancias y ángulos, y es capaz de llegar a describir formas complejas en términos de repetición de procedimientos simples. Dicho de otra manera: el LOGO ofrece un lenguaje para describir figuras, el espirógrafo no.

Mientras aprende a escribir programas como el del TRIANGULO, el niño se familiariza con ideas básicas de computación, tales como variables, recurrencia, procedimientos y subprocedimientos y flujo de control, todos ellos necesarios para que el niño pueda representar la solución de su problema en términos de un programa de computación. También se familiariza con una vasta gamma de estrategias tales como trabajar con un caso simple cuando un problema es demasiado difícil, dividiendo sucesivamente el problema en partes cada vez más simples. El niño aprende diversas estrategias de eliminación de fallas, tales como investigar errores para hallar claves y examinar efectos imprevistos.

Evidentemente se ha utilizado LOGO en proyectos tan diversos como hacer películas, escribir versiones abreviadas de programas aritméticos del tipo de ejercitación y práctica, etc.

Hasta aquí hemos hablado del contexto del aprendizaje LOGO, dado que éste se deriva directamente de las investigaciones en el campo de la inteligencia artificial. Pero LOGO no es el único programa que disputa este honor. Muchos investigadores de la mayor parte del mundo -y fundamentalmente de los países punta en computación como Japón, EE, Francia, Alemania, etc- influidos por las ideas de la inteligencia artificial en general y por el trabajo pionero de LOGO -llevado a cabo pioneramente por Feurzeig y Papert- es

tudian u ofrecen instalaciones y técnicas computacionales avanzadas que puedan ser aplicadas a una extensa gama de tareas dentro de escuelas y oficinas, por niños y adultos conjuntamente, en esos países.

En E.U. hay grupos implementado sistemas de hardware y software. El hardware comprende una avanzada computadora personal (de usuario único) que esta equipada con un disco de memoria, un tablero de control, una pantalla gráfica de alta resolución (en color) un sistema de sonido; un teclado con 5 teclas, y un señalador llamado ratón. Otros dispositivos de hardware que pueden ser acoplados a la computadora son una tortuga y un tablero de control de órgano. A corde con el desarrollo de hardware se ha implementado un nuevo y avanzado lenguaje de programación denominado Smaltalk. En Smaltalk las transacciones toman la forma de mensajes enviados o recibidos por "Actividades" del sistema. Cada actividad pertenece a una clase o familia de actividades, cada una de las cuales posee la habilidad de reconocer y responder a los mensajes. De la misma manera, cada clase posee ciertas habilidades como, por ejemplo, dibujar, producir sonidos musicales o sumar números. Para dar un ejemplo simple si se quiere programar el simulador de un avión en Smaltalk (Horn 1976), uno debe definir una clase denominada instrumento y crear actividades (instancias) de esa clase para dibujar los instrumentos específicos sobre la pantalla. Cada instrumento deberá ocupar su propia posición en la pantalla, tener su propio letrero e indicar su correcto valor. Alterar uno de los controles haría que los mensajes se intercambiaran a través de la clase que ubica las instancias para obtener cualquier valor requerido o para realizar alteraciones de estos valores. Este es sólo un ejemplo de los múltiples programas que los niños que participan en las sesiones experimenta

les del centro de investigaciones pueden escribir en Smaltalk. Desafortunadamente, dado que la XEROX es una compañía comercial, muchos de sus trabajos permanecen en secreto. Sin embargo, parece probable que la mayor parte de los mismos se haya concentrado en la evaluación del hardware y del software.

Finalmente, podemos comparar otro importante proyecto con los anteriormente descritos. En la Universidad de Pittsburg, el Proyecto Solo se ha basado en principios de aprendizaje similares, pero la forma en que está siendo enfocado es sutilmente diferente. Se utiliza el término "solo" para denotar computación solo-made es decir, el uso de la máquina mediante la programación (Dwyer, 1974). El proyecto que nos interesa se denomina Soloworks centrado en el aprendizaje de las matemáticas mediante el uso interactivo del lenguaje de programación BASIC para construir programas que ejecuten tareas. En E.U. se ha utilizado en las escuelas secundarias cinco laboratorios. Estos son: un laboratorio de computación, un laboratorio de dinámica, un laboratorio de diseño lógico, un laboratorio de síntesis y un laboratorio para el diseño de modelos y simulacros. La idea rectora es que los alumnos que trabajan en el laboratorio de computación aprenderán a aplicar las capacidades de un programador de computadora a algunos aspectos de las matemáticas que son bien descritos por los algoritmos. En el laboratorio de dinámica, los alumnos centran su atención sobre las matemáticas que describen procesos que tienen lugar en el tiempo: por ejemplo, la simulación de los vuelos. El laboratorio de síntesis comprende métodos matemáticos que hacen uso de los principios de superposición, produciendo efectos complejos al sumar efectos simples. El laboratorio de diseño lógico utiliza módulos de circuito digital y análogo como unidades de los circuitos de control. Finalmente, en el laboratorio de diseño de modelos y simulacros, el alumno se comporta como un especialista en matemáticas aplicadas, creando modelos físicos o abstractos de la realidad.

Siempre que sea posible, se utilizan adminifculos o artefactos que convierten el aprendizaje y la resolución de problemas en algo concreto. Entre los ejemplos de dispositivos programados disponibles en estos laboratorios, se cuentan un simulador de vuelos y un órgano orquesta.

En México las dificultades propias por el resago científico y tecnológico se ven agigantadas por la crisis en la que estamos unidos. En cuanto al mundo desarrollado, las extraordinarias dificultades conceptuales señaladas en las secciones anteriores no podrán ser resueltas en los próximos años. Únicamente un iluso podría imaginar que profundos problemas expistemológicos que durante siglos han absorbido las energías de los más grandes pensadores del mundo habrán de desaparecer espontáneamente. Quizá se pueda esperar un mayor refinamiento de los modelos de procesamiento de información de las actividades humanas complejas, tales como ver, aprender y pensar (C.fr. Luis Villoro, 1982 y 1985). Aparte de las dificultades conceptuales, otra razón para hacer esta afirmación pesimista acerca de los adelantos futuros es el reciente abandono de la investigación fundamental por las aplicaciones prácticas. Este cambio es coherente con la crisis global del sistema capitalista y con la creciente militarización de la economía; los gastos sociales ven mermados su participación en los presupuestos nacionales.

Sin embargo podemos aducir el hecho de que muchas de las sugestivas ideas, métodos y técnicas de la inteligencia artificial se están infiltrando en el campo de la inteligencia artificial por computadora. No obstante, los programas de inteligencia artificial por computadora que han incorporado dichas ideas son experimentales y debemos reflexionar sobre si éstos encontrarán o no una forma de introducirse en las escuelas primarias y secundarias.

Tengamos en mente que el discurso de la Revolución Educativa (del cual fue artífice el difunto Jesús Reyes Heróles) contempla la incorporación -desde la primaria- del uso de las computadoras; sin embargo, ese propósito -como otros más- seguramente serán abandonados por la nueva administración que encabeza el Lic. Miguel González Avellar.

Pero volvamos al tema que nos ocupa. En los años 60' probablemente nos hubiéramos reído abiertamente si alguien nos hubiera dicho que en la década de los 80' -en casi cualquier parte del mundo- podríamos entrar en una tienda y comprar, directamente del aparador y por una mínima cantidad, capaz de realizar tipos de cálculos que hace diez años requerían un pequeño cuarto lleno de equipo de computación. Más o menos en ese mismo tiempo hemos asistido al desarrollo de enormes computadoras de tiempo compartido capaces de manejar simultáneamente hasta cien terminales. En este momento (quinta generación de computadoras) y debido al costo cada vez menor del hardware de computadoras, el énfasis en la utilización de maxi-computadoras de usuarios múltiples, las cuales proveen un poder de computación similar a grupos más pequeños de usuarios y a un costo per capita menor. Ciertamente la reducción de costos es ventajosa de por sí pero no creo que ésta sea la solución a adoptarse en el campo de la educación (excepto como medida provisoria). El usuario de una mini-computadora compartida está sujeta a las mismas dificultades y frustraciones que el usuario de la maxi-computadora. Por ejemplo, no puede tener un acceso garantizado a la máquina en momentos determinados para hacer frente a las presiones de horario; la carga de la máquina hace que el ritmo de respuesta sea inaceptablemente bajo y de esta manera causa más frustraciones que nuevos conocimientos; su programa excede el programa permitido por el encargado de la computadora o la tasa

permitida de uso CPU etc.

En mi opinión, la educación debe propiciar el desarrollo de sistemas individuales de computación similares a la calculadora programable de bolsillo. En este momento, el problema tecnológico de garantizar un almacenamiento voluminoso y barato, y pantallas baratas pero de buena calidad, no ha sido resuelto. Sin embargo hay grandes esperanzas de que la investigación actual en ampolletas magnéticas y dispositivos de almacenamiento de grandes volúmenes de información acoplados por acumulación (Hodhes, 1981) y con pantallas electroluminiscentes y presentación en bits pronto ofrecerán soluciones que podrán ser combinadas con el actual microprocesador. El terreno ya está siendo preparado en un número de centros de investigación de los Estados Unidos. Por ejemplo, en el Artificial Intelligence Laboratory del Massachusetts Institute of Technology, se ha desarrollado una máquina prototipo LISP para un solo usuario; en el Xerox Data Systems de California la computadora Alto- -para un solo usuario- representa un paso significativo hacia la construcción de un dispositivo individual portátil denominado Dynabook, que podría ser utilizado tanto en el terreno educativo como comercial. En Edimburgo se ha desarrollado una máquina LOGO individual, verdaderamente barata, que pueda ser transportada fácilmente a la escuela, librándonos así de la tiranía de la máquina compartida.

Es pertinente no autocomplacernos al considerar las tendencias en el desarrollo del hardware. La computadora personal sólo será útil en el campo educativo si se desarrollan sistemas de software adecuados. Recordemos cómo en los primeros años de la década de 1960 el uso de la computadora con fines educativos estaba determinado, en gran medida, por el ingeniero y el experto en computación y no por los educadores. Para evitar cometer el mismo error, deberán

desarrollarse simultáneamente nuevos hardware y softwares, los cuales deberán ser puestos a prueba dentro del actual contexto filosófico educativo. La naturaleza interdisciplinaria de la actividad es actualmente mucho más obvia y posiblemente encuentra su expresión más acabada en las investigaciones de la inteligencia artificial, entre cuyos adpetos se cuentan expertos en computación, especialistas en matemáticas aplicadas, físicos, ingenieros, psicólogos y educadores los cuales trabajan todos juntos en problemas comunes.

### 3.3.1.-El problema de la evaluación.

Los proyectos que hemos considerado anteriormente no son más que un pequeño prólogo a la tarea que nos enfrentamos. Para estimular a que otros trabajen en este campo y para convencer a la burocracia educativa sobre el valor de esta actividad, necesitamos evidencias contundentes de los beneficios educativos a obtener (por lo menos en ciertos niveles educativos e instituciones). Nos encontramos con graves y grandes problemas de todo tipo; de ellos destacan los relacionados a la naturaleza de dicha evidencia, de manera que ésta los puede convencer de que usar un programa específico o trabajar en un ambiente de aprendizaje específico es una experiencia que vale la pena. A lo que nos enfrentamos es a una crisis general en la investigación educativa. La crisis educativa, reconocida por teóricos de las más divergentes y encontradas corrientes, pasa por la siguiente pregunta: ¿qué implica una forma aceptable de evaluación educativa? Ciertos aspectos de este problema han sido tratados en una serie de ensayos recientes (Parlett y Hamilton, 1972; MacDonal, 1974; Howe y Delamont, 1974; Kemmis, 1976). Por lo general, hay un reconocimiento cada vez mayor de la disparidad de criterios e intereses de maestros, padres, administradores y políticos. Cada grupo tiene sus propios criterios de éxito o fracaso y cada uno de ellos

espera que se les dé evidencias relevantes que sirvan como base para la toma de decisiones. Debido a esto, ninguno de los enfoques generalmente aceptados, como la psicometría -iluminativa o ideográfica-, pueden aplicarse de manera exclusiva si queremos producir evidencias que satisfagan a todos los interesados. En el caso de los programas de enseñanza este problema ha desaparecido dado que se le presta importancia primordial a los criterios de decisión basados en los costos. Pero, si se logran los adelantos del sistema predichos, la atención se centrará en una elección entre aplicaciones alternativas de la computadora al campo de la educación. En relación con esto, el sistema de registro en cinta en la educación por computadora es extremadamente pobre. Al considerar el problema de un contexto de aprendizaje, podremos darnos una idea de los tipos de dificultades que deben ser resueltos.

El contexto de aprendizaje es considerado por algunos investigadores como un sustituto de la enseñanza tradicional en el salón, de la misma manera que algunos de los primeros investigadores en el campo de la inteligencia artificial por computadora consideraban que los programas de enseñanza computarizada reemplazarían a los maestros. Otros son menos radicales y están interesados en el problema de integrar lo antiguo con lo nuevo. En Edinburgo se ha investigado si la formulación de problemas y la resolución de problemas aprendidos en el ambiente de LOGO pueden ayudar a que un niño aprenda en el salón de clases. En México, nuestra tarea es estudiar en detalle, a través de un período de varios años, la manera en que las habilidades de cada niño se ven alteradas por trabajar en el ambiente LOGO el cual funciona como complemento del proceso educativo normal (creemos que con el apoyo de la Facultad de Ciencias de la UNAM se puede lograr dicho proyecto). Esto implica actividades tales co-

mo construir un perfil individual de cada alumno, evaluar los cambios en las habilidades matemáticas de cada uno, evaluar como es afectado el estilo individual de aprendizaje y evaluar los cambios mayores en la conducta, tanto académica como social de cada alumno dentro del salón de clases. Todas estas son evidencias que satisfarán a los diferentes interesados, los cuales proyectan sobre la situación una amplia gama de creencias y expectativa. Si nuestras evidencias no se ajustan a estas creencias es probable que sean rechazadas a no ser que sean lo suficientemente contundentes como para forzarlos a cambiar de opinión. Pero investigadores radicales, como Papert sugieren que al adaptar una nueva idea al salón de clase actual disminuyen las oportunidades de éxito de la misma. Argumentan, por el contrario que debería alterarse el curriculum para sacar el máximo de provecho de las nuevas ideas. Papert podría estar en lo correcto, pero la idea de abandonar los currículos existentes debe estar abierta a la discusión. Cualquiera que sea el resultado de esta diferencia de opiniones, resolver el problema de la evaluación, o por lo menos llegar a un compromiso aceptable para todos, es uno de los principales problemas que deberemos resolver. Una vez más, existe la clara necesidad de una cooperación adecuada entre diversas habilidades.

### 3.3.2.-La investigación aplicada.

Antes de concluir el acápite, quisiera llamar la atención sobre una área de gran interés: la utilización de actividades basadas en la computación para ayudar a adultos y niños que tienen dificultades específicas de comunicación. (El término comunicación lo utilizamos en forma amplia, incluyendo habilidades de nivel superior tales como enseñar matemáticas y habilidades básicas tales como aprender a leer). En ambos casos se prevee un uso generalizado de

situaciones de aprendizaje especialmente programadas, en otras palabras, "clínicas" de aprendizajes basadas en computadoras. Veamos algunos ejemplos de otros países.

Dentro del campo de la enseñanza de las matemáticas se debería de tratar de construir una clínica matemática para entrenar maestros de escuela primaria. Nuestra idea es que si se usan las instalaciones de computación para investigar dificultades específicas surgidas durante las conferencias o durante las prácticas de la enseñanza, mejorará el conocimiento que posee el maestro sobre el tema, lo cual, a su vez, provocará un cambio en su desempeño dentro de la clase y en su habilidad para enseñar la materia. Esta suficientemente documentada y estudiada la tesis que sostiene que las dificultades de un niño frente a las matemáticas pueden ser atribuidas en parte a una enseñanza deficiente de las mismas (Cfr. Por qué Juanito no sabe sumar). En otras palabras, si el maestro no domina bien un tema, esto necesariamente se reflejará en cómo habrá de enfocar dicho tema en el salón de clase.

En Edimburgo du Boulay reclutó un pequeño número de voluntarios entre los maestros de nivel primaria de una escuela local. A pesar de que compartían su disgusto por las matemáticas asistieron semanalmente a las sesiones de LOGO en nuestro laboratorio. La evaluación se basó en estudios de casos particulares y los resultados mostraron que los participantes sienten un miedo perturbador ante las matemáticas y mantienen una serie de falacias, malentendidos y mitos incluso sobre partes fundamentales del currículo de matemáticas de la escuela primaria. El siguiente comentario realizado por uno de los maestros voluntarios revela tanto sus sentimientos acerca de las matemáticas como el efecto benéfico del breve período que pasó en el ambiente de LOGO:

"Creo que probablemente se me está haciendo un poco más fácil pensar en ángulos, mientras que antes tenía realmente una confusión. No sé, antes no tenía pistas. Por lo general, me siento absolutamente aterrorizada cuando uno de los niños en la escuela me pregunta sobre los ángulos, porque tendría que ponerme a pensar en ellos realmente. Por lo general, cuando esperaban que les respondiera en el acto, tenía que distraerlos con alguna otra cosa".

Esto sucede en un país desarrollado. En México la enseñanza de la matemática es totalmente deprimente. Como es del dominio público la educación normal es plenamente mistificante, se enseña en ella caricaturas y remedos de ciencia. Las reformas emprendidas actualmente lo único <sup>que</sup> garantizan es el infimo nivel.

Otra idea que posee un potencial aún mayor es construir clínicas de aprendizaje donde los niños retrasados, los que tienen impedimentos físicos y mentales, los autistas y los denominados y etiquetados como "disléxicos" y "disgráficos" tendrán una nueva oportunidad de aprender habilidades comunicativas básicas. Algunas de las características más importantes que ofrece un sistema basado en la computación -basado desde el punto de vista del niño- son: un tratamiento coherente y predecible, una paciencia infinita y un aparente sometimiento a sus deseos. Desde el punto de vista de la enseñanza, los programas de computación ofrecen representaciones dinámicas de actividades que sólo pueden ser tratadas de manera estática si se usan los métodos tradicionales del salón de clase. Además, las representaciones dinámicas facilitan la retroalimentación en forma de información relevante.

Un ejemplo de un niño diagnosticado como disléxico en los E.U. nos aclarará ciertos mitos. (Conviene por los demás, consultar

los libros La escuela capitalista y El fracaso escolar). El niño etiquetado como dislexico, a pesar de las lecciones de recuperación que le fueron impartidas durante dos años por comprensivos maestros especializados, sus habilidades de lectura y escritura y su comportamiento social en clase no habían mejorado. En la clase detentaba el papel de bufón. A pesar de que el maestro le hacía preguntas muy simples, las contestaba mal y servía de entretenimiento para sus compañeros. Evidentemente, este niño no esperaba poder tener éxito en nada y el maestro tenía una opinión igualmente pobre de sus habilidades. Por casualidad el niño fue incluido en un grupo de niños que participaron en la evaluación de LOGO a la que nos hemos referido anteriormente. Este niño pronto captó la programación de LOGO y sorpresivamente estuvo ayudando a los otros niños del grupo. Le pusieron el sobrenombre de "maestro", su trabajo en el centro terapéutico mejoró, su confianza en sí mismo cambio espectacularmente y estos cambios fueron comentados por los maestros y sus padres. Por ejemplo, cuando se le pedía en la clase que describiera el conjunto de números pares divisibles por dos y el conjunto "vacío", respondía en términos de procedimientos generadores de conjuntos es decir "un conjunto que no termina" y "el conjunto vacío", respondía como el "conjunto que no comienza". Cuando el maestro lo desafiaba, justificaba sus respuestas en forma bien articulada delante de los otros niños.

Otro ejemplo más dramático, sólo deberá ser interpretado como una posibilidad en favor de la proposición central de la utilización de la cibernética desde los primeros niveles de la enseñanza. Es conveniente de erigir nuevos mitos cientificistas o panaceas. Seamos, pues, prudentes, en los alcances de la cibernética en el campo de la educación. En Suecia se ha estado trabajando con un niño autista de siete años, usando un sistema simple en el que se pue-

de mover la tortuga de LOGO apretando los botones de una caja de con  
troles. Anteriormente Colby había realizado trabajos con niños autis  
tas que no hablaban. Colby utilizaba materiales más convencionales  
sobre una pantalla de exhibición (Colby y Smith, 1971) y juzgó que  
el desarrollo del lenguaje en 13 de cada 17 de sus alumnos autistas  
había mejorado después de 50-100 sesiones de media hora con la compu-  
tadora. Por el contrario, el alumno autista comenzó a hacer vocaliza  
ciones espontáneas después de sólo siete sesiones de una hora man  
nidos durante un período de seis semanas. A través de los videotapes  
de las sesiones, se le veía que comenzaba a predecir las acciones de  
la tortuga basándose en una creciente comprensión de la relación en-  
tre sus propias acciones, el apretar botones en la caja de controles  
y la conducta de la tortuga. Pronto alcanzó el punto en que comienza  
a "actuar" la conducta de la tortuga como forma rudimentaria de co  
municación. Finalmente y en forma dramática comienza a utilizar frag  
mentos de habla para verbalizar sus intenciones.

En la Australian National University, utilizando un siste-  
ma diseñado por Macleod, los niños inválidos pueden aprender las ha-  
bilidades básicas de la escritura. El sistema comprende una pantalla  
de exhibición y un lápiz especial que el niño utiliza para seguir  
líneas-guías dibujadas en la pantalla por la computadora. Para com-  
pletar una tarea, tal como escribir su nombre, el niño ejecuta una  
secuencia específica de trazos en un orden, dirección y grado de pre  
cisión predeterminados. Cada vez que el niño realiza una incursión  
correcta con la pluma, la línea-guía de la pantalla se convierte en  
un trazo de pluma. Los movimientos incorrectos son ignorados y la a  
tención del niño es regresada al comienzo de la línea-guía. Con e  
llo se aprende la escritura como un proceso dinámico ya que el grado  
de dificultad de una tarea puede ser variado, por ejemplo, alterando

la segmentación de la escritura a ser trazada, de manera que se presentan líneas-guías para letras completas en lugar de trazos individuales. En una serie corta de pruebas piloto, tres alumnos que no habían sido capaces de escribir sus nombres lo aprendieron a hacer de manera fluida en escritura cursiva con tiempos de adquisición de dos a cuatro horas.

Otro proyecto australiano referido a inválidos se centra en la adquisición de conceptos. Materiales en forma de transparencias se proyectan en una pantalla translúcida sensible a la presión. Cuando el niño ejecuta una elección, las coordenadas del punto presionado son leídas por la computadora para un ulterior procesamiento. Usando el dispositivo de pantalla sensible se han desarrollado programas utilizados por niños que no han logrado adquirir las habilidades iniciales de lectura en las clases de niños minúsculos. Los ensayos realizados en el laboratorio con un pequeño grupo de niños levemente incapacitados confirman que estos sí aprenden habilidades para acceder a las palabras al interactuar con la pantalla sensible. Más aún, las observaciones en el salón de clase confirman que estas habilidades iniciales son transferidas a tareas de lectura dentro de los salones, lo cual sienta las bases para la adquisición de habilidades de lectura de un nivel superior. En México este tipo de estudios nos deberían -minimamente- provocar la reflexión en virtud de que nos ofrecen pistas y sugerencias alentadoras.

Como una conclusión del acápite podemos decir que algunos educadores han mostrado su preocupación de que la introducción del uso de computadoras en la educación traera como consecuencia una despersonalización de aquellos que entran en contacto con ellas. Por el contrario, la evidencia presentada arriba contradice este punto de vista. También muestra que hay muchos más usos para esos sistemas.

4.-Un modelo para la interpretación de los fines y valores de la educación.

4.1.-El modelo

Un modelo es un diseño teórico que describe un mecanismo artificial de razonamiento analógico mediante el cual se pueden establecer ciertas comparaciones con el mecanismo natural y descubrir las propiedades del mismo. Tengamos presente que un modelo es una simplificación del funcionamiento de determinado fenómeno o estructura real. El método analógico es el procedimiento básico de la cibernética. Los modelos son utilizados en la forma de proyectos descriptivos de la estructura de un sistema cualquiera; en ellos se simulan todas las funciones, estableciendo un conjunto de atributos y relaciones de interdependencia de los fenómenos y cambios que se operan en estos mecanismos. Estas funciones se realizan en forma autoregulada (feed-back) a través de dispositivos de control.

Una teoría de los fines (teleología) y una teoría de los valores (axiología) son intrínsecamente componentes reversibles de efectos permanentes y transformables de causas y consecuencias reguladas. La figura 4.1. ilustra lo que sucede en la estructura interna como producto del análisis de la entrada y de la salida. W. Ashby en su Introduction to cibernetics caracteriza la manera peculiar en que se usa la cibernética para estudiar un modelo: se supone un sistema encerrado en una "caja negra" (mecanismo oculto), no se sabe que ocurre dentro pero se conocen los parámetros de entrada y salida. En este diseño la entrada es el hombre -objeto del aprendizaje-, la salida es el hombre -objeto de la cultura-.

Los problemas de la salida se identifica actualmente con una crisis en crecimiento continuo; indicativo categórico que afirma que en la entrada no se hace la previsión necesaria ni se elabora la estrategia del ritmo adecuado que condicione la marcha de las institu

ciones educativas. Fines y valores deben poseer una estructura lógica de correspondencia entre postulados y la realidad que defina las relaciones de flexibilidad entre el funcionamiento interna de las instituciones y el espacio macrosocial en el que se insertan.

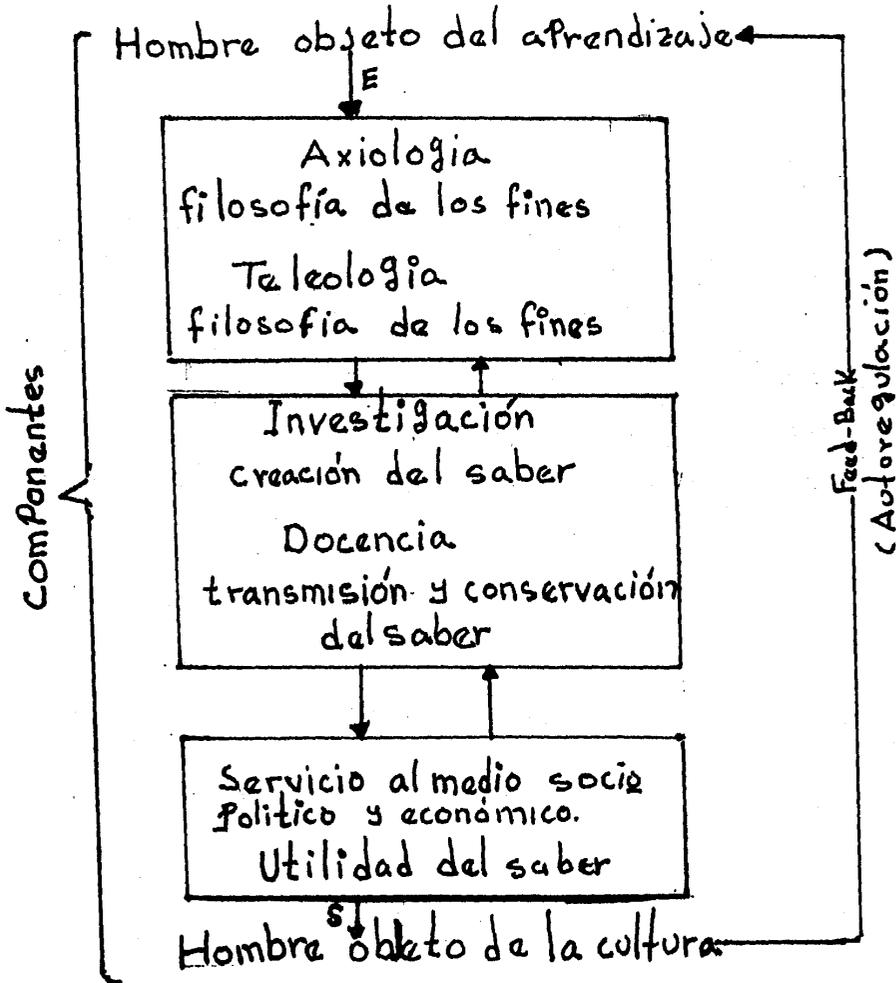


Figura 4.1.

4.1.1.-El componente axiológico-teleológico.

Con excepción de la tesis antifinalista según la cual "la

mejor educación es no educar", toda educación implica valores y fines que se pretenden cumplir; de ahí que, incluso los antifinalistas también utilizan un razonamiento teleológico.

Una teoría de los fines se genera a través de una teoría de los valores y también en el sentido contrario (relación reversible). Un cambio de fines implica un cambio de valores debido a que los procesos históricos poseen características propias definidas por los fines y valores propuestos para el ideal educativo. Las distintas concepciones científicas e ideológicas tienen en su base una constante irreductible por su naturaleza: la educación es un proceso social, cuyos fines se limitan estrictamente a servir de soporte a una necesidad sentida y manifiesta por la transformación del hombre y su espacio social. El fenómeno de los fines de la educación proporciona una dialéctica válida para todas las reflexiones filosóficas: la educación es una necesidad que se traduce en un servicio individual y colectivo. Este componente representa dos aspectos de la regulación: los valores permanentes y los valores de transformación. La permanencia radica en los fundamentos filosóficos, éticos, políticos, culturales que se mantienen inalterables.

En cualquier ideología, la educación es un hecho indispensable para el bienestar común, la lucha por la paz y la pervivencia humana. Con el desarrollo de los bienes materiales los valores sufren transformaciones. Sin embargo, el proceso de transmitir es un valor permanente, cambiando únicamente las formas.

Las investigaciones de aprendizaje en los laboratorios conducen a una nueva perspectiva sobre el modo de adquisición de los conocimientos: se supone la obtención mediante procesos bioquímicos. En el fondo subyace la idea de que la educación seguirá siendo el viejo proceso mediante el cual una generación transmite a otra los instru-

mentos de su cultura. La regulación se verifica en los procesos del sistema, haciendo coincidir la formación del hombre -valores-objetos-del aprendizaje con el tipo de cultura deseada -fines.

El concepto de Universidad visto a través del modelo define su misión: la universidad es un producto social determinado para que pueda ser aplicado. De aquí deducimos:

- a) la universidad es nudo de contradicciones supraestructurales.
- b) Es rama productora de los saberes teóricos, ideológicos y científicos.
- c) Sus mecanismos de transmisión de los saberes es fundamentalmente la enseñanza escolarizada y la extensión cultural.
- d) Su actividad está regulada por el éxito en la aplicación de sus conquistas.

La regulación está afecta por los cambios que se producen dentro o fuera del sistema, estos cambios pueden ser observados y controlados si los fines y los valores coinciden con los objetivos formulados en la entrada. De este modo la vigilancia del proceso permite una interacción entre las opciones del medio interno y las opciones del ambiente externo.

Desde el punto de vista cibernético esta regulación contiene "ruidos" o distorsiones resultado de establecer la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno -considerando que se desconocen los mecanismos de transformación (caja negra) de los fines y los valores, y en virtud de que el mecanismo funciona progresivamente estableciendo sus propios reajustes.

La educación señala al hombre como un medio y como un fin y la conducta incluirá información, formación y capacidad para el desempeño de una labor que se proyectará más allá de sus intereses persona

les. El producto final de la adquisición de la educación tiene como valores universales dos: uno eminentemente pragmático, y otro espiritual ("de amor al saber por el saber mismo). Estos valores conducen al análisis del componente de investigación y docencia.

#### 4.1.2.-El componente investigación y docencia.

La integridad de la educación, y en particular del concepto de universidad expuesto, está asegurado por la imaginación, la creación y la difusión del saber, garantías de su aplicación y razón de ser de su pasado y su futuro. No olvidemos: la investigación es un bien eminentemente espiritual: A. Whitehead señala que el estudio de las matemáticas se realice por lo menos durante dos mil años antes de que de ella se obtuera algún provecho importante, con excepción del interés intrínseco despertado por el estudio mismo. A pesar del armamentismo ofensivo no puede negarse la cualidad intrínseca de la ciencia. Recordemos que los científicos del Plan Manhattan -en el cual se encontraba como jefe Robert Openheimer- y del Plan Camelot no sabían a que fines servían. En este sentido tenemos siempre que distinguir la cualidad immanente de la ciencia -como bien espiritual en el que se conjugan imaginación, creatividad y destreza- y la instrumentalización o usos que generalmente hacen los políticos. Podría aducirse como refutaciones el papel de los científicos nazis, pero habría que destacar su ideología orientada a la destrucción y la muerte.

El papel de la imaginación en el desarrollo científico impone a la evolución social una transformación permanente de sus fines. Cada progreso científico introduce innovaciones técnicas que inciden en la revalidación de los objetivos que deben ser revisados con el objeto de preveer los cambios que se producirán. En este componente se presentan las alteraciones que agudizan la crisis de la educación actual; por ejemplo: la educación latinoamericana que importa tecnolo-

gía procurando adaptarse a un ritmo de desarrollo e industrialización que no posee. Las alteraciones que se producen en un país desarrollado están controladas y balanceadas por el mismo proceso que las genera. La invención y su aplicación están en correspondencia: a cada descubrimiento sigue un cambio tecnológico determinado y adaptado.

La investigación y la docencia son planetarias aunque no con los mismos apoyos, ritmos e intensidades. En las formaciones sociales dependientes, "tercermundistas" o subdesarrolladas se impone el dilema de incorporar los adelantos científicos de las formaciones sociales desarrolladas o centrales o empeñarse en sus propias búsquedas que impidan una mayor dependencia.

En la figura 4.1. la regulación opera entre el medio interno y el medio externo del área en que se encuentra, de tal manera que las instituciones de educación son un reflejo de su ambiente. La educación debe plantearse el acortamiento de las fisuras entre ciencias y técnicas, o más general, entre las necesidades de la sociedad y la satisfacción teórica por parte del aparato escolar. En este sentido la tecnología de la educación puede contribuir a solucionar y angostar las distancias entre el conocimiento de las técnicas y los resultados de su aplicación. Los nuevos medios de enseñanza garantizan más y mejor información para un mayor número de personas. Estos medios sirven para alcanzar determinados valores, entre los cuales destaca la eficacia en el rendimiento.

La docencia cuenta hoy con un volumen de información en continua expansión producto de la aceleración entre los descubrimientos de la ciencia y el intervalo de su aplicación tecnológica.

La cantidad de información que un alumno recibirá de sus programas de enseñanza deberá adecuarse progresivamente a los intereses inmediatos y satisfacer las necesidades del saber universal repre-

sentado por las teorías humanas y científicas.

Investigación y docencia poseen atributos diferenciables, la investigación a través del descubrimiento crean la materia que se rá enseñada; sin embargo, la relación de prioridad de la investiga---ción sobre la enseñanza, se hace sólo por el rigor en el uso del pro---cesor: se ha enseñado aquello que ha sido investigado. <sup>m'</sup> Ambos son proce---sos que convergen en una misma actividad; en la docencia hay investiga---ción tanto en los contenidos como en los recursos de transmisión.

Desde el siglo XVIII se admite una diferencia entre cien---cias y humanidades, las causas que hicieron posible esa división pue---den enumerarse:

1.-Las humanidades y ciencias sociales tienen un gango de referencia histórico más reciente que las ciencias natura---les.

2.-La experimentación en las ciencias sociales difiere de las ciencias naturales en el método de análisis. La mayoría de procesos sociales no pueden ser repetidos a placer ni en vitro.

3.-La experimentación en las ciencias naturales en su mayor parte usa métodos determinísticos. Sus leyes tienen un comportamiento de causalidad (causa-efecto); en tanto las leyes en ciencias sociales son tendenciales. El comportamiento de los fenómenos sociales es probabilístico.

Las ciencias sociales<sup>y</sup> naturales utilizan la formalización y construyen hipótesis mediante observaciones sistemáticas, fenómeno que se abstrae representando mediante la cantidad. Lord Kelvin expresaba ese sentir en el siglo XIX: "Cuando usted pueda medir lo que habla y expresarlo con número, ya sabe algo de lo que dice, cuando no pueda expresarlo numéricamente, ese conocimiento es exiguo e insatis-

factorio, podría ser el comienzo del conocimiento, pero en el pensamiento científico habrá avanzado muy poco, cualquiera que sea el tema de estudio".

Investigación y docencia son tareas fundamentales de la educación y especialmente tarea esencial de la universidad que se controla y regula fundamentalmente por mecanismos de formación e información.

Para la universidad la formación representa también un momento ideológico que pertenece a un sistema filosófico determinado por el contexto económico-político-social del área en que se encuentra. Para la información la universidad es una variedad uniformada en cierta ideología, sin esta variedad la naturaleza exploratoria de la institución se contradice con sus postulados universales. A la libertad de indagación se supone un control moral de los efectos, regulación puramente del componente axiológico-teleológico quien se encarga de asegurar que la formación del hombre se realice dentro de los límites de sus propias alternativas; situación mediante la cual puede autocontrolarse, autoabastecerse y, en sentido cibernético, autodirigirse. El carácter pragmático de la educación radica en tratar de modificar el ambiente y en poder construir sobre posibilidades reales y locales los servicios sociales indispensables y los instrumentos que propicien un desarrollo propio. No existe una tecnología nacional integrada como tampoco existe una ciencia adscrita a una geografía planificada y por lo tanto descentralizada. El desarrollo capitalista -en general- es desigual; el de las formaciones sociales periféricas lo caracteriza su dependencia y atraso con respecto a las formaciones sociales centrales o países desarrollados. El crecimiento social puede ser acelerado, pero al no reemplazar o sustituir la tecnología de las formaciones centrales, la transferencia tecnológica

siempre estará en colisión con los fines y los valores. La adaptación debe hacerse a la entrada del sistema con una planificación coherente de medios y recursos; esta actividad califica la eficiencia de una universidad, ella es un reflejo de su ambiente y de su crecimiento. A una expansión social multidimensional y a una integración mundial de la tecnología corresponde un servicio educacional progresivo de una cultura heterogénea.

4.2.-El componente servicio y el medio económico-político-social.

La ignorancia es incompatible con el desarrollo de la civilización y la cultura. Educación y desarrollo son términos convergentes. El servicio que la formación y la información representan, está caracterizado hoy por una movilidad que se abelera constantemente. La adaptación a un mundo cambiante parece imposible se se consideran los medios, recursos y técnicas dominantes; por lo tanto urge redefinir los métodos de aprendizaje y someter la didáctica a las exigencias de una sociedad multidimensional y superpoblada; el reto es alta calidad académica para la masificación escolar.

Una de las soluciones que impone la transitoriedad de la educación es el establecimiento de una estrategia con relación a la elaboración de técnicas predictivas que permitan el libre juego a la adaptación, y controlar esas adaptaciones en función del aprendizaje, esto subraya el carácter esencial de la investigación y la docencia.

En la entrada del modelo, el hombre objeto del aprendizaje es un producto incompleto capaz de adquirir conocimientos, hábitos y destrezas relacionadas con un servicio cualquiera. A la salida, este producto aún incompleto desempeña una actividad relacionada con sus conocimientos lo que permite detectar la posibilidad del feed-back del modelo y completar la formación del hombre. Dentro de la lógica

interna del modelo, el servicio o la utilidad del saber se observa cuando se advierten las transformaciones del hombre y de su ambiente. Los pronósticos científicos sugieren tomar las precauciones que evitaran una colisión de objetivos extemporales. Se calcula que para el año 2 000 la población mundial aproximadamente llegará a la cantidad de 6 500 millones de habitantes, por ende la matrícula escolar irá en ascenso continuo, y la solución ante este problema no será única mente la multiplicación de las instituciones, serán necesarios nuevos servicios y mejores medios de transmisión, lo que provocará la era didáctica audiovisual con el uso de la prensa, el cine, la radio y la televisión, así como de la instrucción auxiliada por computadora. Las edificaciones escolares no están siendo equipadas adecuadamente, puede decirse que la corrupción impide que haya calidad en las construcciones. La metodología y la evaluación escolar se enfrentan a cambios radicales, especialmente hacia la instrucción programada o de autoaprendizaje que garanticen la actualización del conocimiento y la más rápida incorporación al ejercicio profesional. Las profesiones sociales y humanísticas se pretende no intensificarlas privilegiando -contrario sensu- de los niveles técnicos, con lo que se quiere diversificar las áreas relativas a la multiplicidad de servicios que deben ser creados.

Las reformas en la educación se hacen siempre con retraso, aumentando la complejidad del problema. Estas reformas son casi siempre causa y no consecuencia de los reajustes. Sin embargo el conocimiento del modelo de estructura educacional permite generar servicios predictivos más efectivos.

Ciencias (sociales, naturales y del pensamiento) y humanidades comienzan a integrarse en función del medio socioeconómico y político, gestando estudios de frontera, en la zona donde se relacio

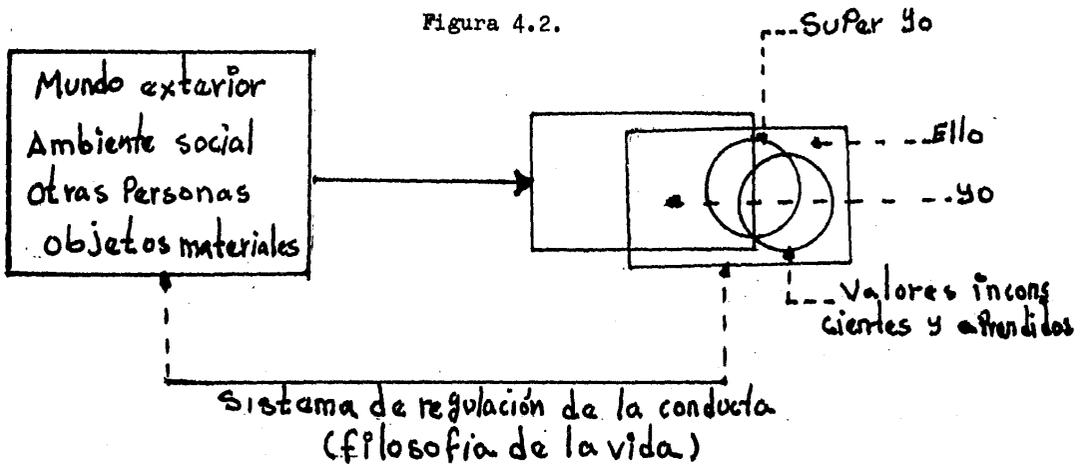
nan unas con otras (campo de las teorías cibernéticas).

En el futuro, la obtención y desarrollo de una profesión debiera planificar y tomar en cuenta matrícula, cuadros docentes, nivel de la investigación de esa área y mercado de trabajo, y sobre todo las necesidades concretas y reales de la sociedad en su conjunto, con ello se evitará obsolescencia, saturación y la consecuente frustración y desperdicio de los graduados, como acontece en nuestra sociedad. La cibernética prodrá jugar un papel en proposiciones y planeaciones que toman en cuenta todas las variables.

El análisis predictivo también es una función fundamental de la regulación cuando intenta establecer las pautas y los límites de la trayectoria tecnológica, y cuando estudia detenidamente los procedimientos mecanizados como sustitutos de actividades humanas o de combinaciones de hombre-máquina. El incremento de la máquina será mayor en el auxilio de la imaginación, las novedades técnicas sustituyen algunas de las habilidades mentales, así como los ordenadores capaces de realizar a mayor velocidad que la mente procesos con un mínimo de error. En la aplicación como servicio, cada máquina es una extensión de las propias dificultades del hombre tratando a través del descubrimiento, descubrirse así mismo.

En el plano individual el hombre efectúa una serie de intercambios regulados, lo cual debe asegurar su incorporación a una sociedad regimentada. La figura 4.2. diferencia las estructuras y describe un modelo:

Figura 4.2.



El modelo de regulación en un contexto personal.

- 1.-Se supone que una persona tiene una filosofía o concepción del mundo, la cual abarca desde residuos científicos, hasta mitos y creencias religiosas.
- 2.-Interpretar el origen y naturaleza de la realidad incluyendo su participación individual en ella.
- 3.-El sistema de regulación de la conducta es una expresión de la organización del aparato psíquico que integra el yo, ello y superyo en interacción permanente con el ambiente.
- 4.-La conducta estará perturbada cuando la filosofía de entra en contradicción con el "esquema personal".
- 5.-Un esquema personal está compuesto de valores inconscientes y aprendidos, regulados internamente por las sanciones del superyo y los reajustes entre el ello y el yo (con los cuales debe establecerse un equilibrio normal en las relaciones sociales).

5.-Elementos para la formulación de una filosofía de la planificación.

5.1.-Tecnología y desarrollo.

Desde el punto de vista económico-social la tecnología es la pieza fundamental del desarrollo. Otra es la cuestión que se contempla desde la perspectiva de la cultura (C.Fr. A. Cueva, "Cultura, clase y nación", 1983). Permitásenos una digresión: en rigor desarrollo y crecimiento no son sinónimos; sin embargo en la teoría económica convencional y en los discursos oficiales nacionales e internacionales ambos conceptos se toman indiscriminadamente como sinónimos. La distinción entre crecimiento y desarrollo (C.Fr. P. Vilar, Crecimiento y desarrollo) estriba en que el desarrollo implica la distribución equitativa de los bienes materiales que una sociedad produce; en tanto el crecimiento atiende únicamente al aumento del Producto Interno Bruto (PIB) en relación a la población, sin importar de que manera está distribuido dicho producto.

La palabra tecnología alude al conjunto de conocimientos, prácticas y sobre todo medios o instrumentos de producción de carácter manufacturero y ante todo industrial. El término se acuña al calor de la Primera Revolución Industrial (1770-1870; Cfr. Dobb, Vilar) El conocimiento tiene su expresión práctica en el uso de diversas tecnologías; ellas contribuyen y dan forma al desarrollo social. La tecnología, en sentido estricto, nace y se desarrolla concomitantemente a la sociedad capitalista. El uso de la tecnología excepcionalmente es neutra; por el contrario se orienta o queda instrumentalizada por las grandes ideologías que desde hace tiempo son las hegemónicas: la capitalista (desde el siglo XVI) y la socialista (desde principios del siglo XX).

Ambas concepciones sociales -con sus múltiples variantes y matices- preconizan la perfectibilidad del hombre y la consecución

de mejores formas de vida. En las tésis prístinas del capitalismo (Smith, Ricardo, Schumpeter, Keynes, etc.) y del socialismo (Marx, Engels, Lenin, Gramsci, etc.) se expresan juicios en contra de las implicaciones sociales de la técnica, a las cuales <sup>subyace</sup> relaciones sociales de producción que pueden ser de explotación o de cooperación; esto se explica si se analiza la influencia decisiva del movimiento y desarrollo de las revoluciones industriales en lo que respecta a la división del trabajo, el desplazamiento humano por el trabajo de la máquina, el auge de mayores responsabilidades sociales y la lucha de clases hacia una cooperación equilibrada y justa. Es conveniente decir que la economía vulgar -cuya versión moderna es el monetarismo defendido y difundido por la Escuela de Chicago, el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional- deshumaniza las relaciones sociales y desconoce la lucha de clases. Esas aspiraciones envejecen dentro de la perspectiva actual que se caracteriza por una civilización post-industrial emergente que crece en diferentes dimensiones y multiplica con mayor velocidad las actividades, las instituciones y las organizaciones sociales.

Tanto en el socialismo realmente existente como en las sociedades capitalistas, los objetivos de la producción están basados en el uso de muchas formas de tecnologías, y ésto es el factor más poderoso del futuro de la sociedad. Se admite la máquina como sustituto de algunas habilidades humanas y se propician las excelencias de la especialización e industrialización en gran escala. La obsolescencia de algunas ideologías puede definirse con la estructura del modelo de transformaciones propuesto en el capítulo 4., en donde fines y valores funcionan de acuerdo con las circunstancias que afectan ese proceso, haciendo corresponder nuevas necesidades e intereses con nuevos conocimientos obtenidos.

Según Kerr C., la sociedad moderna es multidimensional, en ella participan numerosos grupos dirigiendo diferentes empresas bajo la influencia y orientación de un estado supuestamente educador y científico, y que en muchas ocasiones es patrimonialista. La convergencia hacia un pluralismo ideológico en constante expansión —expresión de las demandas de los heterogéneos actores sociales— implica una diversidad de ideologías teóricas y prácticas y de comportamientos filosóficos de las subculturas sociales. Se ha identificado a la sociedad del futuro con tecnocrática o sujeta a una tecnología electrónica de mecanización, control y dirección; esta sociedad conformaría el mundo alienado de H. Marcuse o de Orson Wells, pero también el "mundo enamorado de los dispositivos de McLuhan, visión que representa a una sociedad manipulada y asediada desde afuera con la pérdida inevitable de la "libertad interior". Tengáse en mente que en México al actual gabinete se le ha denominado "tecnocrático"; reviviendo una vieja querrela entre "políticos" (marrulleros y populistas) y "tecnócratas" (supuestamente fríos, deshumanizados y calculadores), lo cierto es que, en tanto, México sigue unido en la peor crisis de su historia postrevolucionaria. Tales criterios conducen al análisis de las influencias que ejercen los medios tecnológicos sobre la psicología y del destino del hombre; razones que pueden ser aplicadas en la evolución de cualquier ideología económica-social: capitalista o socialista. La persuasión social hacia el progreso se antoja irreversible; es un esfuerzo común que establece normas a través del derecho entendido como deberes legítimos del ser social, o sea la igualdad de oportunidades, la cooperación económica y el control político. Estas formulaciones, aún contrapuestas ideológicamente, producen la certidumbre de que se avanza hacia un nuevo entendimiento del proceso social que requiere nuevos enfoques:

"La ideología puede muy bien haber llegado a un 'punto final' dentro de la sociedad integrada. Sin embargo es posible que surgan nuevas ideologías... Las viejas ideologías relacionadas con papeles y procesos económicos están muriendo; en cambio pueden estar naciendo nuevas ideologías implicadas en una participación más amplia en toma de decisiones y en los nuevos modelos de vida" (Mc. Lujan, 1969).

### 5.2.-Algunas ideas filosóficas para la planificación educativa.

La planificación de la educación se convertirá en una maquinaria de vastos alcances. Ello se evidencia en la necesidad de reajustar las capacidades de la población a las oportunidades de trabajo procurando hacer coincidir las demandas sociales con las obligaciones educativas. La educación actual refleja una grave crisis en ese papel; manifestando que el Estado científico-educador sea una abstracción de la realidad y no una aplicación concreta a los problemas sociales. Recordemos que estos problemas son producidos, en gran medida, por una planificación inadecuada, irregular o endeble que no considera la correspondencia efectiva entre las inversiones que deben realizarse y las responsabilidades del servicio social. Las inversiones que han de realizarse no tienen otra filosofía que una inversión del hombre para el hombre, lo que supone la aceptación de una tecnología creada como medio para lograr fines y valores universales.

Cuando una filosofía de la educación comienza por considerar qué cantidad de personas deben educarse, para qué actividades y hasta qué nivel, intenta transformar la lucha de clases en una lucha por las oportunidades de estudio (movilidad social cuando previamente una sociedad a generado ya esas expectativas), intenta también

consolidar la cooperación interdisciplinaria sobre la base de que ello representa un esfuerzo de la sociedad global por imprimir mayor rendimiento al progreso.

La crisis de la educación parece escenificar una "planificación" en la cual se invierte contra el hombre y en contra de la naturaleza; una crisis que se observa en la obsolescencia de las instituciones y en la verticalidad y el verbalismo de los procedimientos de enseñanza. Semejantes ineficiencias provocadas por la falta de planteamientos innovadores, introducen nuevos elementos de lucha: la agitación estudiantil ante la incertidumbre de su incorporación plena y creadora en la sociedad. Las precipitadas reformas de planes y programas y las reformas institucionales patentizan la concentración de poder y de decisiones en el sistema educativo.

Una sociedad sin clases -desde el punto de vista socio-económico- será imposible mientras esta crisis se mantenga afectando los fines y valores. Será un objetivo utópico si no se actúa sobre el sistema convencional de enseñanza, empleando una planificación coherente con la tecnología que la orienta. Los errores inciden también en aspectos relacionados con la obtención del conocimiento, en especial lo referente a los estudios generales y a los estudios especializados. La controversia sobre la urgencia del tipo de hombre futuro que debe formarse abre la alternativa de considerar los beneficios de una alta especialización en detrimento de una cultura amplia o las satisfacciones de una cultura general (individualmente cada vez más escasa) que no podrá ajustar la información existente en los programas de un sistema cada día más incompetente. Nos parece que una tercera posición debería equilibrar una especialización refinada acompañada de una mínima pero sólida cultura.

Un interesante análisis de la subordinación en el tiempo, que cada pedagogía tiene de una filosofía, fue planteado por Ortega

y Gasset:

"La pedagogía escrita en 1922 se nutre de la filosofía de 1890, como es necesaria una larga campaña para la difusión de esas ideas, resulta que la doctrina de 1922 no empieza a ser vigente sino hasta 1940, con lo cual se llega a la grotesca situación de que los niños de 1940 son educados conforme a esas ideas y sentimientos de 1890; y que la escuela cuya pretensión es precisamente organizar el porvenir, vive de continuo retrasada dos generaciones" (1930).

El párrafo refuta las propuestas de Kerschesteiner (1890).

Existe la difundida idea de que los fines y valores de la educación consisten en general en preparar ciudadanos útiles para que presten sus servicios en un Estado determinado, sin especificar que tipo de Estado. Si se investigan los cambios que se suceden presionados por la tecnología, esos fines y valores serán siempre extemporáneos; más aún, si los planificadores de la educación no estudian los medios, los recursos y las previsiones necesarias realizando un balance de datos, el propósito de acortar las distancias entre evolución tecnológica y evolución de los procedimientos de enseñanza se tornará una quimera.

En esencia el papel de la planificación es prever el futuro: examinar y ordenar en el tiempo las posibles variables que influirán en la perspectiva de la vida social. Vaticinar la regulación que los cambios traen implícitos, tomando como referencia el tiempo presente y las consecuencias de objetivos extemporáneos, evitará construir los nuevos modelos sobre los errores del pasado. El planificador debe apoyarse en la historia, en el estudio profundo de su sociedad actual y en las posibles necesidades y recursos futuros.

La planificación en función de pronósticos es una activi-

dad compleja que presenta serias dificultades. Hasta la fecha no existe ningún "mecanismo" capaz de asegurarnos lo que sucederá dentro de algunos años. Unicamente podemos extrapolar tendencias; sin embargo la pregunta ¿Quién puede informarnos de lo que sucederá en el futuro en determinada cuestión coherentemente planteada? por si misma reclama la urgencia de intentar escrutar las tendencias, en las que en algunos caso puede servir el pasado; no obstante:

"antes de 1906 la prosperidad y el desarrollo residían fundamentalmente en la explotación de la tierra y de su gente ¿Quién podría decir entonces que para 1946 los medios para alcanzar el poder y la prosperidad estarían a cargo de la ciencia y la tecnología?" Y en otra parte agrega Nikita K.: "No poseemos ningún método científico que nos permita calcular cuantos y que clase de especialistas necesitaremos en las diferentes ramas de la economía nacional, cuál será la demanda de futuros especialistas y cuándo surgirá tal demanda" (1959).

En las anteriores citas se reconocen las dificultades de la planificación especialmente en lo que atañe a las predicciones de largo alcance. Tales predicciones son determinadas y deben estudiarse como opciones o alternativas dentro de un conjunto de probables. Esto es un arte difícil y oscuro pero verdaderamente necesario de desarrollarse. J. Dewey con cierta exageración en su obra Democracia y educación afirma que el advenimiento de la democracia y las condiciones industriales modernas impiden predecir con exactitud que tipo de civilización existirá dentro de unas décadas. Si nadie sabe lo que se necesitará saber y hacer en ese lapso de tiempo se hace necesario y urgente una aplicación de la planificación que proponga el número de opciones basadas en el control y dirección del futuro. En este punto es donde las responsabilidades sociales se transforman en un a

sunto de fe en la calidad humana: el hombre sigue el futuro pero también lo crea.

Dos grandes metas tiene la enseñanza: una condición necesaria que es la incorporación del hombre dentro de una cultura socioeconómica reglamentada, y una condición suficiente, el servicio que presta dentro de una actividad personal específica.

Estas metas definen a la educación como una organización que auxilia al hombre para que pueda utilizar adecuadamente su inteligencia. La educación concebida como una preparación para la vida es una retórica que escenifica el aprendizaje como la vida misma; un quehacer permanente y vital.

La definición de estas metas coloca a la humanidad ante las posibilidades de un planteamiento anticipado de la tecnología: un reto político-social de insospechadas consecuencias. El considerar el dominio absoluto de la regulación tecnológica a largo plazo, significaría que las estructuras políticas se transformen en circuitos tecnológicos de insospechado poder; poder que atentaría contra las aspiraciones sobre las libertades individuales.

Ciencia, tecnología y política se dirigen hacia el control de los elementos sociales y parecen representar esa única alternativa. La Revolución Cultural China (1966-1969) es un ejemplo de este fenómeno: Mao-Tse-Tung condujo una revolución de dimensiones nacionales en contra de su propia administración (muchos estudiosos chinos recuerdan la anécdota de que el gran timonel en su propio despacho del Partido Comunista Chino puso un dezhibao en la que pedía "atacar al propio cuartel, al mando central" -cito de memoria, FRR).

Los sociólogos por su parte argumentarán otras alternativas para explicar las nuevas bases para una revolución mundial con el nacimiento de nuevas ideologías relativas a procesos permanentes interacti-

vos y de adaptación. Estas alternativas para la planificación del futuro pertenecen a los esquemas cíclicos o de regulación expuestos en el primer capítulo, resultan de analizar el proceso como una fuente de transformaciones sucesivas y de adaptaciones al ambiente (lo cual lo estudiamos con más detenimiento en los capítulos 2. y 3.).

Bertrand Russell distingue acertadamente entre el poder de la técnica científica representada en la tecnocracia y el poder de la filosofía científica, al respecto escribe:

"Los que yo llamo tecnócratas se interesan únicamente por la técnica científica. Los más extremistas niegan que haya nada que se parezca al conocimiento científico o simplemente conocimiento.

Los teóricos científicos, en cambio, se dedican al descubrimiento de leyes naturales y dejan a los demás el descubrimiento de los medios prácticos para que tales leyes sean útiles. En pocas palabras, el tecnócrata desea cambiar la naturaleza mientras el teórico desea comprenderla"

Ese pensamiento revela que la filosofía de la planificación tecnológica se debate entre una humanidad liberada del exceso de trabajo que puede ser confiado a máquinas y una humanidad al borde de la catástrofe. Utópicamente podríamos pensar que la inteligencia(s) que conduce(n) dichos cambios pueda(n) practicar la cooperación mundial hacia un bienestar que el hombre siempre se propone dentro de sí; la tecnología es una prologación de sí mismo y de una naturaleza distinta. K. Steinbuch relaciona esas opiniones con "la visión ingenua de la tecnología" cuyas consecuencias resume en:

a) se aumenta la automatización sin crear simultáneamente algunos ajustes sociales que permitan una conducta congruente.

b) la movilidad de la gente que representa más de un afán de ganancias que una búsqueda de economía en vidas humanas y materiales,

c) la contaminación del aire y del agua cuando existen posibilidades para evitarlo y,

d) la oposición a utilizar la mecanización en la enseñanza cuando existe una notoria escasez de maestros con calidad y la educación atraviesa por fases muy críticas.

Indubitablemente la creatividad, el pensamiento y el lenguaje es lo que separa al hombre de los otros seres de la "creación" y es lo que diferencia individualmente una persona de otra, el grado de su desarrollo. La inteligencia ha desarrollado la mayor variedad de formas de adaptación de los procesos sociales y ha liberado a determinados hombres (por efecto de la estructura clasista no se libera a todos los hombres) de tareas esclavizantes. Es muy probable que tal capacidad para producir herramientas se desarrolle gradualmente en la evolución de las técnicas, del mismo modo que un niño va desarrollando destrezas en la medida que maduran ciertas funciones biológicas, tiempo durante el cual se expone al niño a un intenso programa de enseñanza del cual dependerán sus actuaciones en la cultura. El medio cultural es un ambiente creado para enfrentar todos los problemas de adaptaciones consecuentes.

El uso de la inteligencia sugiere que la selección natural de la especie humana deviene en una selección social que se traduce en una selección por su capacidad mental expresada también por un elevado exponente de su capacidad moral.

El riesgo intelectual y moral puede condensarse en el pensamiento de C. Aron:

"Resulta más positivo pensar en el futuro que considerarlo

como algo predeterminado, pero esta forma de enfrentarlo deberá acarrear un llamado a la acción que se basará tanto en el reconocimiento de los límites del saber como en el saber mismo.

"Ningún experto técnico puede crear la sociedad del mañana la creará toda la humanidad en un futuro cuyas diversas características son impredecibles. La parte de responsabilidad que toca a cada quien es tan pequeña que parecerá ridícula; pero si la responsabilidad de la minoría llegase a ser decisiva, ¿cuántos no se verían reducidos por ello a ser nada más que simples objetos condenados a una amarga pasividad? La historia es dramática. Si llegase alguna vez el día en que unos pocos hombres fuesen o creyesen ser dueños de la "naturaleza social", entonces el drama se habría terminado. Pero el individuo habrá perdido el sentido de su libertad!". (1979).

Las reflexiones usuales en las teorías cibernéticas, especialmente las propuestas por Norbert Wiener, Couffignal y Molesno presentan contradicciones entre el modelo social deseado y el modelo existente, infieren el mecanismo social a través de una analogía que se retroalimenta con una gran flexibilidad. Una interesante paradoja: se descubre la cibernética cuando se calcula la trayectoria de un proyectil anti-aéreo y otros dispositivos automáticos bélicos, encargado a N. Wiener y su equipo durante la Segunda Guerra Mundial, una causa con una consecuencia diametralmente opuesta (véase Capítulo 3. de este trabajo). La sociedad humana no es una sociedad de hormigas como analógicamente la supusieron los padres de la sociología clásica (Tarde, Spencer, etc.) con una regulación instintiva contenida en un código genético heredado de padres a hijos, por ello cualquiera que sea la

naturaleza de una teoría de las sociedades en movimiento tiene que ser irreductible a otras teorías (Durkheim, 1978) y tener la eficacia explicativa de un modelo dialéctico (Marx, 1980).

Tengamos en cuenta que la situación actual no se parece a ninguna de otros tiempos, es una especie de renacimiento filosófico del maquinismo, el vitalismo y la religión (Cfr. Humberto Eco, 1978) una reflexión sobre la metafísica del humanismo en la cual se conjugan lo científico y lo anticientífico, justificado por una aparente innovación en el pensamiento está en boga. Si se consideran por ejemplo los efectos de una cuantiosa inversión para la exploración espacial en un planeta inexplorado en muchos lugares y sobre todo con una humanidad en su mayor parte padeciendo hambre, destrucciones bélicas y naturales, se antoja irracional, entonces, los gastos estratosféricos en armamentos. Tengamos en cuenta que los gastos mundiales para atacar enfermedades mortales, temblores, hambres y epidemias son ridículos.

Las tendencias hacia la igualdad del hombre y de la mujer en los papeles que artificiosamente los separaban (consagrándolos las ideologías sexistas y machistas), la iracundia de los jóvenes para incorporarse a las decisiones que los afectan, las protestas por la contaminación ambiental y el peligro de una hecatombe nuclear que nos suma en un infierno sin fin, etc. son formas de rebeldía que aparecen igualmente justificadas con aquellas suscitadas por la necesidad de reformar el sistema educacional.

### 5.3.-Las reformas educativas: modelos improvisados.

La naturaleza funcional de la pedagogía como ciencia de la educación puede discutirse y llegar al convencimiento de que sus aportes para su evolución no han sido bien dirigidos ni instrumentados en su teoría positiva propia (Berenfeld, 1968; Estabiet, 1980).

Las mayores contribuciones al desarrollo de la educación y en particular de la pedagogía provienen del campo tecnológico de la comunicación y de otros campos como los fundados por Jean Piaget (zoólogo, especialista y fundador de la epistemología genética) y Sigmund Freud (médico vienés ~~creador~~ creador del psicoanálisis). En un sentido universal la pedagogía es una ciencia de las comunicaciones humanas; es un procesamiento de mensajes que deben ser memorizados, razonados y transferidos de un mecanismo mental -humano o artificial- a otro mecanismo de aprendizaje que es a su vez humano el cual debe memorizar, razonar y transferir.

El mayor fracaso de la pedagogía convencional debe atribuirse a la utilización equivocada del método deductivo, entre otras cosas. Ella descompone la "enseñanza-aprendizaje" en parcelas o estancos técnico-docentes, arbitrariamente separadas del entorno social; y aún más ver el proceso de enseñanza-aprendizaje como una suma, sumatoria o falsa sumatoria (?) de actos de aprender y actos de enseñar (esto aspecto a sido suficientemente denunciado por Paulo Freire y su escuela). Uno de los errores de la planificación basada sólo en la deducción que ha hecho ineficaz a la pedagogía convencional, es que no toma en cuenta el análisis global de la estructuración analógica de esos componentes por una acción eficaz.

Ese es el primer aspecto que debe considerar una reforma que en definitiva intente producir una evolución progresiva inteligente y congruente con las necesidades sociales. Otra es escuchar a especialistas en el ramo y ante todo oír y tomar en cuenta a los directamente actores del proceso educativo: educandos y educadores. Tengamos presente que para reparar un mecanismo cualquiera casi siempre es necesario detenerlo, pero la educación como la salud debe repararse funcionando. Dadas las circunstancias actuales las reformas a fondo son

o deben ser democráticas; sin embargo en la práctica son despóticas y basadas en modelos improvisados para complacer expectativas de agitaciones estudiantiles o para adecuar el aparato educativo a las demandas de las fracciones más agresivas del capital social. Tomando en consideración sólo aquellos factores políticos internos de la necesidad de la renovación o reforma de las instituciones educativas, las primeras circunstancias se hallan relacionadas con los siguientes hechos:

- El acceso a la educación debe tender a la igualdad de oportunidades en función de capacidades y de méritos.
- Enfasis en la especialización dentro de un campo útil como servicio social, lo que incluye la cultura general.
- Adaptación del ritmo de crecimiento de los conocimientos con la información que debe proporcionarse.
- Aplicación racional de los medios tecnológicos de comunicación de masas y de comunicación interpersonal.
- Adaptación permanente de la tecnología especialmente la referida a la evolución de los medios de comunicación y la investigación del aprendizaje.
- Transferencia y adecuación de la tecnología a situaciones y lugares diferentes.
- Insertar las inversiones humanas, materiales y financieras en un proyecto de realizaciones concretas a corto, mediano y largo plazo.

Ninguna reforma será auténtica y radical si no se consideran los hechos antes mencionados. Es una tarea que compete a la UNAM y compromete su eficiencia como institución de educación superior nacional. Deben ser las universidades y las escuelas magisteriales las encargadas de dirigir éstos procesos. Empero: ¿cuál es la participa-

ción que tienen las escuelas de educación y los institutos pedagógicos (normales, escuelas de pedagogía, escuelas de psicología, U.P.N., etc) en la elaboración de los planes educativos? En México esa participación es muy escasas; las tentativas son repeticiones de experiencias extranjeras: improvisaciones, resultado de extrapolaciones estériles y sin imaginación. Son esas relaciones -entre el aporte universal y la situación concreta y las teorías regionales- que la pedagogía comparada debe analizar y resolver, y en las cuales las universidades tienen un papel fundamental. Pero en general, la universidad latinoamericana (y aún más la educación normal que es pavorosamente mediocre) está inmersa en una situación ambigua conjugando una tecnología importada con un ambiente indiferente o contradictorio. No existe la tecnología adscrita o exclusiva de un país determinado, la ciencia es patrimonio universal, pero las condiciones que caracterizan a los pueblos <sup>de</sup>desiguales y heterogéneos y están vinculados a una tradición pedagógica y cultural diversificada.

También la filosofía es universal pero requiere considerar cuales son las razones sobre la introducción de los cambios y, específicamente, sobre las resistencias a los cambios (lo que supone una penetración laboriosa y larga). Ciertamente son las formas arcaicas las fuerzas opositoras a la modernización. En México el subdesarrollo es efecto de la conjunción de patrones culturales imperialistas (Vgr. los programas de Televisa) y de la dependencia económica. Cualquier reforma educativa debe comenzar por preservar y difundir los valores que constituyen nuestra cultura nacional, y esto debe empezar por los preescolares y primarias. Si la Universidad se preocupará por la organización y planificación de la escuela preescolar y primaria las reformas serían quizá más inteligentes y viables. En gran medida la debacle educativa nacional tiene sus orígenes en el

abatimiento académico de los profesores de enseñanza primaria. Es evidente que la educación normal es el nudo de contradicción que impide plantear alternativas a la educación en su conjunto. Sin embargo, es importante tener en cuenta es que las transformaciones no debemos esperar que provengan de grupos ajenos a la educación sean comerciantes, banqueros, terratenientes o industriales.

Las reformas deben instrumentarse en planes de desarrollo que armonicen la cultura y la economía. Puede considerarse a Grecia como un país económicamente subdesarrollado, pero no se puede negar que su legado histórico es una muestra de un poderoso desarrollo cultural que influye todavía en la vida y cultura occidental. México tiene una gran riqueza cultural que debe ser vivida intensamente. El problema consiste en cómo armonizar los factores culturales y económicos que en una formulación de valores pueden no ser correlativos. Encontrar una justa correspondencia ejemplificaría la posibilidad de una sociedad para acercarse al ideal de justicia universal.

En gran parte las decisiones en la educación tienen repercusiones en la socialización de la política (es decir la asunción de la sociedad civil en la marcha y conducción de la sociedad en su conjunto y la restricción correlativa del Estado o sociedad política).

La universidad participando directamente en la planificación nacional tendría que organizar un gran sistema unificado que permita la descentralización democrática (lo que implica no solamente desconcentrar recursos sino invertir las relaciones de poder, promoviendo, entre otras cosas, la autogestión educativa), retroalimentando por subsistemas incorporados de todas las universidades y las instituciones de educación elemental y primaria. Se ordenarían las perspectivas nacionales en función de la situación internacional. La

cuota universal de participación haría a los estudios programados más coherentes con el espíritu de la tecnología en general y con las necesidades de adaptación. Esta unificación no es contraproducente si la universidad conserva su auténtica autonomía (preservación, producción y difusión de ciencias, artes y cultura; y si conserva su autocapacidad de gobernarse).

La concepción tecnológica del sistema de educación basado en el criterio de modernización debe hacerse con cautela. De implementarse, la universidad tendrá una educación cambiante, siempre abierta al tiempo y la cultura universales. Con ello las universidades convencionales darían cabida a bastantes personas con distintos estudios y ocupaciones. No se trató de erigir campus universitarios, sino difundir el conocimiento en comunidades—incluso pequeñas— y en éstos centros se almacenaría y distribuiría información (subsistemas de un sistema central). Reducirá notablemente sus alcances administrativos parcelados por una multitud de funciones estrechamente ligadas a la economía. Penetrará las ramas productivas y se retroalimentará con los conocimientos prácticos de las comunidades y centros de trabajo.

Estos centros exteriormente tendrán un aspecto y estructura apropiada para adaptarse a muchas funciones: aulas, laboratorios, salas de proyección, "máquinas de enseñar", televisores o monitores, computadoras para la evaluación, etc.; toda esta parafernalia educativa dispuesta y organizada en relación a las necesidades mediatas e inmediatas de las comunidades y sociedad en su conjunto. Así estaremos dinamizando las proposiciones de una universidad actuante (Documento UAM-Xochimilco), propositiva (proyecto del recto Carpizo) o "participante" (experiencias de la Facultad de Ciencias de la UNAM).

6.-Consideraciones para una proposición.

6.1.-Transferencia tecnológica y dependencia.

La transferencia de tecnología es política y económicamente un hecho de intercambio real que obedece a las condiciones generales del desarrollo. Las formaciones económico-sociales subdesarrolladas deben acceder a la tecnología desarrollada con independencia e inteligencia. La dependencia cultural es una adopción social involuntaria impuesta por las presiones del intercambio real. El origen de estas presiones puede ser entendido según el contexto histórico: el descubrimiento y la colonización en América Latina evidencian los notables cambios socioculturales, lingüísticos, políticos, etc. de una civilización subdesarrollada. La presión por imponer un status determinado es una meta para la configuración de una ideología mundial, lo cual contradice con los frenos impuestos y justificados por la política que se aplica dentro de los límites geográficos de las naciones.

Los acuerdos internacionales obnubilan las presiones por imponer las ideologías dominantes. La relación de dependencia está implícito en el intercambio real, suficientemente estudiado por Palloix, Ballerstein, Emmanuel, etc.. La transferencia de tecnología pretende uniformar los procedimientos de explotación de la tierra y concomitantemente uniformar ideológicamente al hombre y sus relaciones de producción.

La dependencia cultural al poner su acento en lo político posibilita que la tecnología pueda a su vez ser adaptada a diferentes medios, para lo cual es necesario convertirlo en objeto de transformaciones de actitudes humanas. El único medio conocido puede ser apropiado si conlleva una dimensión ética, y este medio es la educación. La educación puede ser propiciada y dirigida con el uso de

cualquier tecnología importada siendo la creatividad la única vía que puede independizar la cultura.

Un medio tecnológico ha sido inventado y asimilado en un ambiente filosófico definido; el poder estatal se encarga de reglamentarlo, esto representa un reto y una esperanza en las relaciones de intercambio.

La adopción de una tecnología tiene la justificación plena si con ella se pretende impulsar el sistema educacional. El riesgo mayor que esta adopción comporta radica en el desconocimiento que el hombre tiene de su cultura, de su ideosincrasia, de su razón de "ser" y "estar". El desconocimiento de una filosofía de regulación de los valores reales hace que no exista una filosofía racional del sistema de educación. En Latinoamérica ese desconcierto aparece representado en los intentos de modernización que improvisan los gobernantes en turno, cuyos efectos se deducen del balance de la extrema dependencia cultural actual.

La tecnología debe comenzar por instrumentar lo relativo al carácter del sistema educacional dentro de las relaciones de intercambio entre las naciones y, paralelamente, debe acelerar el proceso de capacitación de sus ciudadanos, habilitándolos para el desarrollo pleno de sus facultades. Así mismo, se debe asegurar que se obtenga por esa vía el derecho a crear y a organizar el desarrollo propio. En las universidades latinoamericanas se encuentra fehacientemente demostrado el efecto de la dependencia cultural. Ella se regula en un contexto foráneo y en términos generales no propicia los cambios necesarios que deben ser objetivos prioritarios. El fomento de la creatividad en la Universidad es la única alternativa posible para reducir la dependencia cultural, lo que se relaciona estrechamente con el concepto de autonomía, en función del servicio que la institución de educación superior debe de ofrecer localmente.

El hombre actual debe situarse en la perspectiva del verdadero objetivo de la carrera universitaria que no es simplemente un asunto de prestigio personal y social sino un intento profundo por crear y transformar la sociedad global para la que debe proporcionar mejores formas de nivelación social. Los mayores impedimentos para que este objetivo se cumpla plenamente, se refuerzan por la estructura del sistema educacional imperante que no ha hecho lo posible por conciliar las relaciones entre evolución tecnológica y evolución social.

La dependencia cultural motivada por la transferencia tecnológica tiene que analizarse en un marco de referencia más amplio que los modelos desarrollistas o dependentistas (Arauco, 1974; Cueva 1979), es decir considerando las relaciones capitalistas y el mercado mundial en su dimensión planetaria (Wallerstein, 1977; Samir Amán, 1976, Brunhoff 1979).

A pesar de las barreras ideológicas, el hombre actual tiene la necesidad de "diseñar" su futuro al margen de esas restricciones, para lograrlo debe conjugar los fenómenos de la educación con los fenómenos de la socialización. La pedagogía comparada tiene como justificación la transferibilidad del conocimiento, la técnica y la metodología apropiada de acuerdo con las comparaciones entre diversos sistemas de educación de los cuales se adoptarán los de mayor eficiencia para situaciones y medios particularmente definidos.

Como se ha expresado más arriba, en el caso de un país subdesarrollado es difícil especificar si el bienestar social es un indicativo de su desarrollo económico o de su cultura. En su lugar a dudas una armonización de ambos conceptos en una teoría multidimensional del desarrollo autosostenido y controlado por la planificación tecnológica.

Los factores que son necesarios descubrir y equilibrar son las relaciones funcionales entre el crecimiento de la producción, los bienes, los servicios indispensables y los procedimientos de inversión.

El sistema socio-económico y político define el grado de participación mediante el análisis de regulación entre la entrada y la salida, y esta participación coloca la tecnología de la educación como elemento de primer orden dentro de las necesidades reales.

El concepto de dependencia establece diferentes categorías de intercambio, entre una economía industrial central y una economía periférica (países dependientes). La supremacía de la economía central es una consecuencia del sistema capitalista que describe la dependencia dentro de las relaciones histórica del predominio industrial y tecnológico. Para poder nivelar esas relaciones será necesario utilizar las técnicas que se emplean en aquellos países dominantes, y es obvio que la transferencia del centro a la periferia será igualmente regulada para evitar un cambio del predominio. Un ejemplo muy ilustrativo es lo que sucede con el dólar(\$), con el se transfieren los problemas de los EU a los países dependientes.

Esa regulación viene operándose también por las características que esas tecnologías tienen con sus propias inversiones. La creación de tecnología en los países desarrollados es un hecho producido por la obtención de ganancia (Marx estudio en el Tomo III de El Capital la tendencia a la caída de la tasa de ganancia, y sus contradicciones. Entre las contradicciones se encuentra paradójicamente el desarrollo de las fuerzas productivas, es decir las innovaciones tecnológicas. Ya desde el Manifiesto del Partido Comunista de 1948 escrito en colaboración con Engels, consideraba Marx que el desarrollo capitalista implica el desarrollo incesante de las fuer---

zas productivas), por las relaciones de competencia que implican la movilidad de capitales de los sectores menos rentables a los más rentables. La rentabilidad de una empresa, rama o país tiene que ver con la tasa de explotación, la facilidad de créditos y el ofrecimiento eficaz, barato y oportuno de materias primas. De ahí que las grandes multinacionales y corporaciones maquilan en las zonas fronterizas de los países periféricos, como México.

Las limitaciones al acceso de tecnologías foráneas es un obstáculo para el fomento de la investigación científica pura y aplicada en las universidades tercermundistas; el esfuerzo debe comenzar por la organización y perfeccionamiento de los recursos humanos.

#### 6.2.-Una proposición.

En un análisis de los componentes del sistema escolar latinoamericano desde la escuela primaria hasta la universidad conforma la siguiente descripción:

- Inhibición de la creatividad y de la duda metódica
- Ausencia de correlación entre los estudios, las profesiones y las necesidades reales de la sociedad; es decir disparidad entre la oferta del trabajo altamente calificado y la demanda, así hay necesidad de determinados profesionales y técnicos, y sobran profesionistas de otras áreas.
- Predominio de la pedagogía tradicional, caracterizada por el uso de la enseñanza memorística y libresco, con métodos directos de comunicación magistral o auxiliada con ayudas audiovisuales pasivas sin retroalimentación.
- Un incorrecto uso de los procedimientos de evaluación escolar para cuantificar el rendimiento en relación con las capacidades reales del alumno.
- Preparación inadecuada y débil en psicopedagogía y didáctica

ca de los docentes.

Elevado número de cargas docentes y asignaciones administrativas a cargo de un solo individuos en tareas que pueden ser fácilmente computarizadas o al menos mecanizadas. Ausencia de articulación entre los diferentes niveles del sistema educativo nacional, lo cual no permite la coordinación entre los diferentes programas y el curriculum necesario. Agrégase a ello la dispersión y multiplicidad de programas de estudio, por ej.: a nivel de enseñanza media superior existen los planes y programas siguientes: Escuela Nacional Preparatoria (de 3 años), el de muchas preparatorias de provincia (con 2 años, y que corresponde al plan de estudios que se llevaba en la nacional preparatoria antes de las reformas del Dr. Ignacio Chávez), Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, Colegio de Bachilleres, Colegio Nacional de Estudios Profesionales, Centro de Bachillerato Agropecuarios, Pesqueros, Tecnológicos, etc., Vocacional del IPN, Centro de Bachillerato Pedagógico, etc. Evidentemente esa dispersión y multiplicidad no se justifica y lo único que ha generado es la proliferación de burocracias media y alta. Sería conveniente establecer un bachillerato único con varias modalidades terminales atendiendo a las necesidades de la región en donde se inserta.

Escases de recurso financieros, materiales y humanos debido -no únicamente a la situación crítica del país- a torpezas y amañamientos en la asignación de presupuestos.

De lo anterior se desprende la falta general de planificación basada en objetivos explícitos de la filosofía del sistema y

falta de voluntad de la burocracia educativa por transformar seriamente la situación educativa, más allá de insulsos cambios formales.

Para muchos educadores la filosofía del sistema no existe o es una entidad o ente abstracto que no puede ser claramente percibido, por lo que se procede al margen de una posible existencia, sin considerar que las orientaciones de todo el proceso están fundadas en principios regulados para la transformación real y efectiva.

La filosofía de la educación debe sustentarse en el espíritu general del progreso y debe ser particularmente adaptada a los requerimientos locales; con ello se descubriría una filosofía regional del sistema basada, en primer lugar, en las relaciones de producción de cooperación y conservación de la naturaleza. Simultáneamente recordemos un objetivo económico origina un paralelismo cultural y científico que incluye los fines y los valores sociales.

Es pertinente establecer dentro de una filosofía del sistema las prioridades por orden de necesidades reales. El sistema educativo presentaría el panorama siguiente:

Organización unificada para la orientación y conducción de la educación.

Desarrollo de planes y programas que incluyan los currículos adecuados para diversas profesiones identificadas con necesidades reales regionales y nacionales y tomando en cuenta la situación mundial.

Reorganización de las instituciones escolares con relación al cambio de métodos y procedimientos psico-pedagógicos y didácticos dentro de la perspectiva de la nueva tecnología de la instrucción y la evaluación.

Cambiar el sistema educacional facilita el trabajo educativo que proporciona la pedagogía alternativa contemporánea. Esta si-

tuación permitirá ocupar menos tiempo que el empleado en la educación tradicional y por consiguiente habrá un incremento de cantidad y de calidad del material aprendido que no necesariamente influirá en la duración de los cursos básicos.

La reducción del tiempo puede realizarse en los cursos profesionales, en tanto que en el preescolar, primaria, secundaria, bachillerato se obtendría una formación amplia y sólida que permitiría además utilizar el tiempo libre en labores encaminadas a la autogestión de los propios centros escolares.

El estudiante de un futuro inmediato no deberá realizar sus estudios sin contribuir de alguna forma con la estabilidad administrativa de la institución tutora. Gracias a la nueva tecnología podrá compartir sus anhelos de cogobierno justificados por una participación laboral del mantenimiento de las instituciones. Debemos entender que esta proposición de ninguna manera pretende quitar los compromisos del Estado para con la sociedad en cuanto a la gratitud de la educación; más bien pretende evitar la inútil y tartajosa burocracia educativa inhibidora del potencial de los educandos. El "tiempo libre" es un eufemismo que relaciona el tiempo actual con el tiempo disponible para el futuro; habrá tiempo suficiente para emplearlo con creatividad en el desarrollo de nuevos mecanismos, procedimientos y formas de nivelación económico-sociales.

La adquisición de equipos electrónicos y de máquinas para el aprendizaje son de costo inferior al gasto que se tendría que hacer en la contratación de personal no necesario para el funcionamiento pleno de las instituciones escolares. Considérese que se tendría que contratar un profesor para esas labores por cada 30 estudiantes, requisito mínimo pedagógico para una clase magistral (y tégase en cuenta el aumento de la matrícula, las erogaciones por este ru-

bro sería fabulosas). El mantenimiento de equipos será igualmente inferior al costo de sueldos y demás beneficios de protección que las instituciones deben absorber en la contratación de personal. Por lo tanto el uso de la electrónica en las instituciones escolares no se propone el desplazamiento de personal sino utilizar optima y racionalmente los recursos existentes.

Si se suma a esto los beneficios que una alta especialización en las técnicas de la comunicación tienen para el avance general de las ciencias, la adopción de la tecnología de la educación y de los controles cibernéticos indidirán en otros aspectos relacionados con la industria, la medicina y la ingeniería.

Esta proposición exige con requisito previo la adecuada preparación de personal para la creación de centros de investigación de la tecnología de la educación. En latinomérica, ésto supone otra forma de adquisición por la transferencia de conocimientos de otras latitudes, con lo cual se obtendrán necesariamente los diseños básicos.

La experiencia debe ser puesta en práctica a través de una exhaustiva investigación en el medio, cuya implementación seguirá una actividad continua de reajustes. A la creación de especialistas y centros de tecnología sigue una producción pedagógica de programas, materiales programados y audiovisuales.

En el orden de las necesidades reales existen factores del desarrollo que no se satisfacen con el sistema social vigente: alto índice de analfabetismo; ausencia de profesionales y técnicos en ciertas áreas estratégicas para el desarrollo nacional en contraposición de una excesiva oferta de profesionistas que se ven condenados a emplearse en otras actividades que nada tienen que ver con lo que estudiaron o de plano que se encuentran desempleados o subempleados.

Dentro de las necesidades básicas para el desarrollo de América Latina se encuentra también la importancia del aprendizaje de un segundo idioma. La nueva tecnología puede armonizar y corregir esos objetivos en un tiempo más corto y con mayor eficiencia.

Para considerar y dirigir esta serie de actividades se hace necesario un plan nacional para la creación de centros de investigación en tecnología de la educación. En ese plan deben formularse los objetivos concretos del sistema educativo y una definición jerarquizada de los procedimientos mediante los cuales se cumplirán. La Universidad Nacional Autónoma de México conjuntamente con la Secretaría de Educación Pública pondrán en funcionamiento subsistemas de difusión representados por las universidades estatales, cuyos ejecutores principales deben ser las escuelas de educación o de pedagogía. Cada una de ellas debe emplear mayor tiempo en las labores de investigación y adaptación de materiales a los requerimientos particulares de las asignaturas y al carácter de formación estudiantil que se desea.

### 6.3.-Conclusiones y perspectivas.

El modelo de los fines y valores de la educación propuesto en el Capítulo 4. da origen a los conceptos relativos a una "democracia de la regulación social", según la cual el derecho a la educación es al mismo tiempo un deber, basado en un equilibrio lógico entre las relaciones socio-económicas-políticas y el objeto mismo de las necesidades de aprender. Tal equilibrio representa una visión del sentido de dignidad y la posible nivelación de las relaciones sociales en general. En cuanto a la información imperante, se observa que en antidemocrático inflexible y dogmático. Los efectos que un ideal socrático representa para la enseñanza se ajusta más a una pedagogía democrática. El maestro al estilo de Sócrates puede dirigir

individualmente le proceso, lo que resulta imposible cuando -como en la actualidad- es necesario atender a 100 o más alumnos en un salón durante los 45 minutos o más de la clase. Es un contrasentido dar cabida a todos los estudiantes que lo deseen cuando el sistema internamente no es capaz de proporcionar una educación satisfactoria y el mercado de trabajo no los absorberá, condenándolos a la frustración y el fracaso. La igualdad de oportunidades significa igualdad para la mejor adquisición de conocimientos y una implícita movilidad social que es anhelable en los educandos. La admisión de miles de miles de estudiantes sin orientación y selección es una negación del principio de democratización de la enseñanza.

BIBLIOGRAFIA

AEBLI, Hans, Una didáctica fundada en la Psicología de Jean Piaget (Tr. Federico M. Monjardin), Ed. Kapeluz, Buenos Aires Argentina, 1958.

AMOSOV, N.M., La modelación del pensamiento y la psique (Tr. Augusto Vidal Roget), Ed. Pueblos Unidos, Montevideo Uruguay, 1967.

AMIR, Samir, La acumulación mundial, Ed. Siglo XXI, México, 1980.

AMIR, Samir, El desarrollo desigual, Ed. Fontamara, Barcelona España, 1978.

ARON, Raymond, Progreso y desilusión. La dialéctica de la sociedad moderna (Tr. Julieta suere), Ed. Monte Avila / Colección Perspectiva actual No. 2/, Caracas, Venezuela, 1969.

ARAUJO, Fernando, "Observaciones en torno a la dialéctica de la dependencia" en Historia y Sociedad, 1974.

ARRIGI, Emmanuel, El intercambio desigual, Ed. Fontamara Madrid, España, 1978.

ASBY, Eric, La tecnología y los académicos (Tr. Guillermo Indacochea y Jorge Santos), Ed. Nueva Visión, Ed. Buenos Aires Argentina, 1960.

ASBY, W. Ross, Introducción a la cibernética (Tr. Jorge S. Santos), Ed. Nueva Visión, Buenos Aires Argentina, 1976.

BAGU, Sergio, Tiempo, realidad social y conocimiento, Ed. Siglo XXI, México, 1979.

BARTOLOME, Francesco de, La Escuela de jornada completa, Ed. Siglo XXI, México, 1978.

BERENFELD, Siegfried, Sísifo o los límites de la educación, Ed. Siglo XXI, México, 1974.

BERLO, David K., El proceso de la comunicación. Introducción a la teoría y a la práctica (Tr. Silvina González Roura), Ed. El Ateneo (Colección Nuevas orientaciones de la educación), Buenos Aires Argentina, 1969.

BRAUNSTEIN, Nestor, et al., Hacia una teoría del sujeto, Ed. Siglo XXI, México, 1980.

BRAUNSTEIN Nestor et al., Psicología: ideología y ciencia, Ed. Siglo XXI, México, 1982.

BRUNER, Jerome, S., El proceso de la educación (Tr. Carlos Palomar). Ed. UTEHA (Colección Manuales UTEHA No. 181) México, 1969.

BRUNER, Jerome S., Hacia una teoría de la instrucción (Tr. María Parés) Ed. UTEHA Colección manuales UTEHA No. 373, México, 1969.

BUCKINGHAM, Walter, El impacto de la automatización en la gente y en los negocios (Tr. Román A. Jiménez) Ed. Hobbs Colección Hombre y Sociedad, Buenos Aires, Argentina, 1964.

CASANOVA, Pablo, et al., México hoy, Ed. Siglo XXI, México, 1982.

COSSA, Paul, Cibernética del cerebro humano a los cerebros artificiales, Ed. Reverté, Barcelona, España, 1973.

COUFFIGNAL, Luis et al., La cibernética en la enseñanza, Ed. Grijalbo, México, 1968.

COUFFIGNAL, Louis, La Cibernética Ed. A Redondo (Colección Beta) Barcelona, España, 1978.

DAVID, Aurel, La cibernética y los humano (Tr. Alejandro San Vicens Marfull), Ed. Nueva Labor (Colección Nueva), Barcelona España, 1976.

CUEVA, Agustín, El desarrollo del capitalismo en América,

Ed. Siglo XXI, México, 1978.

CUEVA, Agustín, "Problemas y perspectivas de la teoría de la dependencia" en Historia y Sociedad No. 3, México, 1974.

CUEVA, Agustín, "Cultura, clase y nación" en Revista Cuadernos Políticos No. 28, 1982.

DEGOTE, Georges, La enseñanza programada (Tr. Alejandro San Vicens) Ed. Teide, Barcelona, España, 1976.

DETERLINE, William A., Introducción a la enseñanza programada (Tr. Emilio Sierra) Ed. Troquel, Buenos Aires, Argentina, 1979.

DOBB, Maurice, Estudios sobre el capitalismo, Ed. Siglo XXI, México, 1983.

DORFLES, Gillo, Símbolo, comunicación y consumo (Tr. María R. Vitale) Ed. Lumen, Barcelona, España, 1968.

DUCROCO, Albert, Descubrimiento de la cibernética (Tr. Anna P. de Bonfanti), Ed. Compañía Fabril, Buenos Aires, Argentina 1978.

DURKHEIM, Emilio, Las reglas del método sociológico, Ed. La Pleyade, Buenos Aires, Argentino, 1980.

ESTABLET, Roger, Et al., La escuela capitalista, Ed. siglo XXI, México, 1980.

ESTABLET, Roger, El fracaso escolar, Ed. Cultura Popular México, 1978.

EGO, Umberto, "Apocalípticos e integrados" en el Viejo Topo Barcelona, España, 1982.

FUGGHS, Walter R., El libro de los nuevos métodos de enseñanza, Ed. Omega, Barcelona, España, 1973.

FREIRE, Paulo, Cartas a Guinea a Bissau. Experiencia de un proceso educativo, México, Ed. Siglo XXI, 1980.

FREIRE, Paulo, Pedagogía del oprimido, Ed. Siglo XXI, México, 1980.

FREIRE, Paulo, Extensión o comunicación. La concientización en el medio rural, Ed. Siglo XXI, 1979.

GAGNE, Robert M., Las condiciones del aprendizaje, Ed. Aguilar, Madrid, España, 1971.

GTRARDI, E. Educación integradora y educación liberadora, Ed. Lumen, 1980.

GREEN, Donald, R., Psicología de la enseñanza, Ed. UTEHA México, 1966.

GREEN, Edward J., El proceso del aprendizaje y la instrucción programada, Ed. Troquel, Buenos Aires, Argentina, 1967.

KASAMIAS, Andreas M. y MISSIALAS, Byron G., Tradición y cambio en la educación. Estudio comparativo, Ed. UTEHA, México, 1978.

KAY, Harry et al., La técnica de la instrucción programada, Ed. Paidós, Buenos Aires, Argentina, 1970.

KERR, Clark, La sociedad multidimensional: Marshall, Marx y la época actual, Ed. Guadiana, Madrid, 1970.

KLAUS, David J., Técnicas de individualización e innovación de las enseñanzas, Ed. Trillas, México, 1972.

KLEINE, Morris, El fracaso de la matemática moderna. ¿por qué Juanito no sabe sumar?, Ed. Siglo XXI, México, 1978.

KOLMAN, E., ¿Qué es la cibernética?, Ed. Quetzal, Buenos Aires, Argentina, 1966.

LADRIERE, Jean, Filosofía de la cibernética, Ed. Humanismo Buenos Aires, Argentina, 1972.

LAMERAND, R., Teorías de la enseñanza programada y laboratorio de idiomas, Ed. Cragua, Madrid, España, 1971.

LANDA, L.N., Cibernética y pedagogía, Ed. Labor, Barcelona, España, 1972.

LANDGREBE, Ludwig, La filosofía actual, Ed. Monte Avila, Caracas, Venezuela, 1970.

LUMSDAINE, Arthur, et al., Instrucción programada y máquinas de enseñar, Ed. Humanistas, Buenos Aires, Argentina, 1965.

MAGER, Robert F., Objetivos para la enseñanza efectiva, Ed. Salesiana, Caracas, Venezuela, 1962.

MARCUSE, Herbert, El hombre unidimensional, Ed. Seix Barral, Barcelona, España, 1972.

MC LUHAN, Marshal, La comprensión de los medios como las extensiones del hombre, Ed. Diana, México, 1969.

MEDINICK, Sarnoff, Aprendizaje, Ed. UTEHA, México, 1965.

MIALARET, Gastón, Psicopedagogía de los medios audiovisuales en la enseñanza primaria, Ed. Sudamericana, Buenos Aires, Argentina, 1968.

MARX, Karl, El capital (en 8 volúmenes), Ed. Siglo XXI, México, 1984.

MARX, Karl y ENGELS, Federico, OBRAS ESCOGIDAS en tres tomos, Ed. Progreso, México, 1978.

MONTMOLLIN M., Enseñanza programada, Ed. Morata, Madrid, 1966.

MURRAY, Neville, Cibernética, Ed. Herder, Barcelona, España, 1967.

NOVIK, Ilia B., Sociología, filosofía y cibernética, Ed. Platina, Buenos Aires Argentina, 1967.

NEFF, Frederik C., Filosofía y educación, Ed. Troquel, Buenos Aires, Argentina, 1968.

PALLOIX, Christian, Las multinacionales, Ed. Siglo XXI

México, 1981.

PERKINS, James A., La universidad en transición, Ed. UTEHA, México, 1967.

PIAGET, Jean, El estructuralismo, Ed. Proteo, Buenos Aires Argentina, 1968.

PIAGET, Jean, La formación del símbolo en el niño, Alianza editorial, Madrid, España, 1978.

PIAGET, Jean, Biología Y conocimiento, Ed. Siglo XXI, México, 1980.

PIAGET, Jean, Seis estudios de psicología, Ed. Seix Barral, Barcelona, España, 1973.

PLANQUE, Bernard, Máquinas de enseñar, Ed. Plaza y Janes, Barcelona, España, 1970.

POCZTAR, Jerry, Theries et pratique de l'enseignement pro  
fé, Ed. Unesco, París, Francia, 1971.

RONSENSTEIN, Allen B. et al., Las comunicaciones en la ingeniería, Ed. Herrero Hermanos, México, 1970.

ROSSI, Peter H, y BIDDLE Bruce J., Los nuevos medios de comunicación en la enseñanza moderna, Ed. Paraninfo, Madrid, 1968.

RUBENS, F.M., Enseñanza programada y el estudio de su didáctica, Ed. Paidós, Buenos Aires, Argentina, 1970.

RUSSEL, Bertrand, et al., Ideas que hicieron nuestro tiempo, Ed. Monte Avila, Caracas, Venezuela, 1970.

RUSSEL, Bertrand, Fundamentos de filosofía, Ed. Plaza & Janes, Barcelona, España, 1971.

RUSSEL, Bertrand, Nuevas esperanzas para un mundo en transformación, Ed. Hermes, Buenos Aires, 1964.

SHANON, Claude E. y WEVER, Warren, The mathematical theory of communication, (Illim Books- B 13) University of Illinois Press, Urbana Illinois, 1969.

SHARDAKOV, M.N., Desarrollo del pensamiento en el escolar,

Ed. Grijalbo, México, 1968.

SILVERMAN, Robert, Enseñanza programada. Como preparar un programa, Ed. Pax, México, 1972.

SING, Jaglit, Ideas fundamentales sobre la teoría de la información, del lenguajes y de la cibernética, Ed. Alianza, Madrid, 1972.

SKINNER, B. F., Más allá de la libertad y la dignidad, Ed. Labor, Barcelona, España, 1972.

SKINNER, B. F., Tecnología de la enseñanza, Ed. Labor, Barcelona, 1970.

TIRADO Benedi, Domingo, El problema de los fines generales de la educación y de la enseñanza, Fernández editores, México, 1967.

T.R.C., Educación y tecnología. Un diseño para la experiencia, Ed. El ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1967.

Vilar, Pierre, Crecimiento y desarrollo, Ed. Ariel, Barcelona, España, 1970.

VILAR, Pierre, et al., Estudios sobre el nacimiento y desarrollo del capitalismo, Ed. Ayuso, 1972.

VILLORO, Luis, Creer, saber y conocer, Ed. Siglo XXI, México, 1983.

VILLORO, Luis, La mezquita azul. Una experiencia de lo otro en Vuelta No. 106, Septiembre de 1985.

WEBER, Max, Economía y Sociedad, Ed. Fondo de Cultura Económica, 1968.

WEBER, Max, La ética protestante y el espíritu del capitalismo, Ed. Laia, Madrid, España, 1978.

WEATHERFORD, Willis D. et al., Fines de la educación superior, Ed. UTEHA, México, 1963.

WIENER, Norbert, Cibernética, Ed. Guadiana, Madrid, España, 1971.

WIENER, Norbert, Cibernética y sociedad, Ed. Sudamericana, Buenos Aires, Argentina, 1969.

ZAVALETA Mercado, René, Clase y conocimiento, en Historia y Sociedad No. 6, 1976.

INDICE

Prólogo.....I

Introducción.....IV

1.-Evolución de las teorías del aprendizaje y la tecnología  
de la enseñanza.....0

1.1.-Esbozo de las teorías del aprendizaje.....0

1.2.-Diversos tipos de aprendizaje.....3

1.2.1.-Aprendizaje como estímulos de ensayo y error.....3

1.2.2.-Aprendizaje con aprensión Gestalt (Insight).....4

1.2.3.-Aprendizaje como conducta consciente e inconsciente...5

1.2.4.-Aprendizaje como conducta operante.....7

1.2.5.-Aprendizaje y procesos neuroquímicos.....9

1.3.-Aprendizaje y objetivos.....11

1.4.-Aprendizaje y procesos cognoscitivos (intuición y análisis).....14

1.5.-El aprendizaje programado.....17

1.5.1.-Algunas referencias o astécnicas del aprendizaje pro  
gramado.....17

1.5.1.1.-Estados Unidos.....17

1.5.1.2.-Francia.....20

1.5.1.3.-Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.....20

2.-Cibernética y tecnología de la educación.....22

2.1.-¿Qué es la cibernética.....22

2.2.-Transmisión y codificación de la información.....29

2.3.-El concepto de sistema controlado.....33

2.4.-La tecnología de la educación y la cibernética.....35

3.-Pedagogía cibernética y teoría de la información.....37

3.1.-Modelos de la pedagogía.....37

3.1.1.-El algoritmo de la enseñanza .....	42
3.2.-La teoría matemática de la información y su incorporación a las ciencias de la educación.....	43
3.3.-La constitución de contextos de aprendizaje.....	53
3.3.1.-El problema de la evaluación.....	63
3.3.2.-La investigación aplicada.....	65
4.-Un modelo para la interpretación de los fines y valores de la educación.....	71
4.1.-El modelo.....	71
4.1.1.-El componente axiológico-teleológico.....	72
4.1.2.-El componente investigación y docencia.....	75
4.2.-El componente servicio y el medio económico-político social.....	79
5.-Elementos para la formulación de una filosofía de la planificación.....	83
5.1.-Tecnología y desarrollo.....	83
5.2.-Algunas ideas filosóficas para la planificación educativa.....	86
6.-Consideraciones para una proposición.....	100
6.1.-Transferencia tecnológica y dependencia.....	100
6.2.-Una proposición.....	104
6.3.-Conclusiones y perspectivas.....	109
Bibliografía.....	111