



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ A R A G O N ”

“ EL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO  
DIDACTICO ”

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de:  
**LICENCIADO EN PEDAGOGIA**

**Presenta:**  
**LIGIA ESCARTIN CUEVAS**

MEXICO, D.F.

1987

8  
2ej.



## **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.

# I N D I C E

PAG.

## CAPITULO I. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION

INTRODUCCION .....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	2
1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4 OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
1.5 TIPO DE INVESTIGACION Y METODOLOGIA.....	
CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	8

## CAPITULO II. CONTEXTO HISTORICO Y SOCIAL DEL DESARROLLO DEL ORDENADOR

2.1 ORIGEN DE LOS ORDENADORES.....	11
2.2 CONSECUENCIAS SOCIALES DEL DESARROLLO DE LOS ORDENADORES EN LA EPOCA ACTUAL.....	24
2.2.1 Automatización y desempleo.....	25
2.2.2 Automatización y tiempo libre.....	27
2.2.3 Automatización y educación.....	31
2.2.4 Automatización y política.....	33
2.3 INCORPORACION DE LOS ORDENADORES EN LAS ESCUELAS....	
CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	36

## CAPITULO III. SISTEMAS DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR COMPUTADORA (EAC) Y LAS CORRIENTES PSICOLOGICAS DE LA INSTRUCCION QUE LAS FUNDAMENTAN

3.1 SISTEMA STANFORD/CCC (Corporación de Currícula por Computadora).....	48
--	----

3.1.1	Origen.....	48
3.1.2	Características.....	49
3.1.3	Ejemplos de Lección Stanford/CCC.....	50
3.2	SISTEMA PLATO.....	55
3.2.1	Origen.....	55
3.2.2	Características.....	55
3.2.3	Ejemplos de Lección Plato.....	60
3.3	FUNDAMENTACION PSICOLOGICA DE LOS SISTEMAS STANFORD/CCC Y PLATO.....	64
3.3.1	Origen de la corriente conductista.....	64
3.3.2	Principios básicos de la teoría de Skinner...	66
3.3.3	Vinculación.....	
3.4	SISTEMA SOLO.....	78
3.4.1	Origen.....	78
3.4.2	Características.....	79
3.4.3	Organización de los programas instrucción- les.....	80
3.4.4	Ejemplos de Lecciones SOLO.....	83
3.4.5	Fundamentación Psicológica del Sistema SOLO..	85
3.5	Sistema LOGO.....	91
3.5.1	Origen.....	91
3.5.2	Características.....	91
3.5.3	La Teoría LOGO.....	93
3.5.4	Lenguaje LOGO.....	93
3.5.5	Ejemplos de Lecciones LOGO.....	99
3.5.6	Fundamentación Psicológica del Sistema LOGO..	104
3.6	CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR COMPUTADORA.....	
	CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	109

CAPITULO IV. CONCEPTO DEL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO  
DIDACTICO

4.1	USOS DEL ORDENADOR EN LA EDUCACION.....	120
4.2	ELABORACION DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS POR COMPUTADORA.....	129
4.3	LA FORMACION DE LOS DOCENTES PARA MANEJAR LAS COMPUTADORAS EN EL AULA.....	135
4.4	CRITERIO PEDAGOGICO PARA LA INTRODUCCION DE LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACION.....	140
4.5	VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL USO DE LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACION.....	147
	CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	153

CAPITULO V. PROYECTOS Y EXPERIENCIAS REALIZADAS CON  
COMPUTADORAS EN EL CAMPO DE LA EDUCACION  
EN MEXICO

5.1	NIVEL EDUCACION ESPECIAL.....	156
5.2	NIVEL EDUCACION PREESCOLAR.....	163
5.3	NIVEL EDUCACION PRIMARIA.....	166
5.4	NIVEL EDUCACION SECUNDARIA.....	179
5.5	NIVEL EDUCACION MEDIA SUPERIOR.....	180
5.6	NIVEL EDUCACION SUPERIOR.....	183
	CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	184
	CONCLUSIONES.....	186
	CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	192
	BIBLIOGRAFIA GENERAL.....	193

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION

#### INTRODUCCION

La elección del tema, "EL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO DIDACTICO" nació del interés por conocer en qué medida estos instrumentos se pueden utilizar como apoyo en el proceso de enseñanza; de cuáles son los motivos para ser utilizados, cómo un sistema de enseñanza asistido por ordenadores, puede ser una alternativa de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje con respecto a docentes y alumnos; conocer cuales han sido los objetivos y problemas que se desprenden de la utilización de un sistema de este tipo, y cuáles son los enfoques psicológicos—pedagógicos que adoptan esta tecnología para iniciar investigaciones y proyectos que permitan identificar los problemas educativos que puedan ser resueltos o minimizados a través de la utilización de estos instrumentos.

La finalidad de este estudio es proporcionar el criterio pedagógico para utilizar los ordenadores en el campo educativo. Para esto, se analiza a lo largo de este trabajo el desarrollo de los ordenadores dentro del campo educativo, desde los puntos de vista histórico, social y tecnológico, sus aplicaciones y la revolución tecnológica que involucra.

Al finalizar este análisis se elabora una propuesta psicopedagógica que aclarará el porqué, para qué y el cómo utilizar los ordenadores en la educación.

Es importante notar en este trabajo la relevancia de la incorporación de los ordenadores en el campo educativo.

debido a los avances tecnológicos en esta rama y en su utilización en oficinas, laboratorios, bancos, etc., como instrumento que eficientiza o acelera las actividades que requieren de mayor tiempo y mano de obra calificada.

Consideramos que no es factible ignorar la existencia de los ordenadores dado que estos proporcionan beneficios en tareas administrativas, científicas y educativas. Así, la educación forma parte importante del desarrollo cultural y tecnológico de nuestros días y por ende debe dar respuestas o alternativas de solución ante los avances y crecimiento de información social, cultural y tecnológico.

El papel que juega la educación en este orden de ideas es el de investigar, practicar o desarrollar métodos más eficientes en el proceso de enseñanza. Crear métodos educativos en los cuales puedan utilizarse metodologías computacionales que ayuden o revelen información sobre las condiciones psicopedagógicas del ser que aprende frente a un ordenador.

El presente trabajo nos ayuda a entender la relevancia de la tecnología computacional en el desarrollo y crecimiento social e intelectual de nuestra época. Así como la relación que puede existir con la educación. Por tanto, consideramos que el conocer la relación que existe entre el desarrollo de los ordenadores y la educación es un tema interesante sujeto a consideración y revisión por parte de las personas relacionadas o interesadas en nuevas alternativas que ayuden al mejoramiento de la educación.

## I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

El estudio y difusión que ha venido desarrollándose a lo largo de aproximadamente 40 años, ha tenido un gran impac-

to en los campos administrativo, económico, científico y laboral, posibilitando ambientes de trabajo más ricos en cuanto a creatividad y rapidez.

En el ambiente educativo se han realizado trabajos experimentales con el ordenador, esto ha provocado diversos puntos de vista sobre su utilización. Por tanto es conveniente que maestros, pedagogos o psicólogos consideren llevar estudios sobre este tema, tomando en cuenta que los avances culturales, científicos y tecnológicos son cada vez más sofisticados. La educación forma parte de este desarrollo por tanto es necesario no dejarla al margen de este crecimiento.

La utilización de los ordenadores en el campo educativo presenta dos tipos de implementación., a) como instrumento de cálculo y b) como medio educativo. Como instrumento de cálculo, significó un fuerte apoyo a la educación superior e investigación, reduciendo el tiempo consumido en cálculos largos y tediosos. Como medio educativo, ha tenido un desarrollo menor, pues requiere de mayores adelantos y sobre todo, de experimentación de ideas y modelos pedagógicos que orienten su uso más allá de la mera aplicación de técnicas computacionales.

No obstante, a la fecha existen múltiples experiencias en la introducción de microcomputadoras en la educación de diferentes países. Sin embargo, no existe una estrategia única válida para todos, ni están resueltos todos los problemas sociales que acarrea esta incorporación al campo educativo. De hecho, existen dos problemas básicos que requieren solución: primero, el desarrollo de lineamientos para producir programas educativos por computadora acordes a los objetivos educativos de cada país y segundo, los problemas sociales tales como, falta de recursos económicos, alimentación, crecimiento de

población escolar, etc.

Ante las experiencias realizadas en otras naciones, nuestro país debe definir las estrategias para incorporar este nuevo medio educativo en concordancia con las necesidades y objetivos de cada nivel educativo.

Desde este panorama el problema a investigar en este trabajo es el de llegar a esclarecer mediante un análisis descriptivo, el ¿por qué? del auge de los ordenadores, los antecedentes del uso del ordenador en la educación, (impacto y difusión), los modelos utilizados en la enseñanza asistida por ordenadores y finalmente, se elabora un criterio psicopedagógico para introducir los ordenadores en la educación.

## I.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Una de las razones que permiten reflexionar sobre el uso del ordenador como instrumento didáctico es la consideración de que últimamente se ha visto que los ordenadores han invadido de manera acelerada los sectores administrativo, económico, científico, doméstico y de la inversión. Sin embargo, esta irrupción de los ordenadores ha creado, la necesidad de pensar, investigar e idear formas y técnicas para incorporar los ordenadores en el campo educativo.

Los fines de esta incorporación son varios y distintos, cada uno de ellos responde a necesidades e intereses educativos; tales como, solucionar problemas de organización de información, de evaluación del aprendizaje, de investigación educativa y de hacer de estos instrumentos apoyos didácticos eficientes para dar una mejor información o para hacer de ellos instrumentos de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, esta incipiente necesidad, hace reflexionar y preguntarnos si realmente el ordenador es una necesidad social o simplemente representa una presión de los monopolios que han hecho creer que el uso del ordenador será imprescindible para el crecimiento y desarrollo cultural, tecnológico, político y económico de las sociedades en general.

Desde esta perspectiva la introducción de los ordenadores en las escuelas se ha convertido en un tema más sobre el que hay que reflexionar y en el que existen varias inquietudes tanto en los que defienden y promueven su uso, como en los que tienen sus reservas con respecto a si son instrumentos indispensables para el futuro.

Las investigaciones realizadas en este sentido, nos demuestran que aún falta un largo camino por recorrer, pues si bien es cierto que el tema de los ordenadores en el campo educativo ha logrado inquietar a muchos investigadores educativos, maestros, psicólogos y pedagogos, también es cierto que ha logrado hasta el momento pequeños acercamientos y logros mínimos en este campo.

Una segunda razón que hace relevante el estudio de este problema es el de esclarecer la dinámica que se establece entre el desarrollo social y educativo, pues el desfase entre estos dos es cada día más extenso, es decir, generalmente se observa que el avance social y científico avanzan vertiginosamente, con nuevos inventos, aparatos eléctricos cada vez más sofisticados y, por último, con un aumento cada vez mayor de contenidos culturales. Todo esto en contra posición con el hecho de que en las escuelas no se ha visto un desarrollo o cambio trascendente ni en su estructura ni en su función, lo cual significa una brecha entre ambos sistemas.

Todo lo anterior hace que reflexionemos sobre los beneficios y desventajas que implica el seguir utilizando la tecnología que actualmente se maneja en la educación, es decir, T.V., proyectores, cine, aparatos de video, etc. No se puede negar que este tipo de tecnología utilizada para cierto tipo de enseñanza y contenidos es útil para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, hay que pensar en ellos como tecnología que en un futuro no muy lejano representará a una tecnología atrasada y quizás obsoleta para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por todo lo anterior, es necesario que reflexionemos sobre este tema para poder esclarecer en qué medida el ordenador puede o no competir con los medios tecnológicos que utiliza actualmente la educación y hacer una valoración sobre las ventajas y desventajas de su utilización en las escuelas.

Una tercera consideración, es que la escuela debe favorecer en primer lugar, la integración y adaptación del sujeto a la sociedad de una manera flexible, proporcionándole los medios culturales que le permitan llegar a tener una visión clara de su entorno. En consecuencia, la escuela hoy por hoy debe tratar de fomentar los cambios necesarios que contribuyan al uso adecuado e inteligente del ordenador. No se puede pensar que el ordenador por sí sólo favorecerá o modificará la instrucción y el aprendizaje de los alumnos, sino que, el uso del ordenador debe ser considerado como un apoyo más que recibirán tanto el maestro como el alumno, la utilización adecuada de este instrumento necesitará profesores con una mentalidad abierta y responsable de su quehacer docente.

¿De dónde se obtendrán estos maestros? La respuesta implica cambios profundos en la formación de los docentes, sin embargo esto es un aspecto político-educativo y no técnico,

lo cual significa que los problemas a resolver de entrada, son muchos y difíciles, por tanto, implementar cambios y modificar errores implica adoptar tecnología nueva, revisar intereses y necesidades acordes a nuevas situaciones educativas.

Por otra parte, se pretende con este trabajo contribuir a esclarecer los diferentes usos del ordenador en la educación, su forma de aplicación y proponer un criterio pedagógico para la instrumentación de un sistema de enseñanza asistido por ordenador y, finalmente describir y clasificar los diferentes proyectos que han sido realizados sobre el uso del ordenador en la educación en México.

### 1.3 OBJETIVO GENERAL

Analizar de forma detallada los antecedentes históricos, teórico, social, psicológico y pedagógico que ha originado la utilización del ordenador en la educación, así como, elaborar un criterio pedagógico para utilizar el ordenador en la educación y describir los diferentes proyectos y experiencias realizadas con ordenadores en el campo educativo en México.

### 1.4 OBJETIVOS PARTICULARES

a) Conocer el contexto teórico-histórico y social del desarrollo del ordenador.

b) Analizar las corrientes psicológicas que han generado la utilización del ordenador en la educación.

c) Clasificar las corrientes psicológicas utilizadas para diseñar sistemas de enseñanza asistida por ordenador.

d) Esclarecer el concepto del ordenador como instrumento didáctico y criterio psicopedagógico para el diseño de sistemas de enseñanza asistido por ordenador.

e) Describir los diferentes proyectos de enseñanza asistida por ordenador que se han implementado en México.

f) Elaborar conclusiones finales en base al análisis de la información total de este trabajo.

### 1.5 TIPO DE INVESTIGACION Y METODOLOGIA

El tipo de investigación utilizada en este trabajo es teórico-documental, (Rojas, S.R., 1981, p. 32) (1), acerca del contexto social en que surge la utilización de los ordenadores en la educación, sobre los tipos de sistemas diseñados de interacción alumno-ordenador, los presupuestos epistémico-psicológicos que subyacen a estos usos y por último, sobre una evaluación y propuestas para utilizar paquetes educativos diseñados para emplear el ordenador en la educación.

#### METODOLOGIA

a) Recopilar información en textos, revistas y/o documentos que traten sobre el tema, analizando información para llegar finalmente a una propuesta particular. Esto se realizará a partir de lecturas y análisis que proporcionen la información relativa al tema.

La fundamentación teórica, se basa en la teoría constructivista de Jean Piaget, consideramos que ésta nos ayudará a comprender ampliamente el tema de este trabajo, ya que uno de los puntos importantes de esta investigación es el de analizar como aprende el alumno frente a un ordenador.

La teoría constructivista del aprendizaje de J. Piaget responde a este tema, ya que se considera que la enseñanza es un proceso de apropiación del conocimiento. La manera en que el escolar se apropia y construye su conocimiento es solucionando problemas de su entorno. En este sentido, el ordenador es un medio que permite al escolar solucionar problemas transmitidos por medio de un ordenador y sistematizar procesos de razonamiento ante un problema "X". En este sentido el ordenador es un medio versátil para que el alumno reconstruya conocimientos y sistematice su modo de razonamiento. Esto es pues uno de los puntos que trataremos de comprobar en este estudio.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) ROJAS, S., Raúl. Guía para realizar investigaciones sociales. México; Textos Universitarios, 1981.- p.. 32.

## CAPITULO 2. CONTEXTO HISTORICO Y SOCIAL DEL DESARROLLO DEL ORDENADOR

### 2.1. ORIGEN DE LOS ORDENADORES

Tanto histórica como lógicamente los ordenadores, conocidos comunmente como computadoras personales, deben su existencia a muchas tradiciones precedentes. Entre éstas figuran el cálculo, la escritura, el testimonio escrito, el concepto de cantidad y la tradición técnica.

También existieron individuos cuyos nombres se perdieron en la historia quienes idearon la noción de cantidad. Quizás, antes de que surgiese la idea abstracta de cantidad existía ya una tradición secular de numeración. Los orígenes de esta presunta tradición se pierden asimismo en las tenebras de la prehistoria. Así, no se sabe con exactitud en qué momento el hombre empezó a servirse de instrumentos en el cálculo de medidas cuantitativas, ni conocemos el aspecto de los contadores más primitivos. Sin embargo, la lógica de los números, en su forma rudimentaria probablemente se utilizaba ya en los albores de la civilización, aplicándola a la actividad de contar. Esta parece haber estado bien desarrollada en el tiempo en que se perfeccionó la escritura durante el segundo milenio a. de c.

Para ayudar a contar y a calcular también se utilizaron corrientemente aparatos que no se basaban en la escritura. Estos instrumentos aparecieron y se desarrollaron con independencia de la tradición escrita. "Tanto en el caso de que las formas más primitivas de éste método fueran muescas en un

palo, marcas en una piedra, nudos a lo largo de una fibra vegetal, como en el caso de que fuese algún otro tipo de instrumento parecido, el hecho es que contribuyeron a calcular con más rapidez y mayor exactitud, a la vez que proporcionaron una técnica más elaborada y potente." Pylyshyn, Z. 1975, p. 34. (1)

Sin embargo, se ignora durante cuanto tiempo estuvo en uso el método de contar con piedrecillas, palos o varillas. Todos estos procedimientos se complican cuando surgen objetos de colores o formas distintas, como una tabla, pizarra o tablilla (abax en griego) que puede marcarse o ser utilizada como plataforma para colocar fichas o cuentas. Este método, no debe confundirse con aquéllas técnicas de cálculo en que interviene la escritura, pues aunque éstas se entremezclan en su utilización no por ello pierden su identidad como técnicas distintas que se apoyan sobre principios diferentes.

Este artificio (abax) en su forma más simple, consiste en una bandeja cubierta de polvo o arena, en donde se van haciendo surcos, o de un tablero de madera con hendiduras talladas, en las que se representan los números poniendo piedrecillas en las hendiduras; se ponen tantas piedras en la primera como unidades haya que representar, en la segunda tantas como decenas, y así sucesivamente. Los objetos se cuentan colocando, por cada uno, una piedra en la primera ranura, se quitan, poniendo una sola en la segunda ranura, etc.

El ábaco es uno de los hitos de las primeras civilizaciones y se utilizó en tantas culturas, y tan distantes, que muchos autores creen que fué inventado independientemente en varios centros culturales. Se usó en todo el mundo mediterráneo del primer milenio a. de C. Al otro lado del mundo

los españoles al desembracar en América, encontraron que el instrumento se usaba comúnmente en las civilizaciones precolombianas de México y Perú.

La forma azteca de ábaco era un conjunto de varillas paralelas sujetas a una pieza de madera, en las que se podían ensartar unas cuentas. A su vez, en Roma, se utilizaron varios tipos de ábaco, que disponían de ranuras adicionales para facilitar la suma de fracciones.

Los rusos también introdujeron innovaciones y mejoras al ábaco, ellos utilizaban alambres fijos en un bastidor rectangular y 10 ó posiblemente 9 cuentas permanentes ensartadas en cada alambre.

En China, en tiempos de Confucio, el ábaco empleaba varas de bambú en lugar de piedras o cuentas; se ha seguido utilizando en Corea hasta tiempos recientes. La forma moderna de ábaco chino es el "suanpan" éste se generalizó hacia el siglo XII d. C. El tablero está dividido por una varilla en dos zonas llamadas "cielo" y "tierra". En una de las zonas se encuentran dos cuentas y en la otra cinco. Una cuenta de cielo equivale a cinco, mientras una de tierra vale uno. Los cálculos se realizan moviendo las cuentas en sentido contrario a la varilla o hacia ella. La regla es que una cuenta tiene valor numérico sólo cuando está junto a una de las varillas.

Este tipo de instrumentos, son los que crean la tradición aritmética de la antigüedad. Siguiendo esta tradición aparecen figuras como Blaise Pascal, (1623-62) quién retomando la tradición aritmética construye una serie de ruedas contadores dentadas para totalizar cantidades, al hacerlo, demuestra el fenómeno histórico de convergencia. Pues a él le tocó

reunir de manera especial y original, la tradición del modelo de engranajes en serie, procedente de la antigüedad y la tradición del cálculo aritmético.

"Al igual que el ábaco en cualquiera de sus formas, la sumadora de Pascal es una calculadora que proporciona sumas significativas mediante la aplicación del principio de notación por valor posicional". (Ibidem, p. 36) (2). Es decir, como hemos visto la operación básica de todo cálculo digital es contar objetos determinados.

En el caso del ábaco eran cuentas; en las calculadoras mecánicas son dientes de una rueda dentada o ranuras de un segmento. Así, una sumadora mecánica, reducida a sus elementos más simples, se compone de un grupo de ruedas registradas de datos y un grupo de ruedas de resultados dispuestas de modo que cada rueda registradora esté conectada a su correspondiente de resultados por medio de un dispositivo de gatillo, y que cada par de ruedas de resultados adyacentes está asociada por un mecanismo de arrastre de decenas, como el dispositivo de engranaje desmontable.

La primera calculadora de éste tipo se atribuye como ya se mencionó al filósofo y técnico Blaise Pascal. Algunos de sus modelos se conservan en París. En 1642 terminó su primer aparato, que había proyectado a la edad de 17 años, con el fin de ayudar a su padre que era recaudador de contribuciones. La máquina de Pascal era, en esencia, una sumadora; la multiplicación tenía que tratarse como sumas reiteradas, registrando por separado el número a sumar en cada paso.

El siguiente paso importante se debe a Leibniz (1646-1716). Basándose en las ideas de Pascal diseñó, casi treinta años después (1671), una sumadora que multiplicaba. Esta

es descrita por su creador como una máquina que tiene dos partes, una diseñada para la suma (o la resta) y otra para la multiplicación (o división). El mecanismo de sumar coincide exactamente con la caja de calcular de Pascal. Sin embargo, hay que añadir algo respecto de la multiplicación. Las reglas del multiplicador son todas del mismo tamaño, iguales que las de la suma, y están provistas también de dientes, pero estos son variables, pudiendo hundirse para que una vez sobresalgan cinco, otra seis y así, sucesivamente, según el multiplicando a repetir.

Por ejemplo, el multiplicando 365 está compuesto de tres dígitos 3, 6 y 5, debe utilizarse el mismo número de ruedas, en las que se pondrán el multiplicando. En la rueda derecha sobresaldrán 5 dientes en la de en medio 6 y en la de la izquierda 3. Para hacer esto fácil y rápidamente se requiere de un dispositivo especial. Este dispositivo, conocido como la rueda escalonada de Leibniz, es el elemento característico del diseño. Se utiliza todavía en algunas máquinas de calcular actuales, en la misma forma establecida por Leibniz. Esta rueda escalonada consiste en un tambor cilíndrico con nueve varillas de longitud variable. Una rueda de piñón, más pequeña, engranada con un número de dientes que varía según su posición. Las dos ruedas están montadas sobre ejes paralelos y la rueda del piñón puede desplazarse a lo largo del suyo, por medio de una palanca.

Se han dado pues los pasos decisivos, por Pascal y Leibniz en el siglo XVII. Desde entonces, la historia muestra una constante mejora del modelo descrito para conseguir más comodidad, mayor velocidad y más exactitud para contar.

Durante el siglo XVII fueron muchos los intentos de diseñar una máquina que se pudiera fabricar en cantidad, Por ejemplo Pascal y Leibniz, pero el grado de precisión del mecanismo exigía más de lo que las técnicas de ingeniería de producción de aquel tiempo podían proporcionar.

Finalmente, los progresos que se hicieron en el campo de la ingeniería y de las máquinas calculadoras dieron lugar, especialmente en el siglo XIX, a una compleja tradición técnica la de la calculadora de mesa.

Esta tradición hizo posible la aparición de las complicadas calculadoras actuales. Aquí nos encontramos con muchas mentes originales. Un innovador, espectacular y técnico fue el británico Charles Babbage (1792-1871), quien construyó una especie de calculadora-sumadora a la que llamó MAQUINA DE DIFERENCIAS. Esta, fué concebida para calcular el cubo de un número cualquiera, sumando términos ya existentes para obtener nuevos números y, sumando éstos, obtener diferentes y así sucesivamente.

En 1832, Babbage perdió el interés por la MAQUINA DE DIFERENCIA, aunque el proyecto no fué abandonado totalmente hasta diez años después. Su imaginación se había incitado con un esquema mucho más ambicioso, para la construcción de lo que llamó MAQUINA ANALITICA. Esta máquina tampoco llegó a construirse y, no obstante, las ideas de Babbager son del mayor interés actual, en tanto la máquina analítica fué concebida como un computador universal completamente automático, con todos los elementos esenciales que ésta necesita. Entendemos como computador universal el que está preparado para realizar cualquier tipo de cálculo.

Este tipo de máquina, estaba comprendida por varios

elementos característicos que la definen como un computador automático para usos generales, estos son:

1. Una memoria para almacenar los números, tanto los que constituyen la información del problema como los generados en el curso de las operaciones de cálculo.

2. Una unidad aritmética, dispositivo para realizar operaciones aritméticas con aquéllos números.

3. Una unidad de control, dispositivo para hacer que la máquina ejecute las operaciones en la secuencia correcta.

4. Elementos de entrada, por los que se suministran a la máquina números e instrucciones de operación.

5. Elementos de salida, para mostrar los resultados de un cálculo.

La máquina analítica nunca se terminó, pero Babbage siguió trabajando en ella hasta su muerte en 1871. El problema que obstaculizaba la construcción de ésta máquina estaba en que los esquemas de Babbage eran demasiado ambiciosos y las técnicas de ingeniería de precisión, a mediados del siglo XIX, no estaban preparadas para satisfacer sus demandas. Entonces hasta una sencilla calculadora de mesa distaba mucho de la perfección y no se podía construir en grandes cantidades.

La historia pasa ahora a América, donde tuvo lugar el siguiente adelanto de importancia, unos veinte años después de la muerte de Babbage. Se trata de la invención de las máquinas calculadoras de tarjeta perforada de Herman Hollerith. El inició la tarea de construir un equipo apropiado para termi-

nar la clasificación de un censo de 1880, era evidente que con los medios de que se disponía el trabajo no quedaría terminado para 1890, fecha del siguiente censo. Hollerith, comprendió que la solución estaba en algunas medidas de mecanización. Al estar familiarizado con el sistema de control de fichas utilizado en los telares de Jacquard, se dió cuenta de que la contestación a muchas de las preguntas del censo, que son del tipo de sí y no, podían representarse con la presencia o ausencia de perforaciones en una determinada posición de una ficha de las de Jacquard.

Las contestaciones a preguntas más complejas (cuantos años tiene), podían representarse en código por la presencia o ausencia de perforaciones en un grupo de posiciones.

También se dió cuenta de que las posiciones de las perforaciones de una ficha podían ser detectadas por medios eléctricos. La presencia de una perforación permitiría el paso de una corriente eléctrica, la ausencia la interrumpía. Hollerith, con dispositivos que funcionaban sobre esta base, experimentó en la clasificación y recuento principales operaciones censales y algunas de sus máquinas se utilizaron ya en los Estados Unidos para analizar el censo de 1890. Desde entonces el progreso fué rápido, el campo de acción de las máquinas de Hollerith se extendió hasta tratar la mayoría de las operaciones aritméticas de oficina. Durante los últimos cincuenta años, el equipo de tarjeta perforada se ha aplicado al comercio, la industria y administración y, en menor medida a cálculos científicos y técnicos.

Un equipo clásico de tarjeta perforada consta de un conjunto de máquinas independientes, cada una de las cuales puede realizar un sólo tipo de operación, o un corto número de operaciones relacionadas. La información a tratar se perfo-

ra en tarjetas de tipo general, que aún se llaman, a menudo, tarjetas de Hollerith. (Estas tarjetas se usan también como archivo permanente de información).

Siguiendo con el desarrollo de los ordenadores, aparecen las computadoras automáticas. La máquina de calcular de uso general fué concebida en Inglaterra en 1832, por fin el sueño de Babbage vió la luz en Cambridge, Massachusetts ciento doce años más tarde.

Howar H. Aiken, en 1937, tuvo la idea de utilizar las técnicas y elementos de las máquinas de tarjetas perforada para producir una calculadora completamente automática. A este fin se dirigió a la International Business Machines Corporation (I.B.M.), uno de los mayores fabricantes de equipo de tarjeta perforada. El resultado de su colaboración fué la Automatic Controlled Calculator. (A.S.C.C.) que se terminó en 1944 y fué presentada en la Universidad de Harvard en agosto de ese mismo año.

Las instrucciones de operación se daban a la A.S.C.C., por medio de perforaciones, pero no en tarjetas como propuso Babbage, sino en tiras de papel. Las perforaciones se leían eléctricamente, fila a fila y, éstas tenían 24 posiciones a perforar. La instrucción A.S.C.C. era de 24 dígitos binarios. Algunas especificaban el tipo de operación (suma, por ejemplo), otras indicaban a la máquina dónde estaban situados los operandos y dónde debían estar los resultados. Las funciones de las dos clases de tarjetas de Babbage (de operación y de variables) se combinaban en la A.S.C.C. en una sola instrucción. En esto, como en muchas otras cosas, Aiken marcó la pauta para las máquinas siguientes.

Los elementos de entrada y salida eran bastante com-

pletos, los datos salvo, las contantes dadas por interruptores se introducían en la máquina por tarjetas perforadas, y los resultados podían extraerse en tarjetas o en formatos mecanografiados. Tenían en total dos lectoras de tarjetas, una perforadora y dos máquinas de escribir. Disponía también de mecanismos especiales para encontrar el valor numérico de las funciones más corrientes, como senos, cosenos y logaritmos, las tablas de las demás funciones podían suministrarse a la máquina en cintas especiales, llamadas cintas de funciones.

Esta máquina comparada con las electrónicas, es sumamente lenta, pero tiene el mérito de ser la primera completamente automática. Permaneció en uso continuo, día y noche, en Harvard durante 15 años.

Estas máquinas formaron lo que se llamó "LA PRIMERA GENERACION DE COMPUTADORAS" utilizaban bulbos de vacío como componentes básicos de sus circuitos internos; como consecuencia eran demasiado voluminosas, consumían demasiada energía y producían tanto calor que era preciso establecer rígidos controles en cuanto al aire acondicionado y temperatura.

"No eran tan confiables como se había esperado, eran rápidas, pero no lo suficiente, y tenían capacidad de almacenamiento interno pero limitada". (Gómez, et al., 1984. p. 37). (3)

El siguiente adelanto de importancia llegó en 1946, con el primer computador digital electrónico, el E.N.I.A.C. (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Inició su trabajo práctico en el verano de 1945. Sus diseñadores fueron J.P. Eckert y J.W. Mauchey, de la escuela de Moore de electrotecnia de la Universidad de Pensylvania. Esta máquina fué diseñada para resolver problemas militares típicos:

cálculo de trayectorias de bombas y granadas.

Al decir que E.N.I.A.C. es un computador electrónico queremos significar que el almacenamiento y el proceso de los datos dentro de la máquina, así como el control de la secuencia de las operaciones, se hacía por circuitos electrónicos. Aparte de los mecanismos de entrada y salida, la máquina no tenía piezas móviles. El uso de las técnicas electrónicas permitió aumentar enormemente la velocidad de las operaciones, aunque la innovación tenía algunos inconvenientes. El E.N.I.A.C., tenía 18,000 válvulas para sus circuitos electrónicos. Mantener en perfecto estado y funcionamiento éste número de circuitos era una verdadera hazaña.

Logrado esto, se podría hacer en una hora lo que la A.S.C.C. y demás computadores automáticos no electrónicos, les llevaría una semana.

"Casi todos los computadores automáticos construidos desde 1950 han sido electrónicos, aunque la válvula ha sido sustituida, por el transistor, que a su vez dió paso a los circuitos integrados, reduciendo la diferencia y mejorando las ventajas de las computadoras existentes, así como la implementación de memorias que permitieran reducir el tamaño de las computadoras, formando así la segunda generación de computadoras" (Idem. p. 37). (4)

Así, el año de 1946 marca la meta del desarrollo del computador. Este final queda caracterizado por un invento de especial importancia por su trascendencia para los futuros avances en esta rama, es decir, el computador digital electrónico de alta velocidad para usos generales, del que se construían varios tipos para 1950.

En 1964, aparece en el mercado la tercera generación de computadoras, las cuales se caracterizan por estar compuestas de circuitos integrados monolíticos, mismos que aumentaron considerablemente su solución operacional, a la vez que incrementaron su confiabilidad y disminuyeron su costo y tamaño. Otra característica fundamental de este nuevo equipo fué la gran compatibilidad de sus componentes, lo que permitió que hubiera una gran flexibilidad en la modificación o expansión de sistemas de cómputo sin alterar los sistemas básicos.

Es importante señalar que las computadoras de esta generación se pueden utilizar, tanto para aplicaciones científicas como para negocios, con la misma facilidad, siendo las primeras computadoras de esta generación, las I.B.M. 360.

El hecho de que estas computadoras fueran caras y sólo pudieran ser manejadas por personal especializado, ocasionó que a mediados de esta década, aparecieran las minicomputadoras, las cuales proporcionaron las bases para la creación del sistema de procesamiento de datos distribuido; esto es, la asignación de tareas, en una gran organización, a pequeñas computadoras en base a su localización o al tipo de trabajo. Las minicomputadoras pueden aumentar o remplazar una computadora estandar centralizada, en un sistema de procesamiento distribuido, ya que es posible agregarles más procesadores y módulos de memoria.

Al mismo tiempo, surgen las calculadoras de bolsillo que son pequeñas computadoras que tienen su unidad automática y lógica, su memoria una unidad de entrada y salida propias.

A principios de la década de 1970, la manufactura de circuitos integrados llega a ser tan avanzada que se logran incorporar miles de componentes activos en volúmenes de una

fracción de pulgada, a esto se le llama integración a gran escala (LSI) de circuitos la cual es el siguiente eslabón de la cadena de desarrollo: bulbo/transistor/circuito integrado. Estos nuevos circuitos están más perfeccionados, por lo que han incrementado la velocidad de procesamiento interno de las computadoras.

A partir de este tipo de investigación surgen los microprocesadores, los cuales son dispositivos que tienen todas las funciones de la unidad de procesamiento central (CPU), es decir, está formado de un circuito integrado a gran escala programable. Que contiene los elementos requeridos para procesar datos codificados en forma binaria, esto es, un microprocesador puede ejecutar operaciones aritméticas y lógicas básicas, también como las operaciones del mismo tipo que ejecuta el CPU de cualquier computadora convencional.

Un microprocesador complementado con circuitos de suministro de poder, interface de control de entrada-salida y memoria, constituyen lo que es una microcomputadora.

Las microcomputadoras se diferencian de las minicomputadoras por tener tamaño de palabra más pequeño, un conjunto más limitado de instrucciones, tiempo de ciclo de memoria más lento, un menor costo, mínimo consumo de energía, y controles para aplicaciones específicas.

En la actualidad la computación continúa, prácticamente en esta generación; sin embargo, se presume que en los años ochentas, se inicien los preparativos para la construcción de una supercomputadora de quinta generación, misma que caracterizará a la década de los ochentas. (Clements, 1980. p. 8-9). (5)

Hemos visto hasta aquí, el proceso tan largo y complicado que envuelve al desarrollo del ordenador; continuando con esto existen también otras notas interesantes en cuanto a su impacto en la vida social.

Un aspecto importante en la historia del computador es su comparación con la Revolución Industrial. Esto es, la Revolución Industrial liberó al hombre de ser un objeto de trabajo, comparándolo como hombre-máquina; de manera similar la Revolución del computador le liberará de las tareas rutinarias y repetitivas de la actividad de contar.

Así, el impacto de la Revolución del ordenador puede verse en una serie de campos diferentes. La aplicación más evidente se proyecta en la ingeniería, donde los extensos cálculos a mano se hacen ahora rutinariamente por medio de ordenadores. Quizá el mayor cambio en el campo de la ingeniería está en el área de la educación, donde la disponibilidad de un computador u ordenador en gran escala ha cambiado parte de los planes de estudio.

Así, los ordenadores son un fenómeno intelectual y material de nuestra sociedad, que están y continuarán teniendo grandes efectos sobre varios campos del pensamiento humano.

## 2.2. CONSECUENCIAS SOCIALES DEL DESARROLLO DE LOS ORDENADORES EN LA EPOCA ACTUAL

El acelerado desarrollo de los ordenadores, a partir de la década de los 60's ha venido transformando a la vida social, cultural, educativa y política de nuestro tiempo. Al respecto tenemos sociedades con un alto nivel de tecnificación o automatización, como por ejemplo Estados Unidos y Japón y sociedades que apenas empiezan a tecnificarse, tales

como Venezuela, Argentina, Brasil y México entre otros.

Si pensamos, por ejemplo, que el desarrollo de la microelectrónica trae como consecuencia, avances económicos, científicos y sociales, es obvio suponer que éstos instrumentos, además de contener una gran capacidad de información, también tienen una gran capacidad de producción de conocimientos nuevos. Por otra parte, permiten al hombre tener la posibilidad de información precisa o de construir y/o experimentar nuevas ideas para ampliar aspectos de actuación y progreso social. Sin embargo, habría que hacer un paréntesis antes de continuar con esta hipótesis.

Existen evidentemente algunos conflictos o desventajas en la utilización y desarrollo de los ordenadores. Quizá algunos de ellos sean muy problemáticos para resolver dada la importancia de estos (desempleo, organización, tiempo libre, políticos, económicos, etc.) Uno de los principales problemas que acarrea el desarrollo de los ordenadores, es sin lugar a dudas la probabilidad de incremento de desempleo -aunque éste ya es un problema actual- no por eso deja de existir o de prolongarse más adelante.

### 2.2.1. Automatización y Desempleo.

Al utilizar ordenadores en industrias donde hay mayor facilidad de adecuarlas, llevará implícita una nueva visión de trabajo, dando lugar a una descalificación de amplios sectores laborales, eliminación de millones de puestos de trabajo, etc.

Aunado a esto, posiblemente se creará una división de entre el trabajo manual e intelectual y entre las tareas de decisión y ejecución.

Al trabajo complejo de una minoría concentrada en los gabinetes de estudio, en las sociedades consultoras y de ingeniería, corresponde un trabajo de supervisión sin iniciativa posible de una mayoría cada vez más amplia de trabajadores.

Así, posiblemente el empleo humano llegará a ser menor en relación con la fuerza laboral vital en aquéllos tipos de ocupación y actividades en que los ordenadores automáticos tengan la mayor ventaja comparativa sobre los humanos; el empleo llegará a ser relativamente mayor en aquellas ocupaciones y actividades en que los ordenadores automáticos tengan una menor ventaja comparativa. (Phylyshyn, 1975, p. 577)(6). Esto se debe, por una parte, al incremento constante en la cantidad de maquinaria empleada por el trabajador. En las primeras fases de la mecanización, la función primaria de la maquinaria fué sustituir la energía humana con energía mecánica.

Hasta cierto punto creciente en recientes desarrollos, otro fin ha sido sustituir a las personas en actividades de percepción y control. Es decir funciones administrativas, contabilidad, procesos de pedidos de clientes, inventarios, y control de producción, compras, etc. Así, podría pensarse que tanto fábricas como oficinas rápidamente se convertirán en complejos sistemas hombre-máquina con una gran cantidad de equipo de producción, en el caso de la fábrica y equipo de cálculo en el caso de la oficina.

Con todo esto la ventaja comparativa del hombre en la producción ha sido reducida hasta el punto en que él, ya no es una fuente significativa de energía, como fuerza, exactitud, reflejos, etc. sino que ha sido sustituido por las máquinas en la ejecución de muchas secuencias relativamente simples

y repetitivas de control de visión, coordinación de movimientos mecánicos, etc. Sin embargo, ha tenido su mayor ventaja comparativa en:

1. "El empleo de su cerebro como dispositivo flexible de usos generales para resolver problemas 2. El uso flexible de sus órganos y manos y 3. El empleo de sus piernas, en todo terreno, para hacer que éste sistema de usos generales, -sensorio-pensador-manipulador- sea utilizado siempre que se necesite". (Idem., p. 557). (7)

Sin embargo, la posibilidad de automatizar la resolución de problemas, tales como, económicos, administrativos, contables, etc., no supone necesariamente que las ocupaciones de mayor posición relativa y los que requieren más educación o capacitación van a ser las menos automatizadas.

A pesar de ello, aunque lo anterior parezca demasiado alarmante tiene una limitación que podría reducir en mucho ésta situación. Se debe considerar que esto no podrá suceder a menos que la creatividad del hombre alcance tales dimensiones que permita alcanzar tal desarrollo tecnológico. Por tanto, el conocimiento humano es el factor principal que fijará los límites de lo tecnológicamente factible.

#### 2.2.2. Automatización y Tiempo Libre.

Existen otras posibles consecuencias de éste desarrollo. Probablemente pueda admitirse que tarde o temprano el desarrollo de los ordenadores significará menos horas de trabajo y más tiempo libre para la mayoría de los hombres, también podrá admitirse que existen problemas en relación con el uso del tiempo libre que llevará tiempo en solucionarlos. Para entender esto es necesario distinguir dos etapas: el estado

del tiempo libre durante la próxima década y el estado relativamente estable en el que se supone que todo el mundo tendrá más tiempo libre y la suficiente tranquilidad para disfrutarlo.

No obstante la etapa de transición entre el actual y futuro tiempo libre es el principal problema que restaría por resolver, ésta quedará en manos de las personas que en las próximas décadas estarán presentes. Por ahora, este problema está muy alejado de nuestro presente por lo tanto no queda más que hacer unas suposiciones generales al respecto.

"En el período futuro el comportamiento y actitud de las personas estarán condicionados tanto por el desarrollo social y tecnológico, como por el carácter y el impacto de los ordenadores". Así, es importante que revisemos este panorama, para poder tener una visión más clara del impacto de los ordenadores en el desarrollo social y cultural de la sociedad. (Ibidem. p. 582). (8)

Podemos distinguir algunas de las actitudes y comportamientos de las personas que estarán presentes cuando el desarrollo de los ordenadores sea tal, que modificará gran parte de la vida social, económica, laboral y política de alguna sociedad X (consideramos aquí a las sociedades altamente tecnificadas).

Clasificaremos las actitudes en cuatro clases de tiempo libre:

PRIMERA CLASE DE TIEMPO LIBRE: Aquí se encuentra la mayoría de los que generalmente tienen antecedentes educativos muy bajos y en los que el tiempo libre ha sido comúnmente una espera de trabajo. A este grupo no le caracteriza ninguna aspiración especial o actitud positiva sobre el empleo de

su tiempo libre, puesto que la principal preocupación es encontrar trabajo y seguridad. Lo que ellos hacen con su tiempo libre es una cuestión gratuita; lo que hagan apenas contribuirá al beneficio de otros.

Por otro lado, también es dudoso que estas personas consideren su período de desempleo como tiempo libre. Para los de escasa educación, el ver la T.V., el vagar por la casa serán formas de gastar el tiempo a bajo costo en los períodos de desempleo; para otros más cultos, quizá se traducirá en esfuerzos de autoperfeccionamiento sistemático y, también, en la lectura, y la T.V.

Para muchos será tiempo consumido en arreglarcelas con desesperación dentro del estilo de vida de los desempleados.

SEGUNDA CLASE DE TIEMPO LIBRE: Una clase diferente de problemas existirá para el grupo de escasos recursos que trabajan pocas horas. Este grupo estará compuesto de personas con actitudes y comportamientos del tipo de gente que generalmente se enajena con los medios masivos de comunicación (espectáculos de masa, como fútbol, espectáculos al aire libre, televisión, etc.) y que también tienen actitudes de desinterés por el trabajo. Estas personas gustan de actividades que no necesiten o no hagan pensar y, tradicionalmente, este tipo de cosas se reflejan en el gusto por los juegos o actividades de masa.

La tendencia de este grupo será, tal vez, conseguir otro trabajo. Es razonable pensar con respecto a esto que la inseguridad general que surgirá de las medidas de cambio de trabajo y de la amenaza de los ordenadores animará a la duplicidad de empleos en vez de utilizar el tiempo libre en

entretenimientos. Si éstas personas no pueden encontrar trabajos secundarios es difícil imaginar que lleguen a hacer algo diferente con su tiempo libre de lo que hacen comúnmente, puesto que no tendrá el dinero suficiente, ni los motivos y conocimientos para buscar actividades diferentes.

TERCERA CLASE DE TIEMPO LIBRE; Los trabajadores con suficientes ingresos económicos que trabajan pocas horas forman el grupo en que generalmente se piensa cuando se habla sobre las oportunidades positivas para utilizar el tiempo libre en el mundo automatizado. Su miembros, en su mayoría, serán los trabajadores profesionales, semiprofesionales o diestros que contribuyan en su papel social a tener un buen salario pero que no serán tan extraordinarios que se necesite de ellos una semana de 40 horas.

Estas personas seguirán estudiando para aprender, con los conocimientos, dinero y acceso a nuevas actividades para su tiempo libre, es probable que hagan uso de múltiples actividades. También es probable, que éste grupo sea el principal depositario de talentos creadores y de habilidad manual.

CUARTA CLASE DE TIEMPO LIBRE: Este último grupo se compone de aquellos que probablemente tendrán poco o el mismo tiempo libre que el que tienen ahora, excepto el límite permitido por los añadidos a sus filas y por los servicios de la automatización. Parte de esta proporción relativamente pequeña de población puede arreglárcelas para que reduzca la semana de 40 horas; éstos pocos afortunados no deberían encontrar ninguna dificultad en utilizar su tiempo libre de manera productiva y creadora como los del tercer grupo (Ibidem., p. 586). (9)

Todo lo anterior hace que reflexionemos sobre la

trascendencia que podrán tener los ordenadores en las actividades sociales de cada sistema social o individuo en particular.

De hecho podemos decir que esto sólo es una breve semblanza de lo que pudiese ocurrir en una sociedad altamente tecnificada. Si consideramos que esto pudiera ser verdad, entonces estamos a tiempo de crear situaciones que ayuden a hacer de la tecnología computacional un instrumento de desarrollo de empleos, de educación, de culturalización, de comunicación, etc.

### 2.2.3. Automatización y Educación.

Al panorama anterior, cabe añadir, el papel que jugará la educación para solventar o amortiguar el cambio. Así, es pertinente pensar entre los muchos factores que contribuyen a la estabilidad de un sistema social. Hay dos íntimamente ligados: a) Los tipos de tareas que se ejecutan y la naturaleza de la relación entre actitudes de los miembros de la sociedad hacia estas tareas y b) sus opiniones sobre los fines apropiados de los miembros individuales de la sociedad y las formas correctas de alcanzarlos.

La estabilidad de largo alcance del sistema social depende de que una población de jóvenes apropiadamente educados entre al mundo de tareas y actitudes de los adultos. Para esto hay que preguntarse ¿cuál debe ser la educación de una población cada vez más inmersa en el desarrollo de las computadoras? ¿cuáles son las actitudes y entrenamientos apropiados para la participación de los jóvenes en el gobierno, el empleo del tiempo libre, las normas de consumo y las ocupaciones particulares?.

La enseñanza en este sentido, debe competir con el período de transición cuando sea mayor la ruptura entre los

diferentes grupos socioeconómicos y profesionales y, posteriormente, con el período relativamente estable, en que; la mayoría de la gente tenga ingresos adecuados y menos horas de trabajo.

El problema supone mirar con una perspectiva de cinco a veinte años, para ver cuales serán las necesidades y las actitudes de la sociedad, planificar la educación en las cantidades necesarias, animar a los jóvenes para que busquen ciertos tipos de puestos de trabajo y a que adopten las actitudes deseables y necesarias, proporcionar suficientes profesores calificados, poder alterar todo esto según lo que indiquen las necesidades de la sociedad y la tecnología, y dirigir la estructura de la automatización para que se ajuste a los tipos de distribución de habilidades y actitudes productivas en el hogar y en la escuela.

Por tanto, hay que pensar que durante veinte años, igual que otras cosas, la mayoría de las tareas calificadas se harán por medio de los ordenadores. Probablemente las escuelas producirán una mayor cantidad de población mejor educada que en la actualidad, pero la mayoría de los ciudadanos serán incapaces de comprender los rudimientos del cálculo, biología, física nuclear, y las humanidades. Pero el dominio de investigación de los científicos, los problemas de gobierno y la acción recíproca entre ellos estará más allá del alcance incluso de los universitarios.

Sin embargo, habrá una pequeña, casi apartada, sociedad de personas en comunicación con los ordenadores avanzados. Estos habrán establecido una relación con sus máquinas que no puede ser compartida con el hombre medio igual que el hombre medio actual no puede comprender los problemas de la biología molecular, la física nuclear o la micropsiquiatría. No obstante a lo anterior, muchos estudiantes llegarán a tener el talen-

to necesario para trabajar con los ordenadores y desarrollar esta habilidad y conocimientos desde la infancia, enseñándose-la con tanta intensidad como a una bailarina clásica. (Ibidem, p. 591). (10)

Parte de la población restante estará ocupada en actividades hombre-máquina que requieran juicio, alto nivel de inteligencia y entrenamiento.

Asimismo, es evidente que las actitudes hacia el trabajo, la diversión y la responsabilidad social habrán cambiado en gran parte. De algún modo habremos de competir emocionalmente con la gran brecha de vida que se formará y que, después, tipificará la diferencia entre las naciones automatizadas y las no automatizadas. Seguramente encontraremos alguna forma de dar significado al empleo del tiempo libre.

#### 2.2.4. Automatización y Política

El crecimiento de la microelectrónica está dando fruto en un momento en que la economía avanza lentamente (por ejemplo la inflación) creando aumentos en los niveles de desempleo. Este entorno, es lo que hace suponer que la tecnología sea al mismo tiempo una esperanza o una amenaza. "Por una parte, ofrece la perspectiva de incrementar la productividad de un país y la posibilidad de revitalizar ciertas actividades económicas, como servicios públicos, urbanos, creación de nuevos empleos, etc. Pero por otra parte, también, amenaza agravar el desempleo en algunas industrias y reforzar las divisiones entre las clases sociales, que han ido aumentando en los países industrializados durante los últimos años". (Colin, N. 1982, p. 13). (11)

Por otro lado, la revolución de las computadoras

añade un factor nuevo a la rivalidad internacional. La primera, es la competencia por pertenecer a la vanguardia de la tecnología de fabricación de circuitos integrados. En esta carrera los Estados Unidos mantienen la cabeza mientras que Japón avanza rápidamente a primera línea en algunos sectores. Los beneficios de mantenerse a la cabeza de la tecnología son de mayor importancia, la competencia por utilizarlos en productos y procesos industriales es principalmente por los beneficios económicos, políticos y sociales que ofrecen a un país.

Estas presiones, hacen inevitable que la tecnología computacional se desarrolle y se aplique lo más rápidamente posible en países que se encuentran aún al margen de esta misma (por ejemplo México), dando lugar a la estimulación del crecimiento económico o político en ciertas áreas.

Esto presenta varias implicaciones, por un lado el desempleo y por otro, indica que la resistencia ante las computadoras sea en últimos términos contraproduktiva, pues el dejar de adoptar la nueva tecnología conduce al peligro de pérdidas masivas de puestos de trabajo según vayan declinando las industrias de un país. (Idem. p. 591). (12)

Es decir, el dejar de lado el uso de las computadoras traerá como consecuencia el que las industrias que no las adopten se verán afectadas por bajas productivas y económicas, que por lo tanto abrirá la posibilidad del alto desempleo.

Esto si comparamos, industrias que sí las lleguen a usar, las posibilidades de crecimiento productivo, económico y de mercado se abre, pero, ¿qué pasará con la mano de obra desplazada por la automatización del trabajo? A este problema se tendrán que hacer modificaciones en cuanto a la planeación

del trabajo, es decir, diseñar programas de reestructuración de personal, cursos de capacitación etc., Por tanto, sean los que fueren los beneficios finales de la tecnología computacional, está claro que se producirán trastornos graves en las industrias cuyos puestos de trabajo se automatizen y cuyos obreros se enfrenten a la redundancia.

Así, se precisa que exista o se genere una democracia industrial para asegurar que no se utilizará la tecnología computacional de forma que degrade puestos de trabajo y descalifique a los trabajadores.

Por último, si el uso universal de la tecnología computacional anuncia una época de crecimiento de empleo, hay que prestar atención a formas nuevas de distribución de los beneficios de este crecimiento. Un aumento en la productividad puede significar mayores beneficios y ganancias para unos pocos, o bien, menores cargas de trabajo y mejor nivel de vida para muchos.

Tradicionalmente los beneficios de crecimiento económico han ido manifestándose en forma de salarios más altos, expansión en el número de puestos de trabajo y utilización de los ingresos por impuestos para mantener las ayudas a los desempleados, pensiones y otros programas sociales.

Así, la tecnología computacional promete un arsenal de beneficios, y la edad electrónica ya ha recorrido un buen trecho. Al ir avanzando durante los últimos años del siglo XX, conducirá a mejoras en la productividad en fábricas y oficinas, cambios en la manera de tratar la información, de almacenarla y comunicarla y alteraciones en el contenido de muchos trabajos.

Al igual que todos los cambios tecnológicos, la transición a la tecnología computacional originará situaciones políticas difíciles entre las que destaca el impacto sobre el empleo y los puestos de trabajo. Es esencial una combinación de planes de revitalización del empleo, mayor democracia industrial y nuevas formas de distribución tanto de las horas de trabajo como de los frutos de cambio tecnológico si se van a compartir equitativamente los beneficios de la revolución de los computadores.

El panorama anterior hace pensar en las consecuencias que ésta revolución tiene sobre el sistema educativo y como diseñar formas idóneas de integrar al ordenador en la escuela, como un instrumento de apoyo a la enseñanza. Examinemos este problema.

### 2.3. INCORPORACION DE LOS ORDENADORES EN LAS ESCUELAS

El uso de los ordenadores en la educación ha sido fuertemente influenciado por las universidades, colegios e industrias y por su utilización en otros campos afines, como la investigación.

Recientemente en Estados Unidos y Europa, los maestros se han percatado del poder del ordenador para almacenar, organizar y procesar información, permitiendo la posibilidad de ser aplicado y/o instrumentado en el proceso educativo como un recurso didáctico dentro del aula. Utilizándolo como calculadora, instrumento de simulación de hechos o situaciones de la vida real y/o naturales, o como apoyo visual con animación. En segundo término éste puede ser utilizado como un apoyo en la administración escolar, para calcular resultados en evaluaciones de aprovechamiento de los estudiantes.

Así, podemos inferir que la tecnología educativa, entendiendo como tal, al proceso y desarrollo de métodos de enseñanza asistiendo por ordenadores, en el sentido más amplio, provee a los docentes con herramientas y métodos, los cuales, aplicados adecuadamente pueden aliviar alguno de los problemas a los que se enfrenta el maestro en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tales como, falta de tiempo para explicar algún concepto, evaluar exámenes, preparar problemas de aprendizaje, etc.

Por otra parte debido al aumento y rápido desarrollo de la tecnología, se ha venido perfeccionando el diseño de los ordenadores electrónicos. Esto ha traído como consecuencia la realización de estudios para utilizarlos en la enseñanza; las personas interesadas han sido principalmente psicólogos, educadores e investigadores. Esta idea tiene como iniciadores a Pressey, psicólogo de la Ohio State University, quién en 1926 diseñó una máquina para que el estudiante pudiera corregir sus exámenes.

Otro de los iniciadores fué B.F. Skinner quién diseñó una máquina de enseñanza que pedía al usuario el completamiento de una frase. Sin embargo, éstas experiencias fueron limitadas por la escasa capacidad de las máquinas para el manejo automático de mucha información.

"Las experiencias resultaron poco confiables con respecto a los objetivos que se pretendían alcanzar". (Espinoza, G. 1983, p. 3) (13). No obstante, estos primeros intentos dieron lugar, especialmente en los Estados Unidos, a la llamada "INSTRUCCION PROGRAMADA"; considerando esta, como "METODO DE INSTRUCCION CONSISTENTE EN UN SISTEMA DE PREGUNTAS GRADUADAS CON CONTROL INMEDIATO DE LA RESPUESTA, SIENDO, INDISPENSABLE UNA RESPUESTA CORRECTA PARA PODER RESPONDER A LA PREGUNTA

SIGUIENTE" (Foulqué, p. 1976, p. 367) (14). En esta se propone que la mejor manera de abordar una tarea de aprendizaje es subdividirla en tareas menores, en las que el estudiante se concentra en una a la vez, proveyéndolo de un reforzamiento cada vez que ha concluido exitosamente una de éstas.

En caso contrario, se le presenta una solución alternativa de la misma tarea. La forma más popular de estos programas son los ejercicios (Drill and Practice) en los que no se expone la teoría al alumno, sino que sólo se suministran ejercicios.

Los resultados de estos programas los detallaremos más adelante, por ser uno de los puntos importantes a analizar en éste trabajo.

A raíz de estos primeros intentos y del rápido desarrollo de los ordenadores, cada vez más potentes en capacidad y eficiencia, se vislumbran los beneficios de su introducción en el campo educativo, tales como; nuevos métodos de enseñanza, detección de problemas de aprendizaje, etc.

A continuación describiremos algunas de esta experiencias, realizadas principalmente, en las escuelas de los Estados Unidos.

Una de las primeras aplicaciones del ordenador en el campo educativo la constituyó el sistema de instrucción asistida por computadora denominado "CAL". Este sistema fué creado en el seno del proyecto STANFORD, iniciado en 1963 en el Instituto de Matemáticas en Ciencias Sociales de la Universidad de Stanford, bajo la dirección de Patrich Suppes. Este proyecto surgió con el propósito de desarrollar un pequeño sistema que permitiera enseñar matemáticas elementales y gra-

mática.

Por otro lado, en una segunda etapa, se desarrolló e instrumentó un programa para grupos de estudiantes desaventajados en gramática y matemáticas.

Asimismo, un segundo sistema CAL conocido como SISTEMA DE ENSEÑANZA Y PRACTICA RUTINARIA DE STANFORD (DRILL AND PRACTICE), se diseñó en varias escuelas de las ciudades de McCoomb, Mississippi y Morehead, en el estado de Kentucky, dando a los estudiantes instrucción diaria por computadora en las áreas de matemáticas y gramática. (Suppes, p. 1980. p. 237). (15)

Además del proyecto STANFORD-CCC otros fueron los esfuerzos que promovieron el avance de la tecnología en el campo educativo.

Entre estos se encuentra el "SISTEMA INDIVIDUAL DE COMUNICACION (INDICOM)". Este sistema se distinguió por ser el primer proyecto CAL para escuelas públicas en el medio oeste de los Estados Unidos. Inició sus actividades en 1967 en el distrito de Waterford, en Michigan, este sistema incluyó el uso de paquetes curriculares elaborados por los propios profesores, abarcando dos áreas de contenido curricular como matemáticas y gramática, en los grados de kinder hasta primero de preparatoria. Se utilizó para tales programas un enfoque de sistemas en desarrollo curricular para ajustar y especificar objetivos conductuales, secuencias instruccionales y procedimientos de evaluación de la efectividad del propio modelo.

Otro de los primeros esfuerzos que se realizaron para utilizar el ordenador en la educación fué el "SISTEMA PLATO" (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) se originó en 1960 en el laboratorio de Ciencias Coordinada

de la Universidad de Illinois. Durante 7 años se elaboraron cerca de 3000 programas para el sistema, con el fin de lograr una automatización de la instrucción y demostrar así la flexibilidad de estos programas en la enseñanza y la investigación educativa.

Con esto, la Universidad de Illinois fundó en 1967 un laboratorio de investigación en educación basada por computadora. Este laboratorio encaminó sus esfuerzos hacia un ajuste del sistema de enseñanza utilizado en aquél tiempo (1960) (Plato III), proponiéndose desarrollar un sistema educativo a gran escala denominado (PLATO IV). Este sistema actualmente continúa en operación, apoyando y utilizando algunos cientos de terminales de computadora en localidades dispersas; cada terminal tiene acceso a una biblioteca central de programas de enseñanza por computadora.

También se desarrolló un avanzado lenguaje de computación, relativamente fácil, denominado "TUTOR", el cual permite a estudiantes y docentes compartir simultáneamente el sistema. Estos, a su vez, son tanto los autores como los encargados de garantizar y crear la proliferación de nuevos materiales dentro del propio sistema.

Por otra parte, este sistema ha centrado sus esfuerzos en los niveles elementales y secundarios de la educación, especialmente en las áreas de matemáticas y gramática. Actualmente el sistema PLATO IV da servicio a más de 4000 estudiantes por semestre.

A finales de los años sesenta la Universidad de Pittsburgh ha desarrollado programas de CAL con un proyecto denominado "SOLO". Este proyecto y otro de laboratorio creado poco después, intentaron reorganizar y someter a prueba un

segmento de las matemáticas de nivel secundaria para enseñar en los laboratorios de computación.

El objetivo fué preservar las mejores características de la computación controlada por el propio estudiante con las del currículo de matemáticas que integra esta materia con otras disciplinas. (Dwyer, R. 1980, p. 96) (16). Del esfuerzo del proyecto "SOLO" se organizaron alrededor de cinco laboratorios que sirvieron como vehículos para organizar el contenido de enseñanza.

El énfasis global del proyecto fué puesto en la organización de dicho contenido y en el desarrollo de habilidades para la solución de problemas en las áreas de programación de computadoras, creación de modelos y diseño de simulación computarizada.

Asimismo, elaboró aplicaciones importantes en conceptos matemáticos, en música y en la enseñanza de las ciencias naturales.

A principios de los años setenta, el instituto tecnológico de Massachussets (MIT) desarrolló un proyecto denominado TURTLE-CAL, bajo la dirección de Seymour Papert; este proyecto merece especial atención en tanto que se caracterizó por su filosofía que hacía hincapié en las funciones creativas del estudiante, en contraste con los aspectos de la simple memorización de contenidos programáticos. El principio central de éste enfoque gira alrededor de la creencia de que era necesario colocar a los estudiantes en ambientes que les permitieran interactuar a través de su propia experiencia. "La importancia de su trabajo reside en que demostró que el modelo de enseñanza de dirección por parte del maestro hacia los estudiantes, subestima la capacidad de estos para interactuar

con aspectos complejos y pospone arbitrariamente la introducción de la enseñanza de habilidades para la solución de problemas, tales como, investigación, matemáticos, químicos, etc. hasta un momento muy tardío en el currículo. La mayoría de los estudiantes pierden interés o desarrollan tanta dependencia en la guía del profesor o del currículo tradicional que nunca llegan a dominar estas habilidades" (Molnar, R. 1978. p. 32). (17)

Por otra parte, la participación de las empresas comerciales en la instrucción asistida por computadora (CAL), ha tomado históricamente, la forma de contribuciones con equipo y material (HARDWARE-SOFTWARE) para desarrollar los programas CAL, cada empresa fabricante de computadoras generalmente promueve una línea específica de cursos sobre programas CAL. Dando, habitualmente al usuario la opción de crear sus propios programas y currícula, de acuerdo a sus necesidades. Ofrecen, también, a los autores de los programas junto con varios sistemas, lenguajes de computación que cumplen características especiales.

Una de las muchas empresas interesadas en el movimiento de CAL, es la "Corporación de Currícula por Computadora" (CCC). Esta corporación se creó en 1967, ofreciendo una amplia variedad de cursos que van desde el nivel elemental de enseñanza hasta el superior, básicamente en las áreas de matemáticas y gramática.

Estos programas se han utilizado en el desarrollo de habilidades básicas y en la conservación de las mismas; principalmente con estudiantes cuyos antecedentes culturales son distintos a los de la mayoría o que tienen impedimentos de tipo académico, social y físico.

Otras contribuciones importantes al uso extensivo de ordenadores en el campo educativo se han dado en Canadá, Checoslovaquia, Francia y relativamente en México en algunas instituciones universitarias.

En Francia se observa en años recientes un importante crecimiento en la producción de equipo y materiales Hardware-Software para la utilización de los ordenadores en el campo educativo. Por ejemplo, en 1970 se decidió introducir el ordenador en la educación secundaria en Francia. La idea no era enseñar computación, sino utilizarla como herramienta de enseñanza. Los propósitos centrales eran.

- Usar la máquina para la enseñanza de varias disciplinas, excluyendo el enfoque de instrucción programada; y
- Enfatizar el uso de los modelos y simulación.

De 1970 a 1976, cada año se entrenaron a 100 maestros voluntarios que asistían a una universidad a tomar cursos de computación. Para propiciar el desarrollo de materiales didácticos se le pedía a cada uno que dedicara los últimos tres meses del año académico a desarrollar programas útiles en la enseñanza de su materia.

Además se desarrolló material para que otros profesores pudieran tomar cursos de computación por correspondencia, con prácticas periódicas, y se implementó el curso. De 1970-1976 aproximadamente 5000 tomaron este curso.

Se escogió una minicomputadora con 16 terminales, y se decidió crear un lenguaje de programación para este proyecto, con las siguientes características.

- Usar el francés
- Ser altamente interactivo
- Ser simple para un novato lo aprendiera rápidamente y sofisticado para que ofreciera posibilidades a los programadores experimentados
- Manejar cadenas de caracteres
- Manejar archivos de diversas maneras
- Tener un compilador con mensajes de error
- Correr en máquina de 8 K. bytes de memoria RAM, y 400 k. bytes de disco.

El resultado fue un lenguaje tipo ALGOL.

Los materiales de courware fueron diseminados y utilizados en 58 liceos, de entre los 1200 que hay en Francia. Esto sucedía conforme los profesores iban terminando su entrenamiento. Los materiales eran más de 500 programas correspondientes a prácticamente todas las áreas que se cubren en la educación secundaria.

En 1980 había 700 terminales activas, usándose un promedio de 20 horas semanales.

El costo del experimento fué de 20 millones de dólares la mitad de los cuales correspondió a salarios, la cuarta parte a equipos, y el resto para la edición de materiales para su difusión. En 1976 ya había hecho su aparición la microcomputadora, pero aún no tenía las capacidades que ellos requerían. Sin embargo, el gobierno francés programó tener instaladas 10,000 ordenadores para 1985, en toda Francia.

Dentro de la producción de materiales programados en la educación se han iniciado experiencias interesantes, estas incluyen, la enseñanza de conceptos básicos para preescolar y contenidos curriculares en la enseñanza formal a nivel

primaria.

De acuerdo con esto, en el siguiente capítulo se abordan los sistemas de enseñanza asistida por computadora (EAC) y las corrientes psicológicas de la instrucción y del aprendizaje que las fundamentan.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

- ( 1 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975. -- (Alianza Universidad), --p. 34.
- ( 2 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. Madrid: Alianza, 1975. --(Alianza Universidad)--. p. 36.
- ( 3 ) GOMEZ, Gabriela et al. Introducción al área de computación. --5a. ed.-- México: Programa Universitario de Computo, UNAM, 1984. --(serie Textos),-- p. 37.
- ( 4 ) GOMEZ, Gabriela et al. Introducción al área de computación. --5a. ed.-- México: Programa Universitario de Computo, UNAM, 1984. --(serie Textos),-- p. 37
- ( 5 ) CLEMENTS, Michael R. "Supercomputadoras quinta generación" en Computer world. -- V. 1.No.1 (1980) pp. 8-9.
- ( 6 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975 -- (Alianza Universidad). p. 557.
- ( 7 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975. -- (Alianza Universidad). p. 557.
- ( 8 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975. -- (Alianza Universidad). p. 582.

- ( 9 ) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975. -- (Alianza Universidad). p. 586.
- (10) PYLYSHYN, Zenon W. Perspectivas de la revolución de los computadores. -- Madrid: Alianza, 1975.--- (Alianza Universidad). p. 591.
- (11) COLIN, Norma. "La micro-revolución" en El viejo topo. -- No. extraordinario 12 p. 13.
- (12) COLIN, Norma. "La micro-revolución" en El viejo topo. -- No. extraordinario 12 p. 591.
- (13) ESPINOZA, Guillermo. Algunas ideas sobre la computadora y la educación. --/s.l. : s.n./, 1983.--p. 3.
- (14) FOULQUIE, Paul. Diccionario de pedagogía. --Barcelona: Oikos-tau, 1976. -- p. 367.
- (15) SUPPES, Patrck. "Impact of computers on curriculum in the schools and universities". --en Taylor, Robert. The Computer in the schools: Tutor, Tool, Tutee. -- New York. Teachers College, 1980. -- p. 237.
- (16) DWYER, Thomas. "The fundamental problem of computer-enhanced education and some ideas about a solution" en Taylor, Robert. The computer in the school: Tutor, tool, tutte. --New York: Teachers College, 1980. --p. 96.
- (17) MOLNAR, R. "Los aportes de la computadora a la enseñanza" en UNESCO. El tiempo de la innovación. -- México: SEP, 1975. -- p. 32. -- (SEP/Setentas; 194).

CAPITULO 3  
SISTEMAS DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR COMPUTADORA (EAC) Y LAS  
CORRIENTES PSICOLOGICAS DE LA INSTRUCCION Y EL APRENDIZAJE  
QUE LAS FUNDAMENTAN

3.1 SISTEMA STANFORD/CCC. (CORPORACION DE CURRICULA POR  
COMPUTADORA)

3.1.1 Origen

En Enero de 1963, en coordinación con la Corporación "Carnegie" de Nueva York, el Instituto de Estudios Matemáticos en Ciencias Sociales de la Universidad de Stanford comenzó un programa de investigación y desarrollo en Instrucción Asistida por Computadora (CAI).

Este proyecto surgió con el propósito de desarrollar un pequeño sistema que permitiera enseñar matemáticas y gramática en los niveles básicos de educación, además de enseñar ejercicios de práctica rutinaria (drill and practice) a estudiantes del ciclo escolar 1967-1968. Este sistema se implantó en las ciudades de Mc Coomb, Mississipy y Morehead, en el Estado de Kentucky, dando a los estudiantes instrucción diaria por computadora en las áreas de matemáticas, lectura y gramática (Suppes, P. 1980, p. 237) (1).

Durante los primeros diez años mucho del trabajo realizado se enfocó en el desarrollo de curriculvas por computadora para las escuelas de nivel básico, especialmente en las áreas de matemáticas y gramática.

El trabajo en el área de gramática estuvo bajo la supervi-

sión de Richard. C. Atkinson y el trabajo en matemáticas fué responsabilidad de Patrick Suppes.

EL resultado de este trabajo ha sido un grán número de lecciones, las cuales revisaremos más adelante.

### 3.1.2 Características

Los materiales del sistema Stanford/CCC son principalmente ejercicios de práctica rutinaria (drill and practice) para desarrollar habilidades básicas en el estudiante, es decir, se capacita al alumno para que encuentre rápidamente las respuestas correctas a los ejercicios, de modo que adquiera una técnica de ejecución perfecta de algunos de ellos.

El desenvolvimiento del alumno se registra previamente en la computadora y es parecido a la técnica utilizada en el modo tutorial; se propone un ejercicio al alumno y éste, se limita a dar la respuesta. La computadora, entonces, la compara con la respuesta correcta almacenada en una memoria.

Los materiales son utilizados por los alumnos en secuencias de diez minutos por día, los cuales intentan reforzar lo que se enseña en el salón de clases.

Los ejercicios son controlados por la máquina, ampliando esta actividad con otras, por ejemplo, explicaciones adicionales, lecturas, trabajos, etc.

Otra de las características de este sistema es que en los materiales de instrucción no se dan al alumno respuestas explicativas, quizá sólo, si la respuesta es equivocada la primera vez, se le dirá al estudiante "NO, TRATA DE NUEVO".

Por otro lado, en este sistema las gráficas de animación no son muy frecuentes, ello se debe principalmente a que dicho sistema solo se encarga de proporcionar ejercicios de práctica rutinaria.

### 3.1.3 Ejemplos de Lecciones Stanford/CCC

Los programas utilizados en las lecciones del sistema STANFORD/CCC son de tipo TUTORIAL, los cuales se inclinan en favor de la toma de decisiones fundada en la actuación "entendida como las respuestas que emite el alumno". (Smith y Green, 1982, p. 171) (2).

La finalidad del método tutorial es que los alumnos logren adquirir conocimientos mediante la captación de información. Se trata esencialmente de una sucesión finita de subconjuntos preguntas-respuestas que se predeterminan sobre la base de las respuestas esperadas. Cualquier respuesta no esperada se considera como falsa.

No hay diálogo, puesto que los mensajes del estudiante son únicamente respuestas a preguntas planteadas por el sistema. La materia a enseñar se divide en células de información que se liga a los conceptos que se desea que el alumno adquiera.

Los caminos posibles a lo largo de esta materia son más o menos complejos: se puede ir de una simple serie lineal de etapas de desenvolvimiento (todos los alumnos siguen el mismo camino y la individualización de la enseñanza no aparece más que en la velocidad y el ritmo de adquisición del alumno), hasta verdaderas redes ramificadas en secuencias de enseñanza con varios niveles de dificultad.

El paso de una etapa a la siguiente, es función de un conjunto de reglas de decisión predeterminadas que caracterizan las estrategias pedagógicas escogidas. Estas reglas de decisión hacen que intervengan:

- Diversas características individuales del alumno: Nivel educativo, pruebas de aptitud, pruebas de personalidad, etc.

- Medios de aprendizaje: Valores de las respuestas proporcionadas por el alumno (respuesta anterior o conjunto de respuestas anteriores), tiempo de reflexión, grado de fatiga por el número de faltas de teclado y de alargamiento del tiempo de teclado, por ejemplo, grado de confianza del alumno en la respuesta que da.

"La ausencia de diálogo hace que haya simplemente análisis de las respuestas de los alumnos y envío de comentarios, es decir, la computadora compara las respuestas que dan los alumnos con las almacenadas en la memoria del programa, las respuestas se caracterizan por la libertad de expresión que se da al alumno para constituir su mensaje (envío de uno o varios caracteres, palabras o aún frases) y el tipo de lenguaje (expresiones y fórmulas matemáticas) que requieren un análisis sintáctico simple, utilización de un lenguaje de programación de palabras de la lengua natural cuyo análisis se efectúa por comparación con palabras clave prealmacenadas en la máquina y cuya combinación constituye la respuesta esperada" (Saur y Scholl, 1975, p. 91) (3).

Ahora bien, los diseños de programas varían tanto en estilo como en el grado de control que ejercen sobre el alumno. Por ejemplo, en un programa destinado a alumnos de clases elementales para capacitarlos en aritmética, se hace

uso de programas estructurados en secuencias. Cada una de ellas es una serie de ejercicios del mismo tipo (por ejemplo, ejercicios relativos a la suma de números enteros) presentados sucesivamente al alumno, por orden creciente de complejidad. Las secuencias mismas se clasifican por complejidad creciente (por ejemplo, una secuencia de fracciones se considera más difícil que una secuencia de ejercicios sobre la suma de números enteros).

Cada lección dura de cinco a diez minutos y la computadora la prepara cotidianamente para cada alumno. La máquina proporciona al profesor información sobre los resultados de cada alumno.

"Suppes y Atkinson elaboraron en la Universidad de Stanford dos métodos para construir los módulos correspondientes a las lecciones de la CAI, la construcción de bloques y la construcción de líneas". (Ibidem, p. 112) (4).

El programa de matemáticas para la enseñanza primaria comprende para cada clase, 24 bloques de unidades correspondientes a nociones diferentes. Cada bloque se compone de lecciones previstas para siete días de trabajo; el encadenamiento obedece al principio de la progresión lineal.

Cada bloque comienza, por una lección que sirve como prueba de entrada, la computadora selecciona a continuación entre cinco lecciones de dificultad variable, la que conviene al alumno según los resultados obtenidos en la prueba.

El alumno debe dar para cada ejercicio, al menos 80% de respuestas correctas para que se le autorice pasar a un nivel de dificultad superior. Si da menos de 60% se le hace descender de nivel, si da de 60 a 80%, permanece en

el mismo nivel.

Estos ejercicios duran de dos a diez minutos. Los alumnos deben realizar cuando menos uno por día.

Los bloques de esta lección se encadenan en el mismo orden que las que las nociones correspondientes en el manual. Se puede asimismo organizar el bloque en función del nivel de la clase y preveer cinco niveles de dificultad. La computadora, en este caso, compara sistemáticamente los resultados obtenidos por el alumno con las preguntas planteadas y refuerza sus respuestas por el procedimiento de retroalimentación inmediata.

El alumno puede progresar tan rápidamente como lo desee. Estos ajustes permiten a todos los alumnos, (desde el menos dotado hasta el más brillante) obtener nuevos resultados durante el curso del proceso de aprendizaje.

El programa de lectura se divide en líneas y no en bloques, como el ejemplo anterior. Comprende seis líneas que corresponden a las seis aptitudes elementales que es necesario adquirir para aprender a leer: 1) identificación de las letras, 2) reconocimiento de un pequeño número de palabras escritas, 3) pronunciación, 4) deletreo, 5) comprensión, 6) principios lingüísticos.

Una línea se define como una serie de problemas de la misma naturaleza operacional y de dificultad creciente. La línea utiliza una progresión lineal, es decir, el alumno debe obtener resultados satisfactorios para que se le autorice a pasar al siguiente ejercicio.

Por otra parte, en estos programas, generalmente

se elige una colección representativa de tareas y problemas produciéndose una retroalimentación examinando paso a paso las soluciones de los alumnos. Los registros que se llevan a cabo sobre la actuación del estudiante suelen ser escasos y no se pone mucho empeño en edificar una representación de sus conocimientos y habilidades. Por lo tanto, los programas se centran en el contenido; de ahí que, la enseñanza resulte primitiva en cuanto al adaptarse a las diferencias individuales de los estudiantes, porque en gran medida las reglas de decisión se fundan exclusivamente en la respuesta anterior del estudiante.

Los tipos de diálogos utilizados en estos programas exigen comprensión por parte del alumno, pero, en general el tipo de retroalimentación se refiere al valor de la respuesta que se ha dado y solo muy raramente compromete al estudiante en explicaciones o intenta una conceptualización general del problema.

En gran medida estas restricciones le son impuestas al autor del programa puesto que se ha de prever e identificar las respuestas por medio de esquemas concordantes de palabras-clave prealmacenadas.

Para que el ejercicio de redacción de programas resulte práctico, las secuencias pregunta-respuesta han de ir a pasos relativamente pequeños, con lo cual las respuestas mismas están construidas en forma reducida, por tanto, el estudiante tiene reducidas las oportunidades para tomar iniciativas. No obstante, se pueden salvar estas deficiencias gracias a otros medios de apoyo que el profesor suele emplear; tales como, explicaciones adicionales más detalladas, ejemplos, trabajos, coordinación de equipos en el aula, etc.

## 3.2 SISTEMA PLATO

### 3.2.1 Origen

El Sistema PLATO (Programed Logic For Automatic Teaching Operations) fue desarrollado inicialmente por Don Bitzer en 1960, en el laboratorio de Ciencias de la Universidad de Illinois.

Durante siete años se elaboraron cerca de 3000 programas para el sistema, con el fin de lograr una automatización de la instrucción individual y demostrar la flexibilidad de estos programas en la enseñanza y la investigación educativa. A partir de este logro, la Universidad de Illinois fundó en 1967 un laboratorio de investigación de Enseñanza Asistida por Computadora, este laboratorio encaminó sus esfuerzos hacia el refinamiento del sistema de enseñanza utilizado desde 1960 proponiéndose desarrollar un sistema educativo a gran escala denominado PLATO IV. Este sistema actualmente continúa en operación utilizando algunos cientos de terminales de computadora en localidades dispersas. Cada terminal tiene acceso a una biblioteca central de programas de enseñanza y un lenguaje de computación avanzado el cual permite a estudiantes y profesores compartir simultáneamente el sistema.

Actualmente el sistema PLATO da servicio a más de 4000 estudiantes, por semestre.

### 3.2.2 Características

El sistema PLATO se basa principalmente en el control de un gran ordenador dotado de la capacidad y rapidez suficiente para permitir la presentación del material instruccional en forma compleja a varias decenas de estudiantes simultánea-

mente. Es decir, cada alumno puede utilizar la máquina en el momento que lo decida y sobre alguna lección o parte de ésta en el módulo correspondiente. "El material instruccional está constituido por programas ramificados, concebidos por el norteamericano R. A. Crowder" (Montmollin, 1973, p. 53)(5).

El principio de los programas ramificados es exponer una unidad de información y después, presentar una pregunta en relación directa con la información que acaba de ser dada. En seguida se proponen una serie de preguntas para elegir (diez como mínimo y raramente más de doce).

Cada una de estas respuestas envía a otra unidad de información. Entre las respuestas se encuentra siempre la exacta, que conduce a otra unidad que expone un nuevo aspecto de la materia enseñada. En cuanto a las respuestas falsas, cada una de ellas envía a una unidad secundaria (o subprograma) que procura la información complementaria específica del error cometido y que permite corregirlo. Las preguntas propuestas pueden entonces enviar de nuevo al punto de partida hacia una unidad terciaria, etc.

La estructura de un programa ramificado puede esquematizarse según los diferentes gráficos producidos en la figura (1).

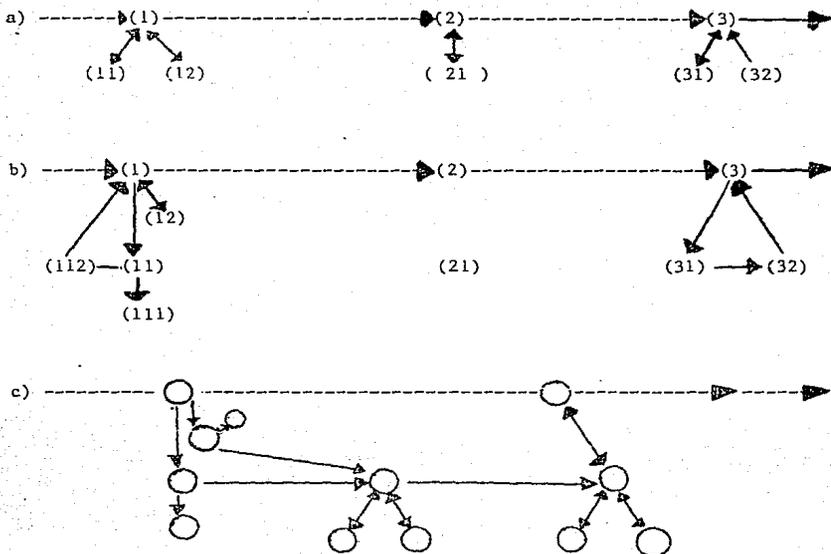


Fig. 1. Esquema de programas ramificados según Crowder (Montmollin, 1973, p. 55 (6))

En un programa simple (a) se distingue una secuencia principal (1-2-3-...) seguida por el alumno dotado que elige cada vez la respuesta correcta. Llega así rápidamente al término del programa del que no ha recorrido más que una pequeña parte.

Los elementos secundarios (11,12;21;31,32) están destinados a los alumnos que hayan cometido errores; llevan explícita la causa del error y envían cada vez directamente al elemento primario, sin proponer nueva elección.

En un programa más complejo (b) vemos a un elemento secundario (11) enviar no, directamente al elemento de partida (1), sino llegar a él después de un subprograma de cierta importancia (111, voluntario; 112, obligatorio).

En un programa (c), por último, vemos una red que desciende hasta elementos de orden 5 y que presenta mayor número de caminos a elegir por el alumno.

Como los programas lineales, los programas ramificados respetan el principio del refuerzo inmediato: un error jamás se deja sin corregir. Pero el refuerzo es siempre positivo (recompensa), según Skinner; a veces negativo (castigo), según Crowder.

En los programas se exige casi siempre una respuesta, la cual es abierta en el programa lineal y de elección múltiple en un programa ramificado. En los dos casos hay adaptación al progreso de cada uno, obteniéndose la progresión en el primero por minimación de las etapas y en el segundo, por multiplicación de los caminos. El programa ramificado permite, por construcción, respetar mejor el principio de estructuración que el programa lineal:

Por otra parte, este sistema enfatiza el desarrollo de habilidades en el estudiante para que pueda estructurar él mismo una lección, las ayudas o recursos que se le proporcionan son, algunos menús de comandos que indican avances, retrocesos, etc., y algunas respuestas de retroalimentación. Estas pueden adoptar una forma negativa o positiva, por ejemplo si el estudiante responde equivocadamente se le dará una contestación en forma explicativa o alguna indicación sobre lo contestado ("EL CONCEPTO ESTA EQUIVOCADO"). Si en cambio la respuesta es correcta se le proporcionará una retroalimenta-

ción positiva, por ejemplo, ("BUEN TRABAJO").

Por otra parte, este sistema cuenta con varias lecciones que contienen gráficas de animación, esto se debe principalmente a la gran cantidad de herramientas y comandos con que cuenta el lenguaje-autor de PLATO. En este punto cabe aclarar que el lenguaje utilizado por los autores de la programación es el llamado "TUTOR" el cual permite tanto a estudiantes como profesores utilizar los programas de manera que los primeros aprendan habilidades para realizar ellos mismos sus propias lecciones y los segundos para comprobar el progreso del estudiante.

"Todo el material instruccional de PLATO está escrito en lenguaje TUTOR concebido por Poul Tenczar en 1967". (Bitzer, 1975, p. 46) (7). Este lenguaje posee un amplio repertorio de presentaciones, estimaciones, cálculos, así como posibilidades de conexión que hacen posible la programación de lecciones que más adelante describiremos. El lenguaje TUTOR es más completo que un lenguaje de programación o un simple formato para administrar conceptos estandarizados, los autores creadores de las lecciones PLATO no se han limitado a una estrategia particular de programación para producir el material de instrucción.

EL principio básico sobre el que descansa este sistema es la posibilidad de simular situaciones reales que permitan sensibilizar al estudiante sobre las relaciones que existen entre los elementos del universo, durante la realización de un proceso dado. La concreción de conceptos, la evolución del tiempo y la capacidad repetitiva de estas rutinas, permiten lograr que este tipo de instrumentos, controlados por las normas y pautas programadas por los instructores, puedan ser aplicadas masivamente.

Otra característica del sistema PLATO es la generación de películas animadas sobre temas tan variados como la mecánica cuales han permitido incrementar notablemente la eficiencia en la enseñanza de la física. Lo mismo puede decirse de las matemáticas, la biología y la química. En ingeniería, por ejemplo, las técnicas de graficación son utilizadas para generar secuencias animadas sobre la construcción y prueba de todo tipo de estructuras mecánicas.

### 3.2.3 Ejemplos de Lección Plato

Para las lecciones del sistema PLATO se hace uso de técnicas de simulación que consisten en la muestra de modelos representativos del funcionamiento de ámbito dinámico complejos: ambiente económico como, por ejemplo, un mercado; medio científico, tal como una ley genética en biología; situación política como un problema internacional, etc. El estudiante manipula variables como estaría obligado a hacerlo en la realidad y estudia los resultados obtenidos sobre el ámbito. Progresivamente, debe tomar las decisiones más adecuadas. El programa de simulación no proporciona más que la parte de información necesaria y suficiente, que corresponde a los datos reales del problema.

"La simulación puede considerarse menos como un modo de enseñanza y más como una técnica que permite confrontar al alumno con situaciones complejas, haciendo que adquiriera métodos de razonamiento y deducción". (Saury y Scholl, 1975 p. 95). (8)

#### EJEMPLO DE UNA LECCION PLATO

BIOLOGIA: En un curso de genética se hace uso de

técnicas de simulación para explicar las leyes de la herencia a los alumnos. El laboratorio-ordenador permite a los alumnos llevar a cabo acomplamientos estandar de moscas. A cada alumno se le presenta una familia de moscas para que las examine. Además de las moscas con características normales, las moscas mutantes pueden presentar rasgos especiales como ojos blancos o rosados, vestigios de alas o ausencia de ellas, ausencia de nervios, cuerpo negro, ébano o rayado. Las moscas no corresponden a imágenes de una pieza, sino que se componen de partes reunidas: cabeza, ojos, tórax, alas y abdomen. Cada mosca se encuentra rigurosamente codificada por una palabra especial en el ordenador, la cual especifica el tipo exacto de cada parte de su cuerpo. El ordenador construye las moscas mediante cualquier combinación de características normales mutantes. Cuando el alumno solicita un apareamiento, a los pocos segundos se le presenta toda la descendencia.

Los estudiantes llevan una especie de bitacora científica de todos estos experimentos para después hacer pruebas estadísticas de las hipótesis y comunicar los resultados mediante un informe formal de laboratorio.

Otro ejemplo de lección se ilustra en un curso de química, se trata de descubrir un cuerpo químico a partir de ciertas guías dadas por el programa, utilizando un sistema dialogal, el diálogo con el ordenador aporta al estudiante la información necesaria para identificar cuerpos químicos no conocidos en una lección de análisis cualitativo. La conversación alumno-ordenador, en el lenguaje corriente del alumno facilita al máximo la flexibilidad de la comunicación entre ambos. A continuación sigue un ejemplo de una conversación entre un estudiante universitario y el ordenador.

ALUMNO: ¿De qué color es?

PLATO: El sólido es blanco y el líquido incoloro

ALUMNO: ¿Cuál es su punto de fusión?

PLATO: El punto de fusión es de  $19^{\circ}$ - $21^{\circ}$

ALUMNO: ¿A qué es igual la (RMN) Resonancia Magnética Nuclear?

PLATO: Es  $60 \text{ MHz}$  proton espectro RMN. (para una tabla de cambios químicos pulse datos) en la pantalla aparece el espectro.

ALUMNO: ¿Es el espectro "ir"?

PLATO: Sí, es el espectro "ir" (en la pantalla aparece el espectro infrarojo).

En seguida aparece en la pantalla... PARA CONTINUAR  
CON OTRO CUERPO DESCONOCIDO PULSE SIGUIENTE.

ALUMNO: ¿En qué es soluble el cuerpo desconocido?

PLATO: Por favor sea más explícito

ALUMNO: ¿Es soluble en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

PLATO: El cuerpo desconocido es soluble en una concentración  
fria de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

ALUMNO: Análisis elemental, el cuerpo desconocido es ACETFENO-  
NA

PLATO: SP (Deletree de nuevo)

ALUMNO: ACETOFENONA

PLATO: Muy Bien

...PARA UN CUERPO DESCONOCIDO PULSE SIGUIENTE...

---

NOTA: Los ejemplos anteriores fueron tomados del libro: Bitzer, Donald.  
J. et al. Nueva tecnología en la enseñanza de las ciencias; Barcelona  
Teide, UNESCO, 1975. p. 25-30. (9)

Una vez que el alumno cuenta con los datos suficientes intenta la identificación, aquí se ha presentado una identificación correcta, pero una grafía equivocada. El ordenador reconoce que la respuesta del alumno ha sido correcta, pero que la palabra ha estado mal escrita, algoritmos de grafías han de formar parte integrante de todo sistema educativo por ordenadores; ya que si el estudiante que cometió el error en este ejemplo hubiera sido informado simplemente de que su respuesta no era la correcta, lo más probable es que el alumno perdiera mucho tiempo buscando en donde se ha equivocado.

Esta lección no se propone sustituir al laboratorio de química orgánica, sino que intenta depurar el proceso intelectual de formular preguntas e interpretar resultados antes de que los alumnos pasen al laboratorio. De esta manera, en el espacio de unas horas un estudiante identifica por lógica cinco o seis cuerpos desconocidos, que son más que los que identificaría en todo un semestre de trabajo de laboratorio, esto no es sino una de las muchas lecciones de química que forman un total de treinta horas y que son enseñadas por medio del ordenador en la Universidad de Illinois.

Los ejemplos anteriores fueron realizados primero, para la lección de BIOLOGIA, se crearon caracteres especiales, utilizados para componer la figura de una de las moscas. Un biólogo trazó los caracteres directamente en la pantalla y después las utilizó en la lección.

Para elaborar la lección dialogada de QUIMICA, un químico formó una lista con palabras, numeró los conceptos básicos y las correspondientes respuestas. El sistema tuvo buen cuidado de transformar al amplio campo de respuestas del alumno en formas que encajaran en los conceptos básicos

y llevasen a una respuesta correcta.

Existen también, ejemplos semejantes al anterior de lecciones de física y de matemáticas, donde el estudiante puede practicar o hacer ejercicios de cálculo con el ordenador.

### 3.3 FUNDAMENTACION PSICOLOGICA DE LOS SISTEMAS STANFORD/CCC Y PLATO

#### 3.3.1 Origen de la corriente conductista.

La corriente conductista nace en los inicios del siglo XIX, con el propósito de lograr uniformidad en el objeto y métodos de estudio, el conductismo comenzó por "plantear el problema de la psicología, barriendo con todas las concepciones medievales y desterrando de su vocabulario científico todos los términos subjetivos". (Watson y McDouglas, 1976, p. 23) (10)

Así, la psicología de comienzos de siglo se debatía con la herencia filosófica que la creación de laboratorios y la introducción del método experimental, tomado de la fisiología, no podía hacer desaparecer. Ocupada de la conciencia, la psicología, era estéril en cuanto a su capacidad de dar respuestas eficientes a las necesidades que una sociedad industrial planteaba. Esas necesidades eran, entre otras la eficiente formación y capacitación de recursos humanos (aprendizaje de conductas) a una vida productiva de una especializada división del trabajo para la adaptación a la relación hombre-máquina.

La psicología de este tiempo no presentaba los éxitos y realizaciones que las ciencias físicas y naturales exhibían. En consecuencia, el conductismo toma una orientación positivis-

ta para hacer de ésta disciplina una "ciencia natural". El conductismo se basó pues, en la observación y análisis experimental ofreciendo una solución de recambio y ahí donde los autores hablaban del alma o la conciencia, esta corriente implanta un discurso biológico.

Se impone pues, el viraje desde el eje de la conciencia al de la conducta, este cambio de objeto obliga, a un cambio de métodos. La introspección es reemplazada por la observación y la experimentación. La ilusión es la de alcanzar la cientificidad por la vía de una elección metodológica, la del método científico de las ciencias naturales. Entonces "la psicología sólo tenía que renunciar a la introspección y contentarse con la observación externa como todas las demás ciencias naturales". (Fraisse y Piaget, 1976. p. 60) (11).

Este movimiento fué iniciado por John Watson quien define a la psicología como ciencia de la conducta, a la cual denominó "conductismo". Este psicólogo afirmaba que "el estudio de la conducta podía lograr un status independiente dentro de la ciencia y que su meta podría predecir y controlar la conducta de todos los animales sin necesidad de dar preferencia a los seres humanos" (Millenson, 1974. p. 29) (12). Por tanto mediante su doctrina, Watson estaba destruyendo la teoría homocéntrica sobre la importancia del hombre en el mundo conductual.

El punto crítico de Watson era que la psicología debe ser objetiva; es decir, ha de tener un campo de estudio que, como en las otras ciencias sucede sea independiente del observador. Así, el adoptar la conducta como objeto de estudio dio a la nueva psicología ese necesario observador independiente.

De esta forma, el proyecto conductista se sintetiza en el deseo de controlar las reacciones del hombre, del mismo modo como en la física los científicos desean examinar y manejar otros fenómenos naturales.

Conforme el proyecto conductista se va desarrollando, la herencia de Watson, es reivindicada por los neoconductistas conjunto importante de investigadores, quienes comparten un método, el método experimental. Uno de los neoconductistas más destacados es B.F. Skinner quien, por su obra realizada reviste singular importancia en el desarrollo de la enseñanza programada y la instrucción asistida por computadora. Por tal motivo, se presentarán a continuación los principios básicos de la teoría de este autor.

Finalmente, hay que señalar a todo lo anterior, que en realidad las corrientes psicológicas (como en el caso del conductismo), cuando se introducen al ámbito educativo, no lo hacen meramente por rigor psicológico, sino por el propio campo y objeto de la psicología (según sea la corriente), se genera una propuesta pedagógica con bases psicológicas, sociológicas y filosóficas.

Esto con el fin de aclarar que la psicología por sí misma no se determina en la educación, en el caso del análisis experimental que crea la enseñanza programada.

### 3.3.2 Principios básicos de la Teoría de Skinner

Skinner siguiendo de cerca la tradición Watsoniana, entiende que su función en tanto psicólogo positivista se limita a la descripción y al control de las conductas, negándose sistemáticamente a todo intento explicativo o teórico. Así, Skinner se caracteriza por su insistencia en un enfoque

estrictamente descriptivo de la investigación de la conducta, sosteniendo que mediante una cuidadosa recopilación de datos puede progresarse más efectivamente hacia la predicción de la conducta.

Su objetivo es el análisis funcional de la conducta. Para alcanzarlo, deben utilizarse técnicas experimentales. De esta manera las investigaciones psicológicas de Skinner se dirigen a establecer un análisis experimental de las conductas. Esto condujo, a partir de los años cincuenta, al descubrimiento del condicionamiento operante de las conductas, ocupandose de la descripción y el control de las mismas, así como de las contingencias ambientales que las modifican.

El condicionamiento operante de Skinner, parte de toda conducta que el sujeto emita, es decir, respuestas emitidas por el individuo. Esas conductas operantes (respuestas) se refuerzan, con lo cual se altera su frecuencia, o su tasa, que aumenta o disminuye incluso hasta la extinción, según actuen las contingencias de refuerzo en ese momento.

Las contingencias de refuerzo consisten en arreglar una situación para el sujeto, en donde la aparición del refuerzo se vuelve contingente con respecto a la aparición inmediatamente anterior de una respuesta. Los reforzadores se definen por sus efectos, es decir, cualquier estímulo constituye un reforzador si aumenta la probabilidad de una respuesta. Los estímulos que actúan como reforzadores son de dos clases. Reforzador positivo y reforzador negativo.

El reforzador positivo es todo estímulo que, sumado a una situación, fortalece la probabilidad de una respuesta operante. La comida, el agua, el contacto sexual, entran en esta clasificación. El reforzador negativo es todo estímulo

que, cuando se elimina de una situación, fortalece la probabilidad de una respuesta operante. Un ruido fuerte, una luz muy brillante, el calor o el frío excesivo, un choque eléctrico se clasifican como tales reforzadores.

Es conveniente resaltar que el efecto de reforzamiento consiste siempre en aumentar la probabilidad de respuesta. Por ello, Skinner da importancia al análisis de los estímulos. Para él lo importante es concentrarse en el refuerzo. Esto significa, que en una situación experimental, a partir de las respuestas del sujeto y del refuerzo establecido para esa respuesta, se analizará la posibilidad de que esa respuesta aparezca nuevamente y de esta manera controlar el comportamiento. Aquí, lo importante para Skinner es saber organizar las situaciones de refuerzo, de manera que las respuestas dadas por el sujeto se refuercen y aumenten su probabilidad de aparición.

Tal descubrimiento llevó a Skinner al diseño de los "espacios experimentales" llamados también -cajas de Skinner- que son ambientes en donde el organismo va a operar, es decir, las conductas que emita el sujeto van a producir consecuencias y por tanto, su tasa de frecuencia va a variar, aumentando o disminuyendo, según el programa de entrenamiento a que haya sido sometido el organismo.

Conforme a este enfoque, tanto el establecimiento de conductas, así como, la modificación de las mismas, por efecto de las determinantes ambientales, es considerado como aprendizaje. Todos los procesos que intervienen en el condicionamiento, fruto a su vez de la complejidad en la combinación de las diferentes contingencias ambientales (discriminación, diferenciación, generalización, etc) son diferentes procesos de aprendizaje.

Así, en el conductismo se toma partido por el ambiente, reconociéndose, por un lado, el papel de la herencia en el establecimiento de las conductas que tienen que ver con la sobrevivencia de la especie. Sin embargo, para todas las demás conductas se insiste en que están determinadas por factores ambientales, junto con las contingencias que las determinan y modifican.

De aquí que, el enfoque conductista vea como indispensable el control de la conducta por medio del ambiente, ya que éste es lo que controla a las conductas.

Con respecto a este presupuesto del conductismo, Skinner opina que: "El ambiente entra a formar parte de una descripción de la conducta cuando puede demostrarse que una parte dada de ésta puede inducirse a voluntad (o con arreglo a ciertas leyes) por una modificación parcial de las fuerzas (contingencias ambientales) que afectan el organismo". (Skinner 1975. p. 17)(13).

El conductismo llega a la conclusión que el comportamiento está en función del medio ambiente.

Los conceptos básicos hasta ahora expuestos forman el preámbulo necesario para abordar de manera específica la concepción y elementos que aporta Skinner a la enseñanza, en particular la enseñanza programada.

Según la concepción skinneriana, la enseñanza consiste en un momento en donde lo que se necesita enseñar puede ser traducido bajo el control de ciertas contingencias. El aprendizaje se da gracias al refuerzo, la presencia de esas contingencias de refuerzo es lo que conduce al aprendizaje. Lo importante es saber organizar las situaciones de manera que

las respuestas dadas por el estudiante se refuercen y aumenten su probabilidad de aparición.

Esto se consigue con técnicas que tratan de aumentar, ampliar o resaltar partes del material de enseñanza, ya sea por medio de particularidades físicas o gráficas, horarios apropiados y muchas veces simplemente captar la atención del alumno.

"Si se presentan los materiales de enseñanza (incluyendo las clases) de manera atractiva y también de manera controlada, para lograr que el aprendiz preste atención, se predispone al alumno al aprendizaje y sus actitudes en relación con la instrucción mejoran". (Idem) (14).

Así pues, la principal función del profesor en el proceso de enseñanza es conseguir las contingencias de refuerzo de tal forma que posibilite o aumente la probabilidad de que se aprenda la aparición de una respuesta. "Skinner destaca que para un profesor lo importante no es buscar o encontrar otros refuerzos diferentes de aquéllos que ya existen en la vida diaria, sino armar y coordinar mejor las contingencias de esos refuerzos en relación con las respuestas deseadas. (Idem) (15).

Las contingencias consisten básicamente en dar un estímulo reforzador siempre que el alumno emita una respuesta igual o aproximada a la respuesta deseada. Las ideas básicas sobre la presentación de estímulos para el aprendizaje, en la teoría de Skinner, están sintetizadas en un cuerpo de conceptos conocido con el nombre de Enseñanza Programada. La Enseñanza Programada es considerada bajo el esquema skinneriano como un esquema para hacer efectivo el uso de refuerzos; el modelado y el control del comportamiento, de tal manera que

se den al máximo los efectos del refuerzo.

Los principios sobre los que se apoya la enseñanza programada consisten en que la materia que se va a aprender sea dividida en pequeños pasos, para que se otorgue refuerzo a todas las respuestas y a todos los operantes (respuestas) emitidas por el alumno. La utilización de pequeños pasos en la presentación del material, facilita la emisión de respuestas del sujeto estas deberán ser reforzadas y de esta manera aumenta su probabilidad de aparición en el futuro. Esta idea se correlaciona con "presentar rigurosamente y en estricta progresión, las materias, es decir, aumentar lo menos posible la dificultad de un problema al siguiente y, desde luego, orientar esa progresión muy lógicamente hacia una meta determinada". (Roger, 1984. p. 225) (16).

El segundo objetivo de la Enseñanza Programada es minimizar el número de errores, por que según Skinner el error cometido es aprendido y por tanto tiene que ser minimizado durante la instrucción, en tanto que, los aciertos deben ser maximizados, ya que un programa de pasos pequeños debe graduar los conocimientos para llevar al estudiante a dominar progresivamente los aspectos más avanzados del material. Es importante construir un programa que evite el cansancio y que no sea fastidioso. En conjunción con esto, un programa bien elaborado debe guiar al sujeto de tal modo que no se cometan errores. Teóricamente esto implica una secuencia correcta del material que se va a aprender.

Para lo anterior se debe "analizar la tarea y reducirla a dosis lo más pequeña posible, a fin de facilitar su acceso; luego, progresar por pequeñas etapas, dejándose al arbitrio del sujeto el ritmo que ha de seguir; finalmente, reforzar cada respuesta dando de inmediato la solución exacta de manera

que el sujeto no pueda pasar a otro punto sin haber asimilado el anterior. Tal es la idea de la programación". (idem). (17).

Lo que Skinner quiere decir con esto es que no se debe dar un paso demasiado grande como para que el alumno se desoriente y no sepa hacia dónde ir, o en qué parte se perdió. Por otro lado, si el paso es demasiado pequeño, el alumno progresará muy lentamente. En el primer caso, no se conseguirá reforzar al estudiante adecuadamente porque muchas veces no obtendrá respuesta y esto puede llevar a la extinción. En el segundo caso, se puede llegar a la saciedad, o por lo menos el programa será tremendamente fastidioso.

Para la organización del material de enseñanza, el instructor puede combinar en tres formas diferentes los conocimientos mínimos de refuerzo y de contingencia. El primer tipo se llama "encadenamiento", consiste en organizar las condiciones de refuerzo de tal manera que se pueda aprender una cadena de respuestas relativamente lugar, o sea, un procedimiento. Para que éste se dé, en primer lugar se identifican los pasos para efectuar ese "procedimiento". Este proceso de encadenamiento, utiliza el refuerzo a cada paso. Para proseguir la tarea el sujeto tiene que haber completado correctamente el paso anterior.

El segundo tipo de organización se llama "modelado", éste se refiere al aprendizaje de hábitos motores. Cuando el sujeto está aprendiendo cualquier tipo de respuesta motora, el refuerzo se da de manera selectiva, de forma que las respuestas, que al principio eran una copia o aproximación muy cruda o torpe de lo que es aceptable, ahora se colocan bajo el control de los refuerzos mejorando su calidad gradualmente hasta que alcanzan el modelado (o criterio aceptable).

La tercera organización de las contingencias de refuerzo se llama "debilitamiento" del estímulo, o cambio graduado del mismo. Una respuesta que originalmente es controlada por un estímulo (muy cargado o fuerte) pasa a ser emitida aún cuando éste se presenta debilitado en forma fragmentada.

En las tres formas de organización de las contingencias, anteriormente descritas, se torna necesario el refuerzo constante en las etapas iniciales de aprendizaje.

En el caso del encadenamiento, el refuerzo constante va del primero hasta el último paso del programa. En el caso del modelado, al comienzo es necesario un porcentaje bastante alto de refuerzo, pero a medida que el alumno va progresando se puede disminuir ese refuerzo. El modelado es una operación de lado de la respuesta y entonces el refuerzo puede ser disminuido pasando a ser intermitente, exigiendo así un esfuerzo progresivo del alumno para recibir el refuerzo.

Habiendo establecido el comportamiento final, el instructor debe preocuparse de la aparición de la primera "instancia". Para organizar la secuencia de pasos que van a llevar al comportamiento final, se tiene que saber cuáles serán las primeras situaciones que se presentarán al estudiante y qué respuestas le vamos a exigir. Esto es, "la estructuración de la materia a enseñar debe ser analizada en sus componentes elementales (hechos, conceptos, etc.) y las relaciones que existen entre estos componentes elementales deben ser determinadas. Estas relaciones pueden ser más o menos complejas (jerarquía simple o comunicación múltiple). Los componentes se agrupan presentándolos en un orden que facilite la comprensión y la memorización del alumno". (Montmollin, 1975, p. 15) (18).

Para Skinner, esto significa que le corresponde al profesor establecer la topografía final y basándose en ella, llevar el comportamiento del alumno hacia el control de esas variables, utilizando las estrategias adecuadas.

Esta es la directriz de acción de las diferentes características de los sistemas de enseñanza asistida por computadora (Stanford/CCC y PLATO), así como la corriente conductista y la enseñanza programada de Skinner. Veamos como se desprenden éstas entre sí, para finalmente, presentar un análisis que nos permita entender las ventajas y limitaciones de estos sistemas de enseñanza.

Para comprender mejor en dónde o en qué se corresponden o se vinculan los sistemas de enseñanza asistida por computadora con la enseñanza programada de Skinner, enumeraremos los principios de la enseñanza programada con el fin de ir intercalando a los sistemas, Stanford/CCC y PLATO.

Los principios básicos de la enseñanza programada, como los describe Montmollin (1975), son:

- a) Principio de la estructuración de la materia a enseñar,
- b) Principio de adaptación,
- c) Principio de estimulación y
- d) Principio de control.

### 3.3.3 Vinculación

- a) Principios de la estructuración de la materia a enseñar.

En este apartado, la materia a enseñar debe analizarse en sus componentes elementales (hechos, conceptos, etc.) y

las relaciones existentes entre estos componentes deben ser determinadas. "Estas relaciones pueden ser más o menos complejas (jerarquía simple o comunicación múltiple). Los componentes se agrupan presentándolos en un orden que facilite la comprensión y la memorización del alumno". (Idem) (19)

La vinculación del sistema Stanford/CCC con este principio se puede ver claramente en la forma en que se diseñan los programas de instrucción. Aquí lo importante es presentarle al estudiante una succión de subconjuntos preguntas-respuestas que se predeterminan sobre la base de las respuestas esperadas. Este tipo de programas son de ejercicios de práctica rutinaria, por tanto, para la estructuración de estas lecciones es necesario organizar la materia de tal forma que, el alumno conteste rápida y acertadamente las preguntas proporcionadas por el programa instruccional.

El tipo de estructuración de la materia en este sistema es simple, es decir, lineal. En donde los alumnos siguen un mismo camino. El orden de presentación es fácil de comprender por el estudiante ya que éste sólo debe responder a preguntas fáciles de pequeños fragmentos de la materia estudiada.

En el sistema PLATO, la vinculación con este principio también es clara, sin embargo, existe una diferencia con el anterior en relación con la forma de estructuración de la materia. Aquí los programas de enseñanza son, al igual que los anteriores divididos en pequeños fragmentos, pero éstos no son simples o lineales sino ramificados, es decir, la jerarquía de organización del contenido a ser enseñado es más compleja. El principio de estos programas es exponer una unidad de información superior (al elemento de Skinner) y presentar una pregunta en relación directa con la información que acaba de ser dada. En seguida se proponen una serie de preguntas

para elegir (diez como mínimo y raramente más de doce).

b) Principio de adaptación.

Aquí la enseñanza debe ser adaptada al alumno "-ni demasiado fácil, ni demasiado difícil, en ninguna de sus fases. El avance o la progresión ha de ser, en la medida de lo posible función del progreso, incluso del aprendizaje del alumno. Por otra parte, el ritmo particular de trabajo de cada estudiante ha de respetarse". (Idem) (20). Aunque el conductismo no centra su atención en este punto.

En el sistema Stanford/CCC, este principio se encuentra ilustrado por el tipo de programas de instrucción que se presentan al estudiante, como ya se mencionó los programas de este sistema son de práctica - rutinaria, en ellos las secuencias de las preguntas están determinadas en forma de lo más simple a lo más complejo de tal manera que, el estudiante debe lograr alcanzar el nivel de progreso en el aprendizaje que marque el programa para pasar a un nivel de dificultad superior. En este tipo de programas se dice que se respeta el ritmo de trabajo del estudiante, pues la interacción alumno máquina es individual, es decir, la máquina no ejerce ninguna presión sobre el estudiante para que éste responda (más rápido o correctamente), sólo se limita a esperar y recibir la respuesta que tiene programada como correcta para darle al alumno la siguiente información.

En el sistema PLATO, por otra parte, este principio no se diferencia del anterior, más que en una característica, aquí sí hay retroalimentación para el alumno, es decir, de la misma manera en que se encuentra estructurada y adaptada la materia para cada estudiante, también existe una para las respuestas que proporciona el alumno. Esto se refiere a que

se tienen programadas varias y diferentes respuestas en el ordenador con la finalidad de dar alguna explicación (retroalimentación) al alumno para que encuentre la respuesta correcta o siga adelante con el programa.

c) Principio de estimulación.

"El interés, el deseo de trabajo, la atención del alumno, han de estimularse constantemente. No debe fantasear, ni aburrirse, ni desanimarse. Para ello se le hará participar activamente de la enseñanza, proponiéndole frecuentemente cuestiones o preguntas y en ciertos casos haciendo que él las plantee". (Ibidem. p. 16) (21).

El sistema Stanford/CCC en este punto es claro, proporciona al estudiante varias situaciones y preguntas, sin embargo, puede notarse que una de las características de este sistema de enseñanza es su falta de situaciones estimulantes. No obstante, esto podría ser justificable ya que, en este sistema la principal preocupación es que el alumno refuerce los contenidos de aprendizaje en las clases, trabajos o tareas grupales a las que el alumno antes o después de haber trabajado con el ordenador, es expuesto.

En el sistema PLATO, este principio se ve más claro, como pudo notar el lector, las características principales de este sistema de enseñanza son: la retroalimentación, estimulación y la participación activa del estudiante con el programa (ver ejemplos de lecciones PLATO: biología y química).

d) Principio de control.

"El aprendizaje del alumno ha de controlarse permanentemente y en todas sus fases. Para ello sus respuestas deben

ser siempre corregidas y sus errores rectificadas". Idem(22)

Para el sistema Stanford/CCC este principio se lleva parcialmente, pues no se encuentran en sus programas respuestas correctivas, quizás si la respuesta es equivocada aparecerá en la pantalla "NO, Trata de nuevo". También puede ocurrir que aparezcan algunos comentarios al final del programa o al término de alguna lección.

En el sistema PLATO, sin embargo, este principio se encuentra en todos sus programas, ya que en ellos siempre aparecerá una frase o comentario que oriente o estimule al alumno en su actuación con el programa de enseñanza. (ver ejemplos, biología y química).

### 3.4 SISTEMA SOLO

#### 3.4.1 Origen

El sistema SOLO fue creado por Thomas Dwyer en 1969 trabajando y experimentando en tres escuelas públicas de Pittsburgh. Este proyecto se terminó en 1972. Su finalidad fue desarrollar un sistema de aprendizaje por computadora autónomo, en donde, los estudiantes desarrollaran la habilidad de resolver problemas por medio de la exploración, es decir, combinando experiencias de aprendizaje previas dadas por el instructor con ideas propias de cómo resolver o llegar a la solución del problema.

Los experimentos que se realizaron fueron principalmente con un simulador de vuelo, en donde los estudiantes debían aprender a utilizar los instrumentos y conceptos tanto de matemáticas como de la física para, "simultáneamente", hacer volar y aterrizar un avión.

En 1973 se inició un nuevo proyecto llamado SOLOWORKS, basado en el proyecto SOLO, este proyecto tuvo como propósito desarrollar componentes para el laboratorio de matemáticas en conjunción con maestros y estudiantes en un ambiente libre de limitaciones técnicas y pedagógicas. En palabras del autor: "desarrollar herramientas educativas poderosamente diferentes utilizando artefactos y tecnología de la era de la computación en un medio educativo mejor al habitual" (Dwyer, 1980, p. 121) (23).

#### 3.4.2 Características

La característica más interesante del sistema SOLO es su habilidad para apoyar exploraciones únicas. Aquí se encuentra implícito el concepto de aprendizaje que utiliza el sistema SOLO: la exploración. Esto significa que el estudiante puede aprender a resolver o encontrar las respuestas o soluciones de algún problema.

Una segunda característica se refiere al papel del profesor en la forma de impartir la enseñanza. Aquí los profesores, o programa instruccional, no dicen al estudiante como resolver el problema, sino que sólo fungen como guías explicatorias para que el estudiante encuentre por sí mismo la solución al problema.

La flexibilidad y multidireccionalidad de este sistema constituyen una tercera característica. Esto marca una clara diferencia con los sistemas de enseñanza asistida por computadora (CAI) en donde los programas son dirigidos, es decir, el instructor y el programa "dirigen" al estudiante de tal forma que éste sólo tiene que aprender al contenido de alguno de los temas a estudiar y contestar correctamente a las preguntas planeadas en el programa. En el sistema SOLO por el con-

trario, los programas son flexibles en tanto que se adaptan a las condiciones y necesidades de aprendizaje del alumno, no llevan una secuencia establecida previamente por el instructor o diseñador del programa y, por otra parte, son autónomos porque es el alumno el que estructura el programa al ir explorando posibilidades de resolución al problema expuesto.

Las ideas de construir ambientes educativos ricos en cuanto a información, motivación, exploración, etc. en donde los alumnos encuentren agradable y significativo el proceso de aprender así como lo que aprenden, es una cuarta característica. Esta idea se encuentra clarificada en el ambiente creado en el laboratorio de simulación de vuelo, creado para el proyecto SOLO. Aquí el estudiante se encuentra libre para explorar, investigar y probar algunas de sus ideas o hipótesis sobre la resolución de algún problema. Por otra parte, proporciona todos los instrumentos y manuales para que el alumno aprenda a utilizar el simulador de vuelo. En este laboratorio se combina la motivación para aprender y el juego, haciendo del aprendizaje una diversión.

La quinta característica es la de hacer que los alumnos estudien para resolver un problema con tareas que involucren no sólo el aprendizaje de conceptos, sino también la investigación.

### 3.4.3 Organización de los programas instruccionales.

La forma en que se organizan los programas y contenidos instruccionales presentan una clara correspondencia con las características anteriores. Dwyer (1974) ha tratado de sistematizar una serie de propuestas psicopedagógicas para clarificar la forma en que se puede apoyar un aprendizaje autónomo y exploratorio utilizando computadoras. Las estraté-

gias que utilizó para diseñar los programas que componen su sistema, las enuncia en los siguientes términos:

1) Pensar de arriba hacia abajo.

Esta estrategia sugiere el diseño de un curso a partir de la idea final, incluyendo suficientes detalles (información) para que los estudiantes puedan hacer intentos creativos para extender la idea final. La tarea principal de los estudiantes en este tipo de programa, es la de aumentar, encontrar o inventar otras ideas en relación con la primera para llegar a una final. Por ejemplo, al estudiante se le sugiere alguna forma de resolución para un problema, el alumno en este caso deberá investigar, inventar o descubrir otra forma de resolución para el problema expuesto por el programa con el fin de que encuentre una final con la que el quede satisfecho.

2) Animar a conjeturar.

En este caso se sugiere que un programa contenga en su repertorio "conjeturas" a fin de que el estudiante aprenda a hacerlas posteriormente, es importante no limitar a los alumnos en esta tarea. La forma que se sugiere para que los alumnos puedan desarrollar esta habilidad es por la resolución de problemas durante el curso.

3) Preparar al público.

Aquí se sugiere preparar un programa a fin de incitar en los estudiantes el hábito de hacer conjeturas, hipótesis y preguntas. El papel del profesor o diseñador en este caso, es sumamente importante porque depende de él hacer que los estudiantes desarrollen el hábito de investigar o de ser más activos en el proceso de aprendizaje.

#### 4) Multidirección.

La multidirección implica seguir trayectorias diferentes a aquéllas que el maestro (o diseñador de cursos) haya planeado. Se requiere de maestros y programas especiales para seguir este tipo de diseño. El resultado esperado con este tipo de programas es que el alumno adquiriera una visión profunda y multidimensional del tema para llegar finalmente a una apreciación de todos los puntos de vista y concluir en una sola.

#### 5) Evocar la imaginación.

Aquí se sugiere diseñar un curso con elementos imaginativos y motivadores que ayuden a los estudiantes a imaginar, de aquí la idea de "evocar la imaginación". La idea central de este tipo de diseño de programas es la aplicación del hecho de que los estudiantes aumentan las ideas con organizaciones de conocimiento ya existentes.

#### 6) Guardar silencio.

Esta idea evoca al principio de que algunas veces es mejor dejar algunas cosas sin decir por algún tiempo. Sin embargo este silencio puede ser remplazado por aspectos cinestéticos y el lenguaje artificial de la computadora, por ejemplo, fotografías, dibujos, algunos enunciados explicativos, etc; en donde el estudiante juega con opciones, interpretando fotografías sin miedo a conjeturar una, dos o tres veces si es necesario.

Para concluir, todas las estrategias de diseño de programas descritas aquí funcionan más efectivamente en un marco en el que tanto maestros como estudiantes esten conside-

rados como partes integrantes del equipo de diseño de cursos. Esto, afirma Dwyer (1974) "puede ser el secreto mas importante de un buen diseño de un programa".

#### 3.4.4 Ejemplos de Lecciones Solo.

Para ejemplificar algunas de las lecciones del sistema SOLO se utilizan laboratorios o talleres en donde los alumnos emplean la computadora para aprender. Veamos algunos ejemplos.

En un programa de apoyo a las matemáticas se organizaron cuatro laboratorios llamados: 1) laboratorio de Computación 2) laboratorio de Dinámica, 3) laboratorio de Síntesis y 4) laboratorio de Simulación. Cada uno de estos laboratorios se enfocó al desarrollo de habilidades y seguimiento de proyectos de investigación. El diseño del programa para cada laboratorio consistió de material de apoyo para cada asignatura y programas instruccionales por computadora amenos, con el fin de crear un ambiente rico en información y alegre.

Veamos a continuación cada uno de los laboratorios.

##### 1) Laboratorio de Computación.

Este laboratorio estuvo enfocado a aquéllos aspectos de matemáticas que son descritos por algoritmos. Aquí los estudiantes tuvieron acceso a una computadora local y terminales. La habilidad que debieron desarrollar los estudiantes fué el de aprender programación. Algunos de los proyectos elaborados por los estudiantes en este laboratorio fueron: el desarrollo de programas para la contabilidad e inventario de una tienda pequeña; programa para manejar datos y fechas; programas para representar gráficamente todo tipo de curvas matemáticas. La importancia de este laboratorio es que los

estudiantes consigan por sí mismos vencer los problemas presentados en el desarrollo de sus proyectos.

## 2) Laboratorio de Dinámica.

Este laboratorio se enfocó a las matemáticas que describen un proceso, el programa de computadora utilizado fué un simulador de vuelo. La habilidad que el estudiante debe desarrollar en este laboratorio es la de lograr aterrizar con todos los instrumentos, o volverse bueno para instruir a un compañero a hacerlo. El proyecto a realizar en este laboratorio fué el de escribir un programa que represente gráficamente la trayectoria y aterrizaje del simulador de vuelo.

## 3) Laboratorio de Síntesis.

En este laboratorio se emplearon métodos matemáticos que hacen uso del principio de sobreposición. Los aparatos utilizados fueron "el monstruo musical" (una especie de organo de banda programable -sintetizador-) y un "multihabilidades" (aparato de comunicación). Los proyectos que se desarrollaron por los estudiantes fueron el diseño, investigación y creación de trabajos originales en composición musical, efectos de sonido y comunicación.

## 4) Laboratorio de Simulación.

Aquí se utilizaron las matemáticas como herramienta para crear nuevos modelos de la realidad que pueden ser estudiados y manipulados. Algunos de los modelos son físicos (como puentes, elevadores, módulos lunares, etc) y algunos abstractos (como una ecología). La habilidad que los estudiantes debían adquirir es la de utilizar las matemáticas aplica-

das, a un sin fin de proyectos posibles.

### 3.4.5 Fundamentación Psicológica del Sistema Solo

La fundamentación psicológica del sistema SOLO, se encuentra organizada por una amalgama de principios y propuestas de renovación educativa. Dwyer al elaborar su proyecto, retoma principalmente las ideas de J. Dewey, C. Rogers y J. Piaget, los cuales encuentran su lugar teórico en la corriente de la Escuela Progresista.

Revisaremos y vincularemos a continuación las principales características del sistema SOLO, con los principios y propuestas de los tres autores mencionados anteriormente.

Como citamos páginas atrás, una de las características más importantes del sistema SOLO, es la importancia que se le da a la "exploración" como medio para que el estudiante aprenda a resolver problemas y encontrar respuestas a éstos. Esta idea sugiere, por una parte, el considerar al proceso de aprendizaje como una actividad en dónde el estudiante se manifieste como un ser activo, inquieto, curioso, etc., ante el mundo que le rodea. Por otro lado encuentra su vinculación y fundamentación en Dewey cuando menciona que el "acto de aprender se da cuando nos vemos retados por un problema que nos estimula a buscarle una solución". (Bowen, 1979, p. 169) (24).

Para Dewey lo importante en este sentido, es proporcionar al alumno las condiciones que estimulen el pensamiento y la actitud del alumno hacia la búsqueda del camino para resolver su problema.

Para C. Rogers el principio básico en esta caracterís-

tica es la confianza puesta en las potencialidades del sujeto. Rogers considera al alumno como un ser humano que posee "una potencialidad natural para el aprendizaje; una curiosidad innata por su mundo, que le moverá constantemente a asimilarlo. (Rogers, 1975, p. 130) (25). Rogers afirma que el aprendizaje se facilita cuando el estudiante participa responsablemente en el proceso mismo de aprender; éste será mayor cuando el alumno elija su dirección, ayude a descubrir sus recursos, formule sus propios problemas, decide su curso de acción y vive la consecuencia de cada una de sus elecciones. (1975).

Por otra parte, en la teoría piagetiana, la característica de exploración para llegar al aprendizaje se manifiesta en el principio de la acción. Esto significa que conocer un objeto es actuar y operar sobre él y transformarlo. Según Piaget "conocer es asimilar lo real a estructuras de transformaciones siendo estas elaboradas por la inteligencia y la acción". (Piaget, 1972, p. 53)(26).

Cabe aclarar que para Piaget lo importante es conocer cómo el sujeto interactúa con el objeto de estudio y cómo lo transforma. En este sentido, Piaget enfatiza como fundamental el papel de la acción y la experimentación del sujeto, así como los mecanismos por los cuales el sujeto asimilará y transformará el objeto de estudio. Relacionando estas ideas con la computación se advierte que la importancia de éstas recae en el establecimiento de una relación bidimensional alumno-máquina o alumno-ordenador en la medida en que es importante conocer cuál es la relación que guardan estos dos elementos en el proceso de aprendizaje.

A partir de lo anterior, es evidente que el tema común que se recoge en el sistema SOLO está dado por la traslación que se hace del eje educativo: del adulto al niño o

del maestro al alumno. Por otro lado también se manifiesta una plena confianza en el estudiante y sus potencialidades para el aprendizaje, considerándosele, como un ser pensante y responsable para lograr alcanzar sus propias metas en el proceso de aprendizaje. .

El segundo punto a analizar es el cambio de papel que sufre el maestro dentro del sistema SOLO. Para Dwyer el profesor o programa instruccional son vistos como agentes auxiliares en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno, dentro del contexto del sistema SOLO. Esta característica se fundamenta principalmente en los principios de Rogers sobre las relaciones entre profesores y alumno y el aprendizaje; para Rogers, "el núcleo de la relación educativa esta centrada en el aprendizaje, no en la enseñanza, desde su punto de vista, lo que una persona enseña a otra es relativamente intrascendente y sin influencia apreciable para la conducta. El principio que rige esta postura es aquél según el cual no podemos enseñarle a una persona directamente; sólo podemos facilitar su aprendizaje". (Palacios, 1984, p. 223) (27). De esta manera, en el sistema SOLO, lo fundamental es que el profesor y/o el programa instruccional se conviertan en facilitadores y creadores de ambientes flexibles, agradables y motivadores para el aprendizaje, al mismo tiempo que, ayuden a fomentar buenas relaciones entre los mismos estudiantes y el maestro.

La tercera característica corresponde a la flexibilidad y multidireccionalidad del sistema SOLO, en donde los programas se caracterizan por ser flexibles en tanto que se adaptan a las condiciones y necesidades de aprendizaje del alumno, no llevan una secuencia establecida y son autónomos en la medida en que es el estudiante el que estructura el programa al ir explorando o investigando posibilidades de resolución al problema presentado. Esta idea se fundamenta

con algunas de las críticas hechas en contra de la escuela tradicional. Por un lado, nos dice Dewey, que en la escuela tradicional no hay oportunidad de ajuste a las diversas capacidades y exigencias de los alumnos. Hay cierta cantidad de resultados y logros preestablecidos con los que todos los niños se deben familiarizar en un tiempo dado. La educación en este sentido es rígida, lineal; no hay otros caminos de actuación que los establecidos por los métodos y materiales utilizados. No existe tampoco, ninguna correspondencia con los intereses y necesidades de los alumnos. Por su parte Piaget propone que "al contrario de la escuela tradicional que parte de un programa que intenta imponer a los alumnos, es decir, que intenta acomodar a los niños a los programas, los métodos nuevos postulan que sea el programa el que se acomode a los niños" (Ibidem. p. 75) (28).

De esta manera, el sistema SOLO, se vincula con - las ideas de la escuela nueva, sobre la importancia de considerar las necesidades y condiciones de los alumnos, en la medida en que los programas, como ya se mencionó anteriormente, sean flexibles y multidireccionales para que el alumno pueda seguir varios y distintos caminos para encontrar o descubrir la solución a sus problemas.

La idea de construir ambientes educativos en donde los estudiantes encuentren información, les sea motivante el aprender y ayude a la exploración, es la cuarta característica a revisar. Esta idea se fundamenta principalmente en la crítica sobre los ambientes educativos de la escuela tradicional, en donde los alumnos se encuentran encajonados en cuatro paredes, con un banco y una mesa en donde apenas cabe un cuaderno y un lápiz y con una o dos fuentes de información; el maestro o el libro. Ante tales circunstancias si se pretende establecer un ambiente en el que surjan intereses y activi-

dades creativas, es evidente que la propuesta de Dwyer es importante. Esta idea se vincula estrechamente con las propuestas establecidas por Rogers, cuando menciona que se debe organizar el entorno de tal forma que el aprendizaje se haga posible. Por otra parte, Piaget propone integrar la vida social dentro del aula, esto significa, permitirles a los estudiantes participar colectivamente en las tareas haciendo grupos de trabajo, equipos, etc. y con esto fomentar la solidaridad entre alumnos y maestros.

Estas dos ideas revisten capital importancia para Dwyer, en el sentido, de que le permiten configurar para el sistema SOLO, el ambiente necesario para que los alumnos se sientan libres y sin miedo a explorar por medio de la computadora o en ambientes de simulación.

La quinta y última característica a revisar es la relacionada con el propósito de hacer que los alumnos aprendan por medio de un proyecto de trabajo, es decir, en la solución de una tarea que involucre el aprendizaje de conceptos, la investigación y la resolución de problemas a través de la tarea o problema estudiado. Esta cuestión evoca a la consideración de que por medio de la resolución de problemas el alumno aumentará su potencial de creatividad y por ende de aprendizaje

También nos traslada al pensamiento de Rogers sobre el aprendizaje que este autor llama vivencial o significativo la idea central de estos conceptos es que el aprendizaje de esta naturaleza es más eficaz que el memorístico, en la medida en que este aprendizaje se refiere a eventos o hechos reales o significativos para el niño, es decir, la idea es que el alumno aprenda por medio de elementos significativos, en este caso -soluciones de tareas o problemas determinados-. Este tipo de aprendizaje, necesita de circunstancias específicas

y sólo es posible cuando lo que se va a aprender reviste un significado especial para quien realiza el aprendizaje.

Algunas de las características de este tipo de aprendizaje son:

- a) Posee una cualidad de compromiso personal;
- b) Pone en juego factores afectivos y cognitivos;
- c) Es autoiniciado;
- d) No se basa en un curriculum predeterminado; sino en la autoselección de los programas;
- e) Las tareas no son uniformes para todos sino que cada estudiante determina la suya;
- f) El maestro es la modalidad más infrecuente de instrucción;
- g) Los exámenes y las calificaciones pierden su sentido, su valor, y sus prerrogativas.

Para concluir, podemos decir que el sistema SOLO es un conjunto de principios y propuestas todas ellas encaminadas al desarrollo de habilidades cognoscitivas y afectivas del alumno, así como del proceso de enseñanza-aprendizaje. Piensese, de esta manera, en un ambiente diferente al de la educación tradicional, que aún en nuestros días se percibe. Con la introducción de las propuestas de Dwyer en la enseñanza asistida por computadora se puede pensar en sujetos independientes, creativos, audaces y curiosos por el mundo que les rodea. Así como, una escuela o salón de clase tipo laboratorio en donde las posibilidades para crear, inventar o descubrir cosas nuevas se abren a los estudiantes.

### 3.5 SISTEMA LOGO

#### 3.5.1 Origen

El sistema LOGO fue creado por Seymour Papert, matemático de formación, quien fue discípulo de Jean Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra, Suiza, entre 1959 y 1964. Aquí se interesó en la psicología de la inteligencia e inició sus estudios sobre el aprendizaje de los niños. Después se trasladó al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Estados Unidos y continuó sus investigaciones en el mismo campo junto con Marvin Minsky, director del Laboratorio de Inteligencia Artificial de este instituto.

En este laboratorio se formó el denominado grupo LOGO, conjunto de investigadores dedicado a crear nuevos medios tecnológicos de ayuda para la educación de los niños. El resultado de las investigaciones realizadas en el MIT fue el sistema LOGO, nombre empleado por Papert y Minsky desde 1970 para designar un proyecto situado en el punto donde convergen las investigaciones sobre inteligencia artificial y ciencias de la educación.

Este sistema se ha utilizado en escuelas primarias públicas de las ciudades de Boston y Nueva York.

#### 3.5.2 Características

Antes de centrarnos en las características principales de LOGO, detallaremos brevemente, que es LOGO, para comprender más adelante los principios y propuestas básicas de este sistema.

Hay que entender primariamente que el sistema LOGO

es el resultado de una vasta gama de investigaciones en inteligencia artificial y ciencias de la educación, encaminadas a la creación de nuevos modelos pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje. De tales investigaciones surge LOGO, que es como lo describe S. Papert "un lenguaje de computación y un ejemplo particular de microcosmos de aprendizaje" (Papert, 1981, p. 9)(29).

Sin embargo, LOGO es un sentido más amplio es "una teoría del conocimiento, donde convergen la epistemología genética de J. Piaget y las investigaciones de la informática sobre la inteligencia artificial; un lenguaje de computadora para la educación y una propuesta pedagógica que permita la utilización de material tecnológico que deje al usuario someter a prueba el poder de sus ideas al tratar de comprobarlas" (Bossuet, 1985, p. 45). Así, el sistema LOGO se estructura fundamentalmente por tres elementos: una teoría del conocimiento, un lenguaje y una propuesta pedagógica.

### 3.5.3 La Teoría LOGO

La teoría del conocimiento adoptada para LOGO consume una síntesis entre la concepción del desarrollo del niño elaborada por Piaget y el estudio del problema del pensamiento en el campo de la inteligencia artificial. El niño deja de ser el objeto que se debe moldear, educar. Se transforma en sujeto. Así la teoría LOGO propone un nuevo modelo de investigación en educación: construir para los niños nuevos elementos de conocimiento, otorgando un sitio importante a la apropiación de la tecnología por el usuario, en donde estos puedan ensayar modelos nuevos de investigación educativa. Papert (1981) en este sentido, nos dice, "en mi concepción, el niño programa la computadora y, al hacerlo, adquiere un sentido de dominio sobre un elemento de la tecnología más

moderna y poderosa y a la vez establece un íntimo contacto con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, la matemática y el arte de construcción de modelos intelectuales".

La afirmación anterior se puede analizar en dos partes: primera, enseñar a los niños estrategias para solucionar problemas utilizadas en inteligencia artificial (considerandola como una ciencia cognoscitiva, que tiene como propósito dar forma concreta a ideas sobre el pensamiento) de modo que ellos también puedan pensar más concretamente sobre los procesos mentales. Y por otro lado, considerar al niño como constructor de sus propias estructuras intelectuales.

#### 3.5.4 Lenguaje LOGO

El lenguaje LOGO fué pensado y elaborado para facilitarle al estudiante hacer sus propios programas, esto implicó que estuviera constituido por palabras sencillas que el niño pequeño pudiera utilizar. Lo importante según Papert es crear un lenguaje lo más natural y cercano al del niño, de esta manera, el lenguaje LOGO se origina de un conjunto de listas de palabras de la familia de LISP, lenguaje utilizado en investigaciones de inteligencia artificial. Este se encuentra estructurado por palabras "llave" que forman un amplio repertorio de instrucciones, las cuales a su vez hacen que se ejecuten inmediatamente órdenes marcadas por el usuario (programa).

Otro aspecto interesante del lenguaje LOGO son los instrumentos con que se ayuda para funcionar como herramienta didáctica.

Este universo material LOGO consiste en "un montaje de módulos tecnológicos. En la actualidad se trata de una tortuga mecánica capaz de:

- Cambiar de posición;
- cambiar de dirección;
- dejar en el suelo una marca de su traslado;
- emitir una señal sonora o luminosa;
- tratar de tomar contacto con un objeto.

Este sistema contiene además, una tortuga gráfica capaz de:

- Cambiar de posición en forma relativa o absoluta respecto del centro de la pantalla.
- Cambiar de dirección en forma relativa o absoluta respecto de una dirección inicial;
- Ejecutar un cambio de posición con una velocidad lineal constante, o un cambio de dirección con una velocidad angular constante;
- Dejar o no una marca de su traslado.

También comprende: un dispositivo impresor que posibilita conservar un registro escrito del trabajo ejecutado; una unidad temporal capaz de controlar la frecuencia y la duración de los sonidos y una unidad de memoria.

Todas estas unidades forman parte del universo conceptual ofrecido al niño, o, para utilizar la expresión de Papert, del 'microcosmos' que el niño explora". (Bossuet, 1985, pp. 52-53) (30).

Otro de los puntos importantes del lenguaje LOGO es la forma como se estructuran los programas. Como se mencionó anteriormente, LOGO cuenta con una serie de palabras "llave"

Las cuales utiliza el niño para ordenar a la computadora determinadas instrucciones (programa), la serie o conjunto de éstas son almacenadas y procesadas en la memoria de la computadora, así cuando el alumno pida a la computadora ejecutar las instrucciones, éstas serán desarrolladas en secuencia.

Las instrucciones para las computadoras incluyen órdenes tales como ADELANTE, ATRAS, IZQUIERDA Y DERECHA. Estas son lo que Papert denomina "IDIOMA DE TORTUGA" el cual esta hecho para que los niños pequeños se inicien en el aprendizaje de la "geometría de la tortuga", más adelante desarrollaremos ampliamente este punto.

Las órdenes DELANTE y ATRAS hacen que la tortuga se mueva en línea recta en la dirección de su orientación: su ubicación cambia, pero su orientación permanece igual. Otras dos órdenes modifican la orientación sin afectar la ubicación: DERECHA e IZQUIERDA hacen que la tortuga "Pinotee, modifique su orientación mientras permanece en el mismo lugar.

Para ilustrar lo anterior veamos un ejemplo simple: comencemos por suponer que hay una tortuga en un lugar determinado de la pantalla de la computadora, o en el piso, y que está mirando en una dirección determinada. 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 de dirección, escribe la instrucción IZQUIERDA (o DERECHA) seguida por un número que especifica la cantidad de grados de rotación respecto de la dirección original. Supongamos que un niño quiere que la computadora dibuje un triángulo. Dado que el niño debe "enseñarle" como hacer un triángulo a la tortuga, tiene que construir una nueva instrucción escribiendo el siguiente programa, el cual, en algún sentido, describe un triángulo:

## DEFIEN "TRIANGULO"

1	ADELANTE	150
2	IZQUIERDA	120
3	ADELANTE	150
4	IZQUIERDA	120
5	ADELANTE	150
6	IZQUIERDA	120

FIN

(ejemplo tomado de Howe, 1981, p. 28)

Este tipo de programas serán revisados ampliamente cuando toquemos el punto de ejemplos de lecciones LOGO mientras tanto. podemos afirmar que con este tipo de programas el niño se familiariza con ideas básicas de computación, tales como variables, recurrencia, procedimientos, 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 gama 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.

La propuesta pedagógica de LOGO incluye, por un lado, un nuevo modelo de investigación en educación con el fin de construir para los niños nuevos elementos y herramientas que propicien la motivación, el interés, la investigación y la educación en la adquisición del conocimiento. Esto nos conduce a la idea de la apropiación de la tecnología por parte del alumno. Pero ¿cómo es que el estudiante se apropia de la

tecnología? Papert propone para esto, la creación de ambientes o "microcosmos" en donde los usuarios pueden ensayar modelos de pensamiento o descubrir modelos nuevos. Estos ambientes se caracterizan por fomentar actividades muy variadas y ricas en descubrimientos, por la calidad de las relaciones humanas que propicia entre alumnos y maestros y por fomentar interacciones más ricas y profundas que las que se ven comúnmente en las escuelas actuales en conexión con todo lo que es matemático. De esta manera, los microcosmos son ambientes de aprendizaje interactivo sobre la base de computadoras donde los estudiantes pueden convertirse en arquitectos activos constructores de su propio aprendizaje. En este sentido, el aprendizaje es considerado como el armar un conjunto de materiales y herramientas que uno puede manejar y manipular. Desde el punto de vista computacional, se trata de escribir y ejecutar un programa que incluya el paso fundamental de la depuración.

Una segunda propuesta se refiere a enseñarle a los niños estrategias utilizadas en inteligencia artificial. La definición de inteligencia artificial I.A. puede ser estricta o amplia. En sentido estricto, la I.A. se ocupa de "ampliar la capacidad de las máquinas para realizar funciones que se considerarían inteligentes si las realizaran las personas. Su objetivo es construir máquinas y, al hacerlo, se la puede considerar una rama de la inteligencia avanzada. Pero para construir dichas máquinas, generalmente es necesario reflexionar no solamente sobre la naturaleza de las máquinas sino también sobre la naturaleza de las funciones inteligentes que deben ser realizadas. Por ejemplo, para hacer una máquina que pueda recibir instrucciones en lenguaje natural, es necesario sondear profundamente la naturaleza del lenguaje. A fin de hacer una máquina capaz de aprender, tenemos que sondear a fondo la naturaleza del aprendizaje. De este tipo de investigación surge la definición más amplia de inteligencia artifi-

cial: la de una ciencia cognoscitiva. En este sentido, el propósito de la I.A. es dar forma concreta a ideas sobre el pensamiento que antes pudieran parecer abstractas" (Papert, 1981, pp. 182-83)(31). Así una de las implicaciones de la inteligencia artificial es que enseñar a los niños a construir y usar programas de computación para explicar y poner a prueba su pensamiento acerca de los diferentes problemas es una actividad educativa valiosa.

Otro de los puntos importantes de la propuesta pedagógica de LOGO es el considerar al niño como constructor de sus propias estructuras inteligentes. A este respecto Papert nos dice "tomo de J. Piaget un modelo del niño como constructor de sus propias estructuras inteligentes. Los niños parecen ser aprendices innatos bien dotados y adquieren, mucho antes de ir a la escuela, una enorme cantidad de conocimientos mediante un proceso de dominio 'aprendizaje piagetiano' o 'aprendizaje sin enseñanza'" (Ibidem p. 19) (32).

En este sentido lo que Papert considera fundamental es dejar que el alumno adquiera su propio conocimiento a partir de la interacción directa con la computadora y así mismo de sus propios fracasos. Para Papert los fracasos de los estudiantes al estar investigando la resolución de un problema son elementos útiles para encontrar la solución, se podría decir, que en los ambientes de aprendizaje LOGO, los errores cometidos por los niños, no son considerados como tales, sino más bien, como elementos de ayuda y de reflexión para poder resolver con éxito cualquier problema o tarea realizada.

Otro aspecto importante en este punto es la función del maestro. Aquí se le considera como un facilitador o instructor quien no suministra respuestas a preguntas elaboradas por los niños, sino que, en cambio, introduce al estudiante

en el método para resolver no sólo un problema, sino también una extensa gama de otros diferentes. Este método se resume en la frase "jugar a la tortuga". Se estimula al niño a mover su cuerpo como debe hacerlo la tortuga en la pantalla para realizar el modelo deseado. Así el maestro de LOGO responderá preguntas, dará ayuda si se le pide, a veces también, simplemente actúa en forma espontánea como lo hacen las personas en todas las situaciones sociales no estructuradas cuando están entusiasmadas por lo que están haciendo. De esta manera, LOGO enriquece y facilita la interacción entre todos los participantes y ofrece oportunidades para una relación más honesta, eficaz y articulada. Es un paso hacia una situación en la que puede desdibujarse la frontera entre estudiantes y maestros.

De igual importancia es la propuesta de modificar el ambiente del aprendizaje dentro de las aulas. Papert considera que el salón de clases es un ambiente de aprendizaje artificial e ineficiente que la sociedad se ha visto obligada a inventar debido a que sus ambientes informales fallan en ciertos dominios esenciales del aprendizaje, como la escritura, la gramática o las matemáticas. Piensa que la presencia de las computadoras permitirá modificar de tal modo el ambiente del aprendizaje fuera de las aulas que gran parte, sino la totalidad, del conocimiento que las escuelas tratan actualmente de enseñar con tanto esfuerzo y costo y un éxito tan limitado será aprendido, al igual que el habla, sin esfuerzo, con éxito y sin instrucción organizada.

### 3.5.5 Ejemplos de Lecciones LOGO

Como hemos mencionado anteriormente, en el ambiente LOGO, no existen lo que podría llamarse lecciones o programas definidos de "X" aprendizaje, sino que, es el alumno el que

hace o construye sus propios programas enseñándole a la tortuga a hacer determinada figura o modelo.

Es importante resaltar que LOGO se elaboró para hacer más sencilla para los niños la adquisición de conceptos y principios de matemática y física, para tal fin lo que Papert propone es lo que él denominó "la geometría de la tortuga" que se define como: un estilo diferente de hacer geometría o un estilo computacional de geometría. La geometría de la tortuga fué diseñada específicamente para ser algo a lo que los niños pudieran encontrarle sentido, algo que estuviera en consonancia con su sentido de lo que es importante. Y fue diseñada también, para ayudar a los niños a desarrollar la estrategia matemática: a fin de aprender algo, encontrarle primero el sentido.

Algunas de las estrategias utilizadas en la geometría de la tortuga son: al abordar un problema recorrer una lista mental tipo como: ¿cómo puede este problema ser subdividido en problemas más simples? ¿puede ser relacionado con otro problema que ya se resolverá? La geometría de la tortuga se presta a éste ejercicio y suministra excelentes oportunidades de practicar el arte de descomponer las dificultades. Otra de las estrategias es el de, para resolver un problema, buscar algo similar que ya comprendas. Este consejo se convierte en un principio concreto de procedimiento: "juega a la tortuga. Haslo tu mismo". Así el niño que ha trabajado extensamente con tortugas llega a estar profundamente convencido del valor de "buscar algo parecido" obteniendo como resultado la confianza y la habilidad necesarias para aprender a aplicar el principio en situaciones, como la mayoría de las que se encuentra en matemática escolar, dónde las similitudes son menos evidentes.

Para ilustrar lo anterior, veamos a continuación

un ejemplo de las actividades o experiencias de los niños que han estado en contacto con LOGO.

Ejemplo, Pamela

Ella comenzó por enseñar a la computadora CUADRADO y TRIANGULO. con los programas siguientes:

PARA CUADRADO

ADELANTE 100

DERECHA 90

ADELANTE 100

DERECHA 90

ADELANTE 100

DERECHA 90

ADELANTE 100

FIN

PARA CUADRADO

REPETIR 4

ADELANTE 100

DERECHA 90

FIN

PARA TRIANGULO

ADELANTE 100

DERECHA 120

ADELANTE 100

DERECHA 120

ADELANTE 100

FIN

PARA TRIANGULO

REPETIR 3

ADELANTE 100

DERECHA 120

FIN

Luego vio que podía construir una casita poniendo el triángulo encima del cuadrado. De modo que lo intenta:

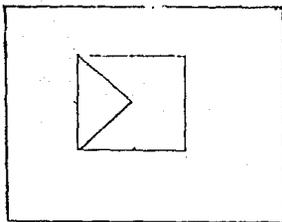
PARA CASITA

CUADRADO

TRIANGULO

FIN

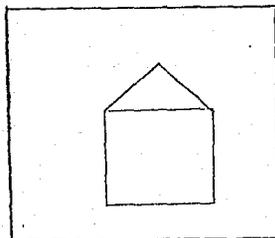
Pero cuando da la órden CASITA, la tortuga dibuja (Fig. 1).



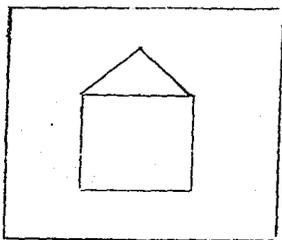
¡El triángulo salió dentro del cuadrado en vez de salir encima!

Hay muchas maneras de corregir este defecto. Pamela descubrió una de ellas jugando a la tortuga. Caminando sobre la huella de la tortuga vio que el TRIANGULO había quedado dentro del CUADRADO por que el primer movimiento de giro de aquélla al comenzar el triángulo había sido hacia la derecha. De manera que podía corregir el defecto haciendo un programa de triángulo de giro hacia la izquierda.

El procedimiento reformado produce el siguiente cuadro (Fig. 2)



El estudiante ve un progreso, pero ve también que los casos frecuentemente no están absolutamente bien o mal sino que más bien se hallan sobre un continuo. La CASITA esta mejor pero todavía tiene un defecto. Jugando un poco más a la tortuga se localiza este último defecto y se corrige agregando un DERECHA 90 como primer paso del programa, dandose el resultado esperado por Pamela. (Fig. 3).



Un ejemplo más es el de usar bloques de construcción. Algunos niños usan los bloques de construcción de programa para hacer dibujos concretos como la CASITA. Otros prefieren efectos más abstractos. Por ejemplo, si uno da la orden CUADRADO, gira la tortuga con un DERECHA 120, hace CUADRADO otra vez, gira la tortuga con un DA 120, hace CUADRADO una vez más y, si continúa repitiendo, obtiene el CUADRO de la figura 4a. Una rotación más pequeña, con DA 10, produce el CUADRO de la figura 4b.

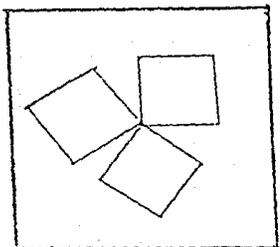


Fig. 4a.

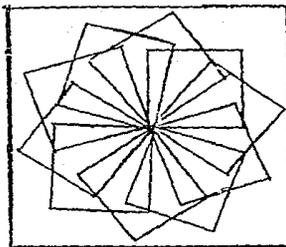


Fig. 4b.

Estos ejemplos demuestran que los principios de continuidad y de poder hacen 'aprendible' la geometría de la tortuga. (ejemplo tomado de Papert, 1981, p. 81) (33).

Hasta aquí hemos visto todo lo referente al origen características y ejemplos de lecciones LOGO, pasemos ahora a revisar su fundamentación psicológica.

### 3.5.6 Fundamentación Psicológica del Sistema LOGO.

La fundamentación psicológica del sistema LOGO, se basa primeramente en la consideración de tomar al niño como sujeto activo y constructor de su propio conocimiento. Papert retoma esta idea de Piaget, sin embargo difiere en un aspecto. Piaget atribuye a la cultura circundante una fuente de materiales para que los niños interactúen con ellos y logren adquirir o construir su propio conocimiento. Para Papert este aspecto es relativamente pobre, ya que como dice él "la cultura puede suministrar materiales pero también puede bloquear su utilización" (Ibidem, p. 20) (34). De esta manera, para Papert es

fundamental que los niños puedan aprender a usar las computadoras para modificar el modo en que aprenden todo lo demás. Para esto, este autor ha trabajado en la creación de ambientes en que los niños puedan aprender a comunicarse con las computadoras. La metáfora de imitar el modo en que los niños aprenden a hablar ha acompañado permanentemente el trabajo de Papert así como la conducción a una perspectiva de la educación y de la investigación educacional muy diferente a la tradicional.

En este sentido la tecnología juega un papel esencial para modificar o transformar en gran medida la visión de la educación actual. Sin embargo, el centro de interés de Papert no está en la máquina sino en la mente y particularmente en el modo en que los movimientos intelectuales y las culturas se definen a sí mismos y se desarrollan. De hecho el papel asignado a la computadora por Papert (1981) es el de portadora de "semillas" o "gérmenes" culturales cuyos productos intelectuales no requerirán soporte tecnológico una vez que hayan hechado raíces en una mente en crecimiento activo. Por otra parte, Papert otorga también importancia a la influencia de los materiales que suministra una cultura específica en la determinación del orden en que el niño desarrolla diferentes capacidades intelectuales. De esta forma, la metáfora de la computadora como entidad matemático-parlante pone al sujeto en un tipo de relación de aprendizaje nuevo con un dominio importante del conocimiento. Por ejemplo, cuando un niño aprende a programar, el proceso de aprendizaje se transforma. Se torna más activo y autodirigido. En particular el conocimiento se adquiere con un propósito personal reconocible. El niño hace algo con él; el nuevo conocimiento es una fuente de poder y es experimentado como tal a partir del momento en que comienza a formarse en la mente del niño.

Papert observó que los ambientes intelectuales que

las culturas de la actualidad ofrecen a los niños son pobres en oportunidades de sacar a la superficie su reflexión sobre el pensamiento, de aprender a hablar sobre ella y a verificar sus ideas externalizandolas. El acceso a las computadoras puede modificar esta situación. El trabajo con la computadora abre nuevas oportunidades para avivar la propia reflexión sobre el pensamiento: la programación de la computadora se inicia obligándose a reflexionar sobre cómo uno mismo hace lo que querría que hiciera la computadora (en los ambientes LOGO, la Tortuga). Así enseñar a la "tortuga" a actuar puede conducir a reflexionar sobre las propias acciones y el propio pensamiento. Y a medida que los niños avanzan, programan la computadora para que tome decisiones más complejas para encontrarse involucrados en una reflexión sobre aspectos más complejos de su propio pensamiento. En consecuencia, es necesario apoyar a los niños en tanto ellos construyan sus propias estructuras intelectuales con materiales tomados de la cultura circundante.

En este modelo, la intervención educativa significa modificar la cultura, introducir en ella nuevos elementos constructivos y eliminar los nocivos.

Otro aspecto importante de la fundamentación de LOGO, es la modificación que hace Papert al currículo para el diseño de nuevas formas de enseñar el contenido escolar. Esta idea es interesante en la medida de, como mencionamos anteriormente, diseñar nuevos materiales y nuevas formas para que los niños se apropien o construyan su conocimiento es de vital trascendencia, en este sentido la idea de Papert está en el cambio de los contenidos y formas de enseñanza que deben modificarse, en el sentido de diseñar no un programa bien estructurado, sino un ambiente de aprendizaje y un material que fomente y enriquezca la actividad del niño para investigar, pensar

y depurar sus propios trabajos. En este sentido para Papert es fundamental que los alumnos logren obtener en su trabajo con la computadora o con la tortuga el concepto de depuración. Este aspecto es interesante en la medida en que ayuda a fomentar la confianza de los niños al intentar resolver algún problema, pues como ya hemos mencionado, en los ambientes LOGO no existe el concepto de "error", "esta mal" o "estas equivocado" al contrario, en estos ambientes estos hechos son considerados como normales pues forman parte de los pasos necesarios del proceso mismo de aprendizaje del niño. De esta forma es necesario reflexionar en la interacción sistema-alumno. La interacción del alumno con el sistema LOGO es una forma de hacer que ellos aprendan sobre el pensamiento y al mismo tiempo del aprendizaje. Anteriormente mencionamos que el alumno es el que programa a la computadora para que ejecute algún procedimiento o programa. Pues bien, el hecho de que sea el alumno el que programe a la computadora significa que éste debe conocer primero como hacer tal operación o dibujo para "enseñarle" a la computadora como hacerlo. De esta suerte el niño debe entonces, pensar e intentar hacerlo o construir algún procedimiento. Este trabajo de enseñarle a la computadora a hacer cosas (programarla) es considerado como un proceso de aprendizaje que lleva consigo un proceso de depuración, estrategias en solución de problemas, aspectos de modularidad, jerarquía y procedimientos.

Por otro lado, el papel del maestro estará definido como guía y orientador en los procesos de solución de problemas de los niños. Quizás le diga al alumno cómo hacer para solucionar algún problema dándole varias opciones pero nunca le impondrá alguna, sóloamente le ayudará a pensar o a aclarar en dónde este el error.

Por otra parte, los aspectos de modularidad, jerarquía

y procedimientos son estrategias utilizadas en los ambientes de aprendizaje LOGO. Estos suministran al estudiante formas de resolución de problemas, con ellas un problema puede ser dividido en pasos pequeños o simples cuando el problema es demasiado complejo; la estrategia de jerarquía ayuda a sistematizar los procesos de solución de problemas al priorizar los pasos seguidos en el programa, los procedimientos por su parte, están involucrados con la depuración, encontrar los errores y corregirlos.

Así, el modificar el currículo lleva consigo la idea de que son el alumno y el maestro los que deciden su propio currículo o programa a seguir, de acuerdo a un plan y objetivos de aprendizaje previamente estipulados para el área o materia a estudiar.

A partir de todo lo anterior la idea de Papert es una renovación educativa a partir del uso de la tecnología computacional, atacando principalmente tres rasgos que caracterizan a la educación tradicional que son: la disfuncionalidad, la desvinculación y la falta de significatividad de los contenidos educacionales. De esta manera, Papert propone instrumentar o aplicar algunas de las ideas de Piaget al uso de las computadoras en educación que puedan servir para reducir la brecha entre los nuevos problemas educativos que plantea una sociedad altamente industrializada. Para esto Papert nos da un ejemplo de lo que para él sería un nuevo modelo de escuela: la escuela de samba. En estas escuelas (brasileñas) los grupos se preparan por separado -y en competencia- en su propio ambiente de aprendizaje, que se denomina escuela de samba. Estas no son escuelas como las que conocemos, son clubes sociales con miembros que pueden sumar desde unos centenares a muchos millares. Cada club posee un edificio, un lugar para bailar y reunirse. Los miembros de una escuela de samba

van allí la mayoría de los fines de semana por la noche para bailar, beber y reunirse con sus amigos.

Durante el año cada escuela de samba elige su tema para el próximo carnaval, se seleccionan las estrellas, se escriben y corrigen las letras, se crea y se corrige la coreografía del baile. Los miembros de la escuela varían en edad desde niños hasta abuelos y en capacidad desde novatos hasta profesionales. Pero bailan juntos y, al hacerlo, cada uno está aprendiendo y enseñando a la vez que baila. Estas escuelas se caracterizan por su gran sentido de cohesión social, de pertenencia a un grupo y un objetivo común. La mayor parte de la enseñanza, si bien tiene lugar en un ambiente natural, es deliberada. (Ibidem, p. 205) (35).

En este sentido lo que Papert trata de decirnos es que hay que crear ambientes que sean reales, socialmente cohesivos y en donde todos, expertos y novatos estén aprendiendo. Así este autor considera que el aprendizaje no es algo separado de la realidad, por el contrario la escuela debe tener un propósito y el aprendizaje debe integrarse a la escuela junto con ese propósito. Dando la oportunidad para que el niño y el maestro o el novato y el experto aprendan juntos.

Para tener una visión panorámica de todo lo anteriormente descrito, a continuación se clasificarán los principales tipos de sistemas de Enseñanza Asistida por Computadora. (EAC).

### 3.6 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR COMPUTADORA

En sus inicios el uso de las computadoras estuvo reservado a las grandes empresas e instituciones como una herramienta de cálculo y de funciones administrativas. Por

otro lado en las áreas educativas el desarrollo de las computadoras presenta dos tipos de uso: a) como instrumento de cálculo, y b) como medio educativo.

Como instrumento de cálculo significó "un fuerte apoyo a la educación superior e investigación, reduciendo el tiempo consumido en cálculos largos y tediosos, facilitando el acceso de un mayor número de estudiantes a áreas muy especializadas. Esta aplicación corresponde al uso común de las computadoras y no presenta mayores dificultades, más allá de contar con lenguajes poderosos y especializados". (SEP, 1985) (36).

El uso de las computadoras como medio educativo tiene dos enfoques: "Cuando se empezó a introducir las computadoras en la enseñanza, a finales de los años sesenta, la manera más obvia de hacerlo era, o bien explicar que eran las computadoras y enseñar a utilizarlas (alfabetización de la informática) o bien utilizarlas como apoyo para enseñar otras cosas (como instrumento de cálculo). El segundo uso era como auxiliares en la tarea de enseñar (Enseñanza Auxiliada por Computadora). En el primer caso la computadora era el objeto de la enseñanza y en el segundo el medio" (Delval, 1983, p. 1)(37)

Pasaremos a describir este segundo uso de la computadora por ser el tema de este trabajo y el que nos interesa tener en claro.

A fin de poder describir las diferentes categorías de sistemas (EAC) de una manera coherente, se utilizará el esquema de clasificación de Hartley, (1976). Dicho autor identifica los siguientes tipos de enseñanza por computadora: a) modelos de control del comportamiento y b) modelos de enseñanza por descubrimiento.

## - Modelos de Control del Comportamiento

Las características de este tipo de modelo son, por un lado, el maestro es un gerente que trata de conseguir unos objetivos concretos lo más presta y eficientemente que se pueda. La enseñanza se centra sobre los programas de estilo tutorial y sobre la toma de decisiones adaptativa fundada en registros de actuación de los estudiantes. Los diseños de programas se emparentan con una visión asociacionista de la Psicología del Aprendizaje de Skinner, según este punto de vista los complejos comportamientos de aprendizaje se ven como una red de asociaciones de estímulo-respuesta. Estos lazos se establecen proporcionando estímulos de refuerzo, tales como el conocimiento de los resultados. Así pues el profesor debe controlar la elección y ordenamiento del contenido y la tarea, de forma que susciten las respuestas requeridas. También controla el tipo de retroalimentación y todos aquellos otros estímulos reforzantes que emplea para mantener y regular el esfuerzo y para conformar comportamientos de aprendizaje más complejos, construyendo cadenas de respuestas compuestas de eslabones pequeños. A parte de esto, también se ordena el material jerárquicamente en temas. Típicamente se elaboran reglas de decisión que al alumno sólo le permiten continuar hacia nuevas secciones del material después de haber demostrado su competencia en módulos de nivel más bajo.

Los programas de este tipo de modelo, se concentran principalmente en el contenido, de ahí que la enseñanza resulte rígida en cuanto a adaptarse a las diferencias individuales de los estudiantes. Los tipos de diálogos utilizados en estos programas exigen comprensión por parte del estudiante y sólo muy raramente compromete al alumno en explicaciones o intenta una conceptualización general del problema. El estudiante en este tipo de sistema de enseñanza tiene limitadas las opor-

tunidades de tomar iniciativas, sin embargo, se pueden reducir estas deficiencias gracias a otros medios de apoyo que el profesor suele emplear. En ese tipo de enseñanza auxiliada por computadora encontramos a los sistemas Stanford/CCC y PLATO, que en la primera parte de este capítulo hemos descrito. El lector encontrará las similitudes de este modelo en las características y fundamentación psicopedagógica de estos sistemas.

Por otro lado, estos sistemas se emplean principalmente en los niveles educativos de enseñanza media y superior en materias como matemáticas, biología, química, e idiomas. Esto es así, por que como ya hemos dicho los programas y lenguajes utilizados exigen comprensión por parte del estudiante.

#### - Modelos de enseñanza por Descubrimiento

En contraste con el modo de enseñanza anterior las técnicas de aprender descubriendo, a través del propio descubrimiento cargan el énfasis en el control que el alumno tiene sobre la construcción de sus propias estructuras de conocimiento. El profesor no es la fuente principal de información, sino que, solamente actúa para estimular y orientar las tareas de los alumnos. Se dice que tales métodos le permiten al estudiante llegar a conclusiones generales y enterarse del propio proceso de generalización. El estudiante aprende a explorar el contexto educativo al tratar de aplicar reglas o principios generales o ejemplos no familiares.

En este tipo de modelo se utilizan programas de simulación para conseguir los objetivos anteriores, al permitir que el estudiante ponga a prueba hipótesis. Estos modos de enseñanza se encuentran relacionados con algunas ideas propugnadas por los psicólogos cognoscitivos, entre ellos Piaget.

Para estos, los objetivos del aprendizaje no se expresan como comportamientos contruidos a través de asociaciones elementales estímulo-respuesta, sino como procedimientos mentales y estructuras de conocimiento que el alumno elabora y emplea.

Por otra parte, en este modelo también se utilizan los modelos de aprender mediante programas de simulación. Estos se han producido y utilizado en ciencias físicas, ingeniería, matemáticas, medicina y estudios sociales. Muchos de los conceptos de estos temas son difíciles de ilustrar, bien por que no se puedan mostrar fácilmente los datos en el aula, bien por los conceptos en sí mismos y las relaciones entre ellos se representen en términos formales y simbólicos que parecen muy apartados de la experiencia diaria.

Este tipo de modelos de enseñanza se ejemplifica con el sistema SOLO anteriormente descrito en este capítulo. Este sistema, como recordará el lector, se utiliza principalmente en la enseñanza media y media superior en áreas como la física, la matemática y la medicina.

Dentro del modelo de enseñanza por descubrimiento, también encontramos un sistema de enseñanza enfocado principalmente a la educación primaria. En este sistema se utilizan lenguajes de programación. Aquí se trata que los estudiantes pongan sus soluciones en forma de programas de computadora. La ventaja de este tipo de actividad está en que se requiere una clara comprensión de los que se necesita, por que el estudiante ha de dar una explicación precisa en una solución paso a paso. El profesor en este modelo, sigue un enfoque para resolver problemas y alienta al estudiante a que redacte soluciones en forma de programas de computadora.

En este tipo de modelo, encontramos al sistema LOGO.

La estructura de LOGO a este respecto proporciona una gramática conveniente para representar procesos matemáticos y sus programas se construyen a partir de procedimientos reducidos que contienen un número limitado de mandos. De modo que el alumno tiene que analizar el problema en sus partes componentes a fin de examinar las entradas requeridas por las órdenes y las salidas que éstas producirán.

Es importante resaltar que el sistema LOGO ha sido diseñado para el aprendizaje de conceptos matemáticos y de geometría, especialmente para los niños pequeños que se encuentran en el nivel básico de educación.

Después de haber revisado los distintos sistemas EAC y con objeto de que el lector tenga una visión más clara sobre esta nueva modalidad educativa pasaremos a analizar lo relativo al ordenador como instrumento didáctico, particularmente en lo que se refiere a los usos del ordenador en educación, la elaboración de los programas educativos por computadora la formación de los docentes para manejar las computadoras en el aula, el criterio pedagógico para introducir las computadoras en educación y, finalmente, las ventajas y limitaciones del uso de las computadoras en el campo educativo.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) SUPPES, Patrick. "Impacto of computers on curriculum in the schools and universities".- en Taylor, Robert. The Computer in the schools: Tutor, tool, tutee.- New York: Teachers College, 1980.--p. 237.
- (2) SMITH, H.T. y GREEN, T.R.G. El hombre y los ordenadores inteligentes.--Barcelona: Mitre, 1982. (Textos de informática y documentación) p. 171.
- (3) SAURY, Claude y SCHOLL, Michel. "Informática y educación" en UNESCO. El Tiempo de la Innovación.--México: SEP, 1975.-- (SEP/Setentas; 194) p. 91.
- (4) SAURY, Claude y SCHOLL, Michel. "Informática y educación" en UNESCO. El tiempo de la innovación.-- México: SEP, 1975.-- (SEP/Setentas; 194) p. 91.
- (5) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.--2<sup>a</sup> ed. --Madrid: Ediciones Morata, 1973. -- p. 53
- (6) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.--2<sup>a</sup> ed.--Madrid: Ediciones Morata, 1973. p. 53.
- (7) BITZER, Donald J. et al. "Enseñanza de las ciencias basada en ordenadores". en UNESCO. Nueva tecnología de la enseñanza de las ciencias.--Barcelona: Teide, UNESCO, 1975. -  
- (Colección UNESCO: Programas y métodos de la enseñanza; 7) p. 46.

- (8) SAURY, Claude y SCHOLL, Michel. "Informática y educación" en UNESCO. El tiempo de la innovación. -- México: SEP, 1975. -- (SEP/Setentas; 194) p.-95.
- (9) BITZER, Donald J. et al. "Enseñanza de las ciencias basada en ordenadores" en UNESCO. Nueva tecnología de la enseñanza de las ciencias. - Barcelona: Teide, UNESCO, 1975 . -- (Colección UNESCO: Programas y métodos de la enseñanza; 7) pp. 25-30.
- (10) WATSON, J.B. y McDUGALL, W. El conductismo: La batalla del conductismo: (exposición y discusión). - Buenos Aires: Paidós, 1976. -- p. 23.
- (11) FRAISSE, Poul y PIAGET, J. Historia y método de la psicología experimental. --Buenos Aires: Paidós, 1976. -- p. 60.
- (12) MILLENSON, J. R. Principios de análisis conductual. México: Trillas, 1974.-p. 29.
- (13) SKINNER, B. F. Registro acumulativo. -- Barcelona: Fontanella, 1975.-- p. 17.
- (14) SKINNER, B. F. Registro acumulativo.-- Barcelona: Fontanella, 1975.-- p. 17.
- (15) SKINNER, B. F. Registro acumulativo. -- Barcelona: Fontanella, 1975.-- p. 17.
- (16) ROGER, Gilbert. Las ideas actuales en pedagogía. --2ª. ed. México: Grijalvo, 1984. -- p. 225

- (17) ROGER, Gilbert. Las ideas actuales en pedagogía. -- 3ª ed. -- México: Grijalvo, 1984.-- p. 225.
- (18) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Ediciones Morata, 1973.-- p. 15.
- (19) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Ediciones Morata, 1973.-- p. 15.
- (20) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Ediciones Morata, 1973.-- p. 15.
- (21) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Ediciones Morata, 1973.-- p. 16.
- (22) MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Ediciones Morata, 1973, -- p. 16.
- (23) DWYER, Thomas. "The fundamental problem of computer enhanced education and some ideas about a solution" en Taylor, Robert. The computer in the school: tutor, tool, tutte.-- New York: Teachers College, 1980.-- p. 121.
- (24) BOWEN, James y HOBSON, Peter R. Teorías de la educación: innovaciones importantes en el pensamiento educativo occidental.-- México: Limusa, 1979.-- p. 169.

- (25) ROGERS, Carl R. Libertad y creatividad en la educación.-- Buenos Aires: Paidós, 1975.-- p. 130.
- (26) PIAGET, Jean. Psicología de la inteligencia.-- Buenos Aires: Psique, 1972.-- p. 53.
- (27) PALACIOS, Jesús. La cuestión escolar: críticas y alternativas.--6ª. ed.-- Barcelona: Laia, 1984.-- (Papel 451; 46) p. 223.
- (28) PALACIOS, Jesús. La cuestión escolar: críticas y alternativas.-- 6ª. ed.-- Barcelona: Laia, 1984.-- (Papel 451; 46) p. 75.
- (29) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.-- Buenos Aires: Galápagos, 1981.-- p. 9
- (30) BOSSUET, G. La computadora en la escuela.-- Buenos Aires: Paidós, 1985.-- (Paidós educador; 63).--pp. 52-53.
- (31) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.--Buenos Aires: Galápagos, 1981.-- pp. 182-83.
- (32) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación. Buenos Aires: Galápagos, 1981.-- p.19.
- (33) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.--Buenos Aires: Galápagos, 1981.-- p. 81.

- (34) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.--Buenos Aires: Galápagó, 1981.-- p. 20.
- (35) PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.--Buenos Aires: Galápagó, 1981.-- p.205.
- (36) SEP. Dirección General de Planeación. Proyecto de Enseñanza elemental asistida por computadora (EEAC): documento interno.-- México: DGP, 1985.-- 29 h.
- (37) DELVAL, Juan. "Dónde ponemos los ordenadores" en El País (Martes 22 de Noviembre, 1983) p. 1.

## CAPITULO 4

### CONCEPTO DEL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO DIDACTICO

#### 4.1. USOS DEL ORDENADOR EN LA EDUCACION

La introducción de las computadoras en el aula es un asunto que preocupa y sobre el que se producen opiniones encontradas entre los partidarios de su utilización y los detractores.

Para algunos, como Alfred Bork, pionero en el estudio de estos temas y director del centro de Tecnología Educativa de la Universidad de California en Irvine, es un instrumento de vital importancia para la educación, pensando que en el futuro éstas máquinas se convertirán en un elemento necesario para proporcionar educación en todos los niveles.

Otros, menos optimistas, como Douglas Noble, piensan que no es tan necesaria su utilización, ni su trascendencia en un futuro próximo.

Sin embargo, existen autores, investigadores y maestros como S. Papert, J. Delval, M. Misky, etc., que piensan que el empleo de las computadoras es un fenómeno imparable, contra el que no vale la pena luchar: tarde o temprano las computadoras ocuparán un lugar en las aulas.

Tomando en consideración las tendencias del fenómeno lo importante es darles un uso inteligente, de acuerdo a los objetivos y necesidades del sistema educativo local, de obtener el máximo rendimiento pedagógico posible y de que se convierta en un elemento educativo innovador.

Juan Delval (S.P.I) (1) por ejemplo, considera que "la discusión no debe plantearse en torno a si se debe usar o no las computadoras sino que, más bien hay que orientar su utilización examinando los usos educativos más interesantes de estas máquinas y cómo podemos sacarles el máximo partido".

De acuerdo con este planteamiento revisaremos a continuación los diferentes usos de la computadora en la educación, así como sus ventajas y limitaciones.

Existen en la actualidad diversos enfoques respecto al uso educativo de la computadora. Estos varían desde los paquetes de ejercicios y de práctica hasta los sistemas expertos, técnicas de programación e inclusive un lenguaje de programación orientado para niños.

No obstante a esto, a la fecha no existe aún una estrategia bien definida para la introducción de computadoras en la enseñanza. "La diversidad de experiencias y las características de los sistemas educativos de cada país (Estados Unidos, Francia, Inglaterra, España, etc.) que han introducido la computadora en la escuela, así lo indican". (Millán, et. al, 1985). (2)

Por tal motivo, se hace necesaria la formulación de políticas claras con respecto a la introducción de la computadora en la educación y el desarrollo de estrategias propias, fundamentadas en las características de cada sistema educativo y acorde a las necesidades y funciones de los diferentes niveles de enseñanza. Asimismo, es necesario definir estrategias con fines educativos que guíen la introducción y modalidades de utilización pedagógica más conveniente de la computadora.

Por otro lado, los recursos y materiales que se pro-

duzcan para la incorporación de la computadora en la escuela deberán estar dirigidos a disminuir los efectos negativos que ejercen las diferencias sociales. Estos son los fines que deben guiar a la introducción de las computadoras en la educación.

"La incorporación de la computadora en la educación es un problema complejo que requiere la definición de:

- 1) Usos posibles de la computadora en la escuela;
- 2) Evaluación de los programas computacionales educativos;
- 3) Estrategias de incorporación;
- 4) Infraestructura necesaria". (Ibidem) (3).

1) Usos Posibles de la Computadora en la Escuela.

De acuerdo con Millán, et. al. (1985) existen tres usos diferenciados de las computadoras definidas por la promoción de un tipo de aprendizaje.

- a) Aprendizaje DE la Computadora
- b) Aprendizaje POR la Computadora
- c) Aprendizaje CON la computadora

a) Aprendizaje DE la Computadora

Este tipo de aprendizaje que se denomina "computer literacy" y que se puede traducir como "alfabetización en informática" constituye un aprendizaje acerca de lo que es una computadora, cómo funciona, para qué sirve, etc. Es un aprendizaje necesario para quien desea utilizar este instrumento. En las escuelas generalmente se instrumenta como una materia más o taller que se añaden al currículum escolar for-

mal.

b) Aprendizaje POR la Computadora

Aquí el aprendizaje se refiere a un aprendizaje programado por la computadora. En este se incluyen los usos tradicionales para transmitir información de una manera individual (método tutorial) y proporcionar práctica rutinaria para formar habilidades específicas en el estudiante. Esto se conoce comúnmente como Enseñanza asistida por Computadora (EAC). En este tipo de uso se encuentran los sistemas Stanford/CCC y PLATO a los cuales ya nos hemos referido anteriormente.

La instrumentación pedagógica, de este uso, requiere de: una cuidadosa labor por parte del docente o diseñador de los programas instruccionales, así como de un conocimiento extenso de la materia o materias que piensan introducirse e impartirse en este tipo de programas. Debido a que es necesario evitar el tedio y desmotivación en el estudiante, los programas no deben ser ni muy fáciles ni difíciles además, de mantener el interés de los alumnos usuarios de este modelo de programas.

c) Aprendizaje CON la Computadora

Se refiere a un aprendizaje con ayuda de la computadora. El control del aprendizaje radica en el escolar y en sus conocimientos previos, la computadora provee la información y los medios para que el alumno organice su conocimiento y sistematice su modo de razonamiento.

Las posibilidades pedagógicas de mayor alcance de las computadoras se ubica en este tercer tipo de aprendizaje

en tanto que el alumno puede:

a) Modificar su enfoque de un problema y hacer que la computadora lo adopte;

b) Tener la retroalimentación inmediata para corregir la acción en curso o continuar la actividad planeada;

c) Intentar la solución a un problema tantas veces como sea necesario;

d) Modificar los valores de las variables que simulan un proceso; el aprender de sus propios errores y hacer que éstos contribuyan a la consecución de un objetivo;

e) Obtener seguridad y autonomía para expresar su pensamiento, entre otras posibilidades. La mayoría de las mismas se deben a los avances en la inteligencia artificial y a los modelos constructivistas que iluminan nuevos caminos en la enseñanza.

En este enfoque de utilización de las computadoras se encuentran los sistemas SOLO y LOGO, los cuales se diferencian de los anteriores por el tipo de dinámica y actividad que provocan en los estudiantes y en el proceso mismo de la enseñanza y el aprendizaje.

Su instrumentación pedagógica recae principalmente en la utilización de dos estrategias de enseñanza: la heurística en la resolución de problemas y el aprendizaje de la programación como medio para resolver o crear algún proyecto de trabajo.

La primera estrategia se refiere al hecho de hacer

que el alumno "descubra" por sí mismo procedimientos o caminos para resolver o encontrar la solución a un problema. Lo importante en este sentido, es hacer que el estudiante aprenda a investigar, sea independiente y logre adquirir los conocimientos por sí mismo.

Lo anterior no quiere decir que hay que abandonar a su suerte al alumno. El profesor se convierte, en este caso, en una guía y orientador para el alumno que le ayuda a ordenar sus ideas, pero que no le impone ninguna estrategia o camino a seguir.

Por su parte, la enseñanza de la programación se refiere a proporcionar al estudiante un elemento con el que pueda crear e inventar proyectos nuevos para él. Asimismo que también le ayude a comprender su proceso de conocimiento.

El ejemplo más representativo de este tipo de estrategias de aprendizaje es el que nos brinda el sistema LOGO.

En este tipo de sistema al estudiante se le proporciona un lenguaje, llamado "lenguaje LOGO", con el cual, puede hacer una vasta gama de figuras y proyectos que le ayudan a comprender conceptos matemáticos, geométricos y lingüísticos.

El profesor es igual que en el sistema anterior también se convierte en un orientador y facilitador del aprendizaje del alumno.

El alumno es considerado como el elemento más importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, su manera y ritmo en la adquisición de conocimientos es totalmente respetada tanto por los alumnos mismos y principalmente por el docente.

## 2) Evaluación de los Programas Computacionales Educativos.

Actualmente, existen en el mercado computacional y en los centros o instituciones dedicados al desarrollo de materias y programas computacionales una gran variedad de materiales por computadora, producidos en distintos países (Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Canadá, España).

La diversidad de los tipos de programas o materiales de enseñanza por computadora hacen necesaria una evaluación de los beneficios educativos que dicen aportar.

Esto se debe principalmente a la necesidad que, tanto profesores como directores de escuela, tienen de saber que tipo de material pueden o deben utilizar para incorporar la computadora en la escuela.

El conocimiento de estos materiales y la experiencia derivada de su evaluación proporcionan la base para una producción masiva de los mismos. Por ello la capacidad de evaluación debe ser uno de los componentes de la formación de los docentes con el fin de que puedan identificar y decidir qué materiales utilizar y para qué utilizarlos.

Por otro lado, también la evaluación de materiales EAC "debe realizarse a partir de criterios abiertos y flexibles adaptables al tipo de enseñanza que se pretende ofrecer y susceptibles de traducirse en indicadores empíricos de su efectividad educativa" (Millán, et. al, 1984). (4)

Los criterios a tomar en cuenta deben ajustarse a una serie de categorías básicas y complementarias, entre las que destacan:

- a) Características de la Población Objetivo
  - Grado escolar
  - Nivel socio-económico del alumno
  
- b) Características Instruccionales
  - Propósitos y objetivos
  - Manejo de contenido
  - Estrategia Instrucciona
  - Apoyos audiovisuales
  - Evaluación del alumno
  
- c) Fundamentación psicopedagógica
- d) Material de apoyo técnico o instruccional
- e) Características técnicas del programa

"El desarrollo de criterios y evaluación de material EAC debe ser el producto de un trabajo interdisciplinario. Este es fundamental puesto que no basta con el conocimiento de las técnicas de programación computacional, el dominio de un área de conocimiento o las ideas de un pedagogo o psicólogo, es necesario el trabajo sobre un mismo objeto y la complementariedad de perspectivas" (ibidem). (5)

### 3. Estrategias para la Incorporación de Materiales EAC en los Programas Educativos

La incorporación de materiales EAC en los programas educativos involucra la necesidad de producir materiales acordes a las necesidades y objetivos de cada sistema educativo en particular; impulsar la creación de una infraestructura que garantice su operación y desarrollo y, por otro lado, involucrar a los docentes en la utilización y diseño de los propios materiales.

De esto se desprende la necesidad de promover la creación de grupos interdisciplinarios para la producción de materiales EAC y evaluar su adecuación y significancia pedagógica.

Las estrategias para la incorporación de materiales EAC en los programas de estudio pueden delinearse en los términos siguientes:

Primero, considerar las características y funciones de la enseñanza.

La incorporación se realiza a partir de su adecuación a los objetivos y programas vigentes.

Segundo, establecimiento de una caracterización psico-pedagógica de las diferentes áreas de conocimiento. En este sentido es necesario conocer: la estructura de cada área de conocimiento (conceptos, leyes y métodos); la competencia cognoscitiva del estudiante (inteligencia, representación memoria y comunicación) y las interacciones sociales del alumno en el aula.

Tercero, sensibilizar y entrenar a los docentes para utilizar los materiales EAC.

Cuarto, piloteo y experimentación de los materiales EAC para su ajuste o modificación.

Quinto, establecer los criterios para la evaluación e incorporación de los materiales EAC.

#### 4. Infraestructura

La incorporación de material EAC en la escuela debe contar con una serie de condiciones mínimas a fin de evitar fracasos en su implementación.

Las más importantes a juicio de Millán, et. al, (1985) (6) son:

1. Equipo de cómputo y periféricos
2. Servicio eficaz de mantenimiento del equipo
3. Formar equipos interdisciplinarios para la producción de material EAC
4. Formación de personal calificado en esta área (formación de docentes)
5. Establecimiento de lineamientos y criterios para la utilización de materiales EAC
7. Planificar la introducción de las computadoras en las escuelas.

#### 4.2. ELABORACION DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS POR COMPUTADORA

Antes de abordar el punto específico de la elaboración de programas educativos por computadora, es necesario aclarar algunas cuestiones que nos ayudarán a tener una comprensión más clara de su elaboración y utilización en la enseñanza.

El Primer lugar, un programa educativo" es un programa que controla la acción de la computadora. El conjunto de estos forma lo que se denomina un "Sistema de Enseñanza Asistida por Computadora".

Son escritos por medio de lenguajes de programación,

tales como: Basic, Pascal, Logo y Lips, entre otros, los cuales pueden ser utilizados para programar a la computadora.

La instrumentación de los programas educativos, para impartir enseñanza a los alumnos se hace por medio de terminales (teletipos, máquinas de escribir, terminales alfanuméricas, con pantallas -tipo televisión y teclado de máquina de escribir- terminales gráficos, dispositivos y proyección de diapositivas o de reproducción de mensajes sonoros) o por microcomputadoras o computadoras personales. Estas aseguran la presentación de la información al alumno y la entrada de informaciones que de él provienen.

Por otra parte, las tareas que se adjudican a un sistema EAC son:

"a) impartir una enseñanza, es decir, presentar informaciones que constituyen la asignatura; b) permitir al alumno explorar los conocimientos, por su propia iniciativa y, c) permitir un diálogo entre alumno-máquina o programa.

La realización de estas tareas exige ciertas condiciones: - los datos deben estar estructurados; la ejecución de los programas debe implicar la función de enseñanza y el lenguaje de comunicación debe entenderlo, tanto el maestro como el alumno". (Saury y Scholl, 1975 p. 87). (7)

Con objeto de hacer frente a estos problemas, al profesor se le pueden proporcionar técnicas y tipos de lenguaje. Tales como: técnicas de análisis y maneras de representar estructuras de conocimiento, especificar diseños de programas, reglas de decisión y el material de enseñanza a utilizar.

También, el profesor debe manejar individualmente,

un grupo de estudiantes que utilizarán los materiales fundados en ordenadores. Los registros han de mostrarle al profesor los promedios de progreso y las dificultades particulares de los estudiantes.

Por otro lado, es necesario, integrar materiales fundados en computadora dentro de esquemas de enseñanza convencionales. En la práctica, esto requiere un diseño de programas "estructurado" y de "módulos" y la elaboración de un lenguaje de programación sencillo que los profesores puedan utilizar para elegir módulos y ordenarlos en secuencias, enlazandolas con sus comentarios y reglas de decisión.

De lo anterior se deriva un número considerable de estudios psicológicos y educativos que se refieren al diseño de materiales EAC. En gran parte de estos trabajos se destacan los siguientes puntos:

"1. La necesidad de proporcionar al alumno la realimentación informativa y las condiciones exactas en las cuales ésta resulta más eficaz.

2. La influencia de las estructuras de relación del material de enseñanza y su ordenación.

3. La importancia de estimular el control activo del alumno ... por ejemplo, dándole algún control sobre la dirección y marcha de la enseñanza". (Hartley, 1982, p. 168).

(8)

Ahora bien, a fin de poder describir este trabajo y las diferentes características de sistemas EAC, es necesario tener en claro que existen diferentes tipos de programas de

acuerdo a los distintos usos de la computadora en la escuela.

Así, tenemos, programas tutoriales, de ejercicios y prácticas, de simulación, de resolución de problemas, etc.

A continuación y a riesgo de repetirnos, revisaremos brevemente cada uno de ellos.

#### Programas Tutoriales.

La finalidad de los programas tutoriales es: que el alumno logre adquirir un conocimiento, mediante la presentación de información dividida en subconjuntos de preguntas-respuestas que se predeterminan sobre la base de respuestas esperadas. No hay diálogo, puesto que los mensajes del estudiante son únicamente respuestas a las preguntas planteadas por el sistema.

Los caminos posibles para diseñar este tipo de programas pueden ser lineales, en donde los usuarios siguen un mismo camino y la individualización de la enseñanza se manifiesta en la velocidad y ritmo de aprendizaje de cada estudiante. Y ramificados, donde las secuencias de instrucción proporcionan al estudiante niveles de dificultad variados.

En este tipo de programas el profesor debe controlar la elección y ordenación del contenido y la tarea, de forma que susciten las respuestas requeridas. También debe controlar el tipo de retroalimentación y todos aquellos otros estímulos reforzantes que se emplean para mantener y regular el esfuerzo y para conformar comportamientos de aprendizaje más complejos.

Por otra parte, los ejercicios de redacción de estos programas han de progresar a pasos relativamente pequeños.

Con lo cual las respuestas mismas están construidas de forma reducida. Esto hace que no halla diálogo, sino un simple análisis de las respuestas de los alumnos y envío de comentarios.

Las respuestas se caracterizan por la libertad de expresión que se da al alumno para constituir su mensaje (envío de uno o varios caracteres, palabras o frases) y el tipo de lenguaje (expresiones y fórmulas matemáticas; utilización de un lenguaje de programación; utilización de palabras de la lengua natural).

#### Programas de Ejercicios y Prácticas.

Este tipo de programas ofrecen una "extensión práctica de los mecanismos de manipulación de los conceptos de base". (Saury y Scholl, 1975, p. 92). (9)

Por su propia naturaleza, los programas de prácticas tienen una secuencia determinada de sucesos que incluyen una respuesta correcta, predeterminada. Se basan principalmente en los objetivos de comportamiento del modelo de educación que considera al maestro como transmisor de conocimientos más que un guía de aprendizaje.

"Su impacto principal radica en la necesidad que suele tener el niño de practicar mucho para aprender algo. Para permitir esta práctica quizá sea necesario que la computadora lleve un registro sobre la actuación de cada niño, ya que será a partir de estos registros que el maestro podrá evaluar los progresos del niño". (Mullan, 1984, p. 49). (10)

#### Programas de Simulación.

Los programas de simulación permiten al estudiante

interactuar con una situación que sería demasiado difícil de llevar a cabo en la realidad.

En general el alumno, no puede corregir ni enmendar estos programas, pero puede manipular los valores de entrada de las variables que describen el sistema y observar sus efectos en las representaciones visuales de salida.

Por otra parte, las simulaciones por sí mismas, pueden llegar a ser muy complicadas, por tal motivo se necesitan, un experto para desarrollar el programa. Si el maestro está diseñando un programa de simulación, entonces deberá consultar con un especialista en esta materia, al menos que el maestro sea, él mismo un experto. Y un programa maestro, (que es parte de la simulación programada), para que considere las decisiones tomadas por el niño, e incluso, para informarle las posibles consecuencias de sus decisiones.

El elaborar este tipo de programas no es tarea fácil se necesitan un análisis cuidadoso sobre las tareas, combinaciones, realimentaciones, mensajes y representaciones de salida (producto) que se programarán en la máquina. De esta manera, los programas de simulación implican una gran cantidad de trabajo por parte del diseñador de programas o el maestro.

Programas de Resolución de Problemas mediante la elaboración de programas de computadora.

Estos consisten en hacer que los estudiantes pongan sus soluciones en forma de programas de computadora, o que el niño "enseñe" a la máquina para realizar determinado trabajo.

En este tipo de programas, el lenguaje de programación

es considerado como el elemento central en el proceso de construcción.

Por otro lado, con la programación de la computadora se sugiere que el niño puede ser un agente de su propia educación y desarrollar la habilidad de pensar acerca de su propio pensamiento. Este aspecto ha sido muy controvertido, ya que el dar al estudiante el control total sobre una pieza de tecnología potente trae a discusión el problema del área de control de la clase. Para muchos maestros el eliminar su control tradicional en la clase puede resultar frustrante. Sin embargo, mientras más progresa el alumno en su propio aprendizaje, mayor será la necesidad de tener disponible a un maestro, no para dictar, sino para guiar al niño, ayudarle a ordenar sus pensamientos y sugerir formas para resolver los problemas.

#### 4.3. LA FORMACION DE LOS DOCENTES PARA MANEJAR LAS COMPUTADORAS EN EL AULA

Uno de los principales problemas para introducir las computadoras en las aulas lo constituye la formación de los profesores en el uso de esta nueva tecnología.

En muchos casos, los alumnos aceptan la computadora como una cosa más de la que pueden obtener algo. Se sienten mucho más cómodos con la máquina que los profesores y su manera de enfrentarse con ella es más audaz. No sienten miedo, ni tienen prejuicios, no les preocupa no saber manejarla; prueban y ven lo que pasa.

Por el contrario es frecuente que los profesores (y los adultos en general) se sientan inhibidos ante la computadora y se preocupen por el hecho de que pueden romperla o hacerla funcionar mal, lo cual ocasiona que la rechacen.

"Ese rechazo obedece a varias causas. En primer lugar aprender algo nuevo es un trabajo suplementario que no suele estar remunerado. Y en segundo término, hay problemas más profundos, el de la inseguridad ante las máquinas y el de la preocupación por las consecuencias que su introducción en las escuelas puede acarrear" (Delval, S.P.I.). (11)

Para aminorar los temores que sienten los profesores ante las computadoras es pertinente que se les informe, capacite y sensibilice sobre la utilización y manejo de ellas en el aula.

De esta manera, los profesores interesados en conocer y utilizar las computadoras en sus aulas deberán, primero, estar convencidos de los beneficios que esta tecnología les puede brindar, así como de las limitaciones que esta tiene. Además de tener la disponibilidad de tiempo y de trabajo que implica el aprender a usar esta nueva tecnología.

Hay que considerar la siguiente cuestión: ¿qué necesita aprender el maestro, para usar las computadoras?

Principalmente debe aprender.

- a) Cómo elaborar un programa de computadora;
- b) Las finalidades educativas;
- c) Aspectos del diseño de programas de computadora
- d) Presentación de programas de computadora;
- e) Estilo de enseñanza.

Revisemos cada una de ellas.

- a) Cómo elaborar o diseñar un programa de computadora

El diseñar y escribir un programa de computadora implica aprender ciertos lenguajes de programación, así como mecanismos para su funcionamiento. Esto implica que el maestro debe dedicar cierta cantidad de tiempo para dominarlos. Por tal motivo deben preguntarse a sí mismos si están dispuestos a invertir una parte importante de su tiempo a diseñar y escribir un programa de computadora.

Sin embargo, aunque los maestros no intenten diseñar o escribir un programa, será de utilidad que tengan un cierto conocimiento sobre ello para que puedan evaluar los programas, en el caso de que se les presenten algunos ya elaborados.

#### b) Finalidades Educativas

La principal razón que debe guiar al profesor en la elaboración de los programas de computadora, ha de ser la claridad de lo que quieren que el programa realice, a quién irá destinado y cuál será el propósito de su utilización.

Así, la filosofía y el contenido educativo del programa será lo importante. Cada maestro tendrá sus propios puntos de vista con respecto a lo que quiere de la computadora. Las opiniones de ellos, en este sentido deberán ser respetadas.

#### c) Aspectos del Diseño

Los aspectos del diseño para elaborar programas de computadora son: 1) la corrección de un programa; 2) el establecimiento de la dificultad y 3) el registro de las actuaciones del alumno.

1) Corrección de un programa. La corrección de un programa de computadora encierra la idea de ayudar al niño

a entender o resolver un problema cuando éste se encuentre trabajando con la máquina. La finalidad esencial es diseñar programas que orienten la actividad del alumno, presentándole varias situaciones a donde pueda ir, en función del tipo de problema encontrado.

2) Establecimiento de la dificultad. Con los objetivos educativos previamente esclarecidos, el maestro deberá considerar el nivel de dificultad del programa.

"Esencialmente existen dos formas de hacer esto: la primera es que el maestro pueda seleccionar un nivel determinado de dificultad al principio del programa, o si no el programa puede ajustar el nivel de dificultad en función de las respuestas que el niño dé a las preguntas establecidas en el programa. (Mullan, 1984, p. 67). (12)

Cualquiera que sea el método elegido para ajustar el nivel de dificultad de los programas es necesario, además, un análisis para decidir lo que constituye una mayor dificultad. Las jerarquías respecto a esto son importantes.

3) Registros de actuación del alumno. Los registros de actuación del alumno se relacionan con la idea de progreso del alumno y la comprobación de este.

La necesidad de hacer que el programa almacene los resultados de la actividad del niño, al usar la computadora se fundamenta en el hecho de que, para el maestro, son de gran utilidad estos datos, para conocer los avances o dificultades que tiene el niño al aprender.

#### d) Presentación de Programas de Computadora

La forma en que se presentará la información al niño es importante. Existen dos aspectos que es necesario considerar en este punto. El primero es el -texto- y el segundo, los dibujos, diagramas o gráficos.

- Texto. Aquí, lo que hay que considerar es el tener cuidado para que la información presentada en la pantalla, no se pierda o no sea entendida por el usuario.

En este sentido se debe conocer el tamaño de la pantalla, es decir, saber el número de caracteres que hay en una línea, y el número de líneas de texto que es posible colocar en una "página" de la memoria de la computadora.

También hay que tomar en cuenta la forma en que se moverá el texto (información) en la pantalla. Puede ser, a lo largo de ésta o de una sólo vez; de izquierda a derecha o viceversa; con color o sin él; con ventanas, es decir, cuando se quiere mantener una parte del programa estático, mientras que las otras se combinan o se desplazan; hacer que parte o la totalidad del texto se visualice lenta o rápidamente.

- Gráficos. La utilización de gráficos depende, primero, de la máquina, es decir, de su potencia y capacidad de memoria. Segundo, se debe considerar el propósito de la utilización de los gráficos.

También es necesario que el maestro conozca el tipo de resolución del sistema de gráficos de la computadora. "Básicamente existen dos tipos de resolución: baja resolución, que está constituida por bloques de color, y alta resolución, la cual comprende puntos de luz. La resolución puede ser

variada, sin embargo puede combinarse tomando en cuenta que puede ser mejor tener una resolución reducida en los gráficos a cambio de más memoria para el programa y las variables" (Ibidem., p. 73).. (13)

La decisión de utilizar gráficos en los programas dependerá del tipo de enseñanza e información que se quiera proporcionar al estudiante.

#### e) Estilo de Enseñanza

En este aspecto lo que el maestro debe tomar en cuenta es el tipo de enseñanza que querrá administrar al diseñar sus programas. Este punto es importante ya que el maestro/diseñador, deberá tener presente que su programa puede ser utilizado por otros maestros, y que éstos quizás tengan un estilo de enseñanza distinto al suyo.

Es necesario por consiguiente, el establecimiento de criterios generales para utilizar y diseñar los programas de computadora de acuerdo a las necesidades y objetivos educativos de cada área de conocimiento.

#### 4.4. CRITERIO PEDAGOGICO PARA INTRODUCIR LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACION

Antes de que se implemente el uso de las computadoras en la educación, es conveniente, tomar en cuenta una serie de cuestiones importantes que habrán de aclararse para poder incorporarlas de manera objetiva. Estas son: "a) ¿en qué medida, el uso de las computadoras en la educación, mejoran la calidad de los estudios? b) ¿en qué medida ampliarán el acceso al estudio, la educación, la habilitación profesional y la formación laboral?; c) ¿en qué medida podrán competir

sus costos con los de los medios tradicionales?; d) ¿en qué medida ayudarán al personal docente a adaptarse a nuevas funciones educativas?; y e) ¿en qué medida contribuirán a dar una mayor flexibilidad a unas burocracias educativas muy rígidas?" (UNESCO, 1984, p. 664). (14)

A continuación trataremos de desarrollar y contestar a estas cuestiones, con el fin de llegar a una visión objetiva sobre el uso de las computadoras en la educación.

a) ¿En qué medida el uso de las computadoras en la educación mejora la calidad de los estudios?

El usar las computadoras en la educación puede, por un lado, hacer pensar que en algún momento el alumno enriquecerá su aprendizaje. Sin embargo, esto es relativo, ya que para que esto suceda se necesita que los materiales (programas computacionales) sean de buena calidad. Es decir, el hecho de incorporar dichos materiales a un proyecto educativo no necesariamente aumentará automáticamente la calidad del aprendizaje del alumno. Puede ser que se mejore el aprendizaje en función de la calidad de su contenido y de sus métodos de aplicación.

Esto "parece indicar que la tecnología puede servir para llegar a un mayor número de estudiantes y facilitar las mismas oportunidades cognoscitivas y, bien aplicada, puede incluso aumentar esos logros en ciertas circunstancias. Por supuesto, el planificador tendrá que tomar la decisión definitiva teniendo muy presente sus necesidades y circunstancias propias" (Ibidem, p. 601). (15)

En la actualidad no existen evidencias claras que comprueben que el uso de los materiales educativos por computa-

dora aumenten significativamente la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Los estudios, experimentos e investigaciones que se han elaborado, sólo indican algunas de las formas y modalidades para usarlos en la educación, pero no proporcionan evaluaciones sobre dichos materiales que demuestren concretamente su eficacia en el mejoramiento de, por ejemplo, el aprendizaje de conceptos matemáticos, físicos, lingüísticos, etc.

No obstante, a lo anterior, es necesario tener presente que aun falta camino por recorrer en este campo y que mientras exista gente interesada en esta rama, cabe esperar resultados que nos indiquen las áreas donde la nueva tecnología ayudará a mejorar la calidad de la educación, así como las estrategias más apropiadas para lograrlo.

Por otra parte, es necesario pensar en qué forma se puede emplear la computadora en la escuela de una manera que favorezca y sirva como una ayuda eficaz en el aprendizaje de los estudiantes. Esto sugiere la utilización de teorías de aprendizaje que ofrezcan alguna alternativa a seguir. Por ejemplo, podemos citar la teoría constructivista de Piaget, pues proporciona un marco conceptual y metodológico para la construcción de materiales EAC, atendiendo a las capacidades cognitivas de los niños.

Consideramos que tal teoría es relevante por sus aportaciones a la educación y porque esclarece la manera en cómo el sujeto construye su conocimiento a partir de la misma interacción con el objeto de conocimiento. Esta es la idea que creemos conveniente tomar en la elaboración de materiales EAC.

Es necesario diseñar materiales pedagógicos que favo-

rezcan las interacciones múltiples entre el alumno y los contenidos que tienen que aprender. En este sentido, lo importante es propiciar una actividad cuya organización y planificación corran a cargo del alumno.

"Se trata de crear situaciones pedagógicas de tal naturaleza que los alumnos puedan producir sin obstáculos las ideas maravillosas y tengan oportunidad de explorarlas" (Coll, 1983, p. 36). (16)

De igual manera se debe enfatizar el aspecto interaccionistas. "- el conocimiento surge de la interacción continua entre sujeto y objeto, o más exactamente de la interacción entre los esquemas de asimilación y las propiedades del objeto-" (Ibidem., p. 34). (17) es decir, el desajuste óptimo. La computadora puede ser un medio valioso para experimentar situaciones psicopedagógicas que induzcan al alumno hacia el descubrimiento.

Esto significa que los materiales pedagógicos tienen que diseñarse en términos de situaciones que permitan un grado óptimo de desequilibrio, de tal manera, que superen el nivel de comprensión del alumno pero que no lo superen tanto que no puedan ser asimilados o que resulte imposible restablecer el equilibrio. Para poner en práctica esta interpretación es necesario identificar previamente el nivel de comprensión del alumno con respecto al objeto de conocimiento.

Lo anterior presupone que se deben desarrollar programas pedagógicos computacionales que faciliten al estudiante la asimilación y comprensión de los conocimientos o de los contenidos de enseñanza que se les proporcionen. Esto requiere de un trabajo arduo por parte de los profesores o diseñadores de programas de computadora. Es necesario que ellos tengan

claro qué es lo que quieren que sus alumnos aprendan y cómo hacer para que los medios tecnológicos (microcomputadoras en este caso) les sirvan de la mejor manera para lograr tales aprendizajes.

b) ¿En qué medida ampliarán el acceso al estudio, la educación, la habilitación profesional y la formación laboral?.

Es evidente que el uso de las computadoras trae consigo varios efectos que indican una tendencia a creer que ayudarán a ampliar el acceso a la educación, a un buen número de estudiantes, y que se mejorará la igualdad de oportunidades de escolarización. Sin embargo, esto no ocurre en todos los casos.

"La igualdad es ciertamente un fenómeno relativo y, si una tecnología aporta una contribución absoluta a la educación de un grupo privilegiado, pero más todavía a otro, la desigualdad aumentará en vez de reducirse". (Eicher, J-C. y Orivel, F. 1984. p. 671). (18)

En lo referente a la habilitación profesional y la formación laboral, será necesario tomar medidas de cambio en los tipos de formación del personal docente, estos cambios se refieren principalmente a la capacitación que deberán tomar los profesores para poder utilizar de la mejor manera las computadoras, así como, de un cambio en el tipo de formación que se les da a los maestros (función pasiva de vigilancia, manteniendo la disciplina en las aulas, así como, de proporcionadores de información).

- c) ¿En qué medida podrán competir sus costos con los de los medios tradicionales?

Actualmente, no se podría afirmar que las computadoras pueden competir, en relación a los costos, con los medios tradicionales de enseñanza, ya que resulta mucho más costoso introducir computadoras en el aula, porque se necesita una fuerte inversión de dinero, para la compra de varios aparatos o máquinas, terminales, etc., así como considerar los gastos en salarios de los programadores especialistas en esta rama.

Es necesario, sin embargo, efectuar estudios de carácter prospectivo, para determinar en qué medida podría resultar menos costoso el empleo de la nueva tecnología, en términos de beneficios a corto, mediano y largo plazo.

- d) ¿En qué medida ayudarán al personal docente a adaptarse a nuevas funciones educativas?

El empleo de las computadoras puede propiciar en los estudiantes quizás un estímulo eficiente para aprender, también puede ayudar a hacer más rápido el trabajo administrativo escolar (hacer reportes de trabajo, evaluaciones, llevar registros, etc.). Todo ello, podría inducir en los docentes a dedicarse a otras funciones dentro del sistema educativo. Por ejemplo, dedicar más tiempo a cada alumno, idear nuevas formas para poder impartir o diseñar algún programa específico que considere importante, dedicarse quizás a diseñar un proyecto de investigación, propiciar juntas con los padres de familia, para conocer más a fondo algunos problemas de sus alumnos, etc.

e) ¿En qué medida contribuirán a dar una mayor flexibilidad a unas burocracias educativas muy rígidas?

Esto se refiere a determinar en qué medida los centros escolares seguirán estando institucionalizados. Este es un tema que involucra los aspectos políticos y sociales de cada sistema educativo.

A este respecto cabe preguntarnos si, ¿se modificará la organización física y pedagógica de la escuela con la llegada de las computadoras?

Es evidente que la presencia de las computadoras en nuestra sociedad, es ya un hecho palpable, baste mirar los centros, institucionales e industriales como bancos, tiendas y empresas privadas que las utilizan, para darnos cuenta que en un futuro próximo serán los instrumentos de trabajo con los que contará el sujeto.

Esto presupone, entonces, que la escuela deberá formar y capacitar a sus alumnos para que estén preparados para vivir y trabajar en una sociedad informatizada. De tal manera, se puede pensar que los que reciban formación o capacitación en esta área serán los que tendrán mayores oportunidades para trabajar y obtener beneficios económicos.

Sin embargo, esta suposición es relativa, el empleo o utilización de las computadoras en los sectores sociales y laborales no determina necesariamente que el sujeto que se capacite en informática tendrá más oportunidad de empleo, pues este asunto no es un problema computacional sino económico y político. El trabajo en este sentido, estará determinado por las condiciones económicas y políticas que viva el país.

De lo anterior resulta, que las decisiones de reforma educativa estarán determinadas por políticas y condiciones económicas de cada sociedad. Así, la cuestión de si se modificará la organización educativa en general, no estará determinada por la presencia de las computadoras, sino más bien, por cuestiones y decisiones políticas y económicas de cada sociedad.

#### 4.5. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL USO DE LAS COMPUTADORAS EN LA EDUCACION

Como hemos mencionado, a lo largo de este trabajo, el uso de la computadora proporciona al estudiante y al maestro una nueva forma de aprender y de enseñar contenidos escolares, como las matemáticas, lingüística, física, química y biología, etc. Cabe ahora preguntarnos cuales son los beneficios que aporta el uso de esta nueva tecnología a los alumnos y maestros y sociedad en general, así como las limitaciones propias de ésta, cuando se piensa en utilizarla.

##### VENTAJAS

Se puede decir que para la educación en general, las computadoras pueden ofrecer varias ventajas positivas. Por ejemplo, para el alumno ofrece la oportunidad de adquirir información rápida y verás sobre algún tema que le interese o en el caso de tener que hacer un trabajo de investigación.

También, si el estudiante se encuentra trabajando en algun problema de prácticas o de resolución de problemas, éste podrá recibir retroalimentación inmediata sobre lo que está estudiando. Esta es una de las principales ventajas que ofrece la computadora, ya que el niño, no tendrá que esperar a que el profesor termine de exponer su clase para poder pre-

guntar o no tendrá que angustiarse al pensar que será regañado o burlado por sus compañeros al pedir una explicación adicional sobre lo expuesto por el maestro. La máquina, en este sentido, proporciona al estudiante la seguridad de poder preguntar y dar respuestas equivocadas cuantas veces sea necesario. La computadora nunca le reprochará o regañará por preguntar o contestar equivocadamente. Esto significa que respeta el ritmo de aprendizaje del alumno si, así es programada.

Otra ventaja que está relacionada con el uso de la computadora es, la motivación que puede causar en el niño. La máquina es un instrumento novedoso e interesante para el niño, las conoce por medio de la televisión, los video-juegos, sabe que pueden realizar cosas maravillosas, esto motiva al niño a conocerlas y querer manejarlas. De tal suerte que el interés de los niños aumenta. Sin embargo, hay que tener presente que el simple hecho de que la computadora sea una máquina novedosa e interesante no significa que mantendrá eternamente la motivación e interés del niño para aprender. Se necesita tener programas y metodologías de instrucción bien elaboradas, de calidad y que ofrezcan la oportunidad de que los alumnos puedan interactuar y desarrollar o crear con ellas situaciones de aprendizaje con las cuales su capacidad de razonamiento y de creatividad se desarrollen favorablemente.

La interactividad del alumno con la máquina es de suma importancia, en este sentido, se puede decir que al trabajar con la computadora el alumno se convierte en un agente activo de su propio aprendizaje. En lugar de ser un espectador que sólo se limita a escuchar y tomar notas. Por otro lado, el profesor deja de ser para los alumnos la persona de la que hay que cuidarse si no saben la lección o contestan mal a las preguntas que éste les haga. Se convierte en un conseje-

ro, en un guía u orientador. En este respecto Simon (1982) nos dice: "los alumnos que practican la Enseñanza Asistida por computadora, sienten confianza en sí mismos. Este factor y la relativa independencia con relación al profesor constituyen un cambio importante en relación a las pedagogías clásicas" (Simon, 1982. p. 213). (19)

Otra de las ventajas, es el rigor y concreción de ideas y pensamientos que el alumno desarrolla al trabajar con la computadora. "La comunicación con la computadora requiere una exactitud; no puede ser vaga ni imprecisa, no cabe creer haber comprendido... es preciso comprenderlo todo" (Ibidem.) (20). De aquí resulta, pues, que el alumno realice una reflexión previa, un análisis de los términos que esté manejando (enunciado): ¿qué se me pide exactamente? Así, el estudiante adquiere por interacción la lógica de las relaciones, la capacidad de razonar claramente.

La creatividad, es otra de las ventajas, en este sentido, intervienen las técnicas de autoaprendizaje, las cuales, bien empleadas pueden resultar verdaderas fuentes de creatividad. El empleo de las computadoras en este sentido ofrece al estudiante la oportunidad de poder realizar proyectos o modelos en donde la imaginación puede observarse y desarrollarse positivamente. (vease por ejemplo, sistema LOGO).

Desde el punto de vista administrativo, las computadoras ofrecen al maestro o director de escuela, la posibilidad de llevar los registros de actuación en el aprovechamiento de aprendizaje de sus alumnos. También, se pueden llevar a cabo exámenes, que la máquina puede evaluar, lo que significa mayor tiempo para el maestro para poder pensar en otras actividades dentro del salón de clases, más tiempo para atender y conocer a cada uno de sus alumnos o para pensar en diseñar,

ampliar o profundizar en algún punto del programa escolar que le interese.

Aunado a lo anterior, está la posibilidad de organizar el contenido escolar de manera más eficaz y práctica. También es posible que el maestro pueda, con el uso de esta nueva tecnología, enseñar a sus alumnos contenidos que son muy difíciles o complejos de transmitir o de practicar con métodos tradicionales, por ejemplo, la rotación de la tierra al rededor del sol, prácticas de laboratorio de química y de física, que pueden ser peligrosas o costosas para poder realizarlas, etc. Este tipo de actividades se pueden realizar con los programas de simulación (ver sistemas PLATO y SOLO).

Para concluir este apartado, es conveniente pensar en el uso de las computadoras como herramientas de grandes posibilidades para la enseñanza, esto significa creer y pensar en ellas, no como cosas que mejorarán por sí mismas la calidad de la educación o todos los problemas que se dan en la escuela, ni tampoco, como algo amenazador para el maestro. Sino más bien, como un instrumento o herramienta didáctica, que bien empleada, puede servir y ayudar al maestro en varios asuntos y tareas de su labor como docente.

#### LIMITACIONES

No se puede ser ingenuo y pensar que el empleo de la computadora como instrumento didáctico es fácil de introducir y de implementar en el salón de clases, aunque tampoco es imposible.

Se debe de considerar, si queremos ser objetivos, algunas de las limitaciones que es necesario no pasar por alto antes de pensar en utilizarlas.

Uno de los principales problemas a solucionar es el económico. El introducir computadoras en las escuelas constituye el hacer una fuerte inversión de dinero, primero, para la compra de las máquinas. De aquí se desprende otro de los problemas, el conocer el tipo de máquina, su capacidad de memoria, su potencia de resolución, su capacidad para introducir terminales, el tipo de lenguajes computacionales que acepta, etc.

Así, pues, los maestros o directores interesados en adquirir este tipo de tecnología deberán tener muy presente para qué y cómo utilizarla. Tendrán, por consiguiente, que hacer un análisis minucioso de los objetivos que persigan y del tipo de instrucción que emplearán, así, como del tipo de programas que querrán almacenar en la computadora con el fin de poder obtener el máximo provecho a la máquina.

También es necesario, que se cuente con un equipo interdisciplinario para diseñar los programas y definir el tipo y las formas de instrucción que se querrá impartir con las computadoras. Este equipo, puede estar constituido por maestros especializados en la materia, especialistas en programación, pedagogos y/o psicólogos, que se encargarán del diseño de las estrategias psicopedagógicas de instrucción.

De la misma manera, se necesita pensar en un lugar especial para colocar las computadoras dentro del edificio escolar. Un salón con instalaciones apropiadas para el buen funcionamiento de las máquinas, un lugar seguro, amplio, con ventilación apropiada que no dañe el funcionamiento de las máquinas, mesas apropiadas, buena iluminación, y equipo de mantenimiento, etc. Todo esto ocasiona un gasto difícil de solventar.

Otra de las limitaciones es que, en la actualidad, no se cuenta con personal calificado para introducir las en la escuela. Esto por una parte está relacionado con la poca información que tienen los docentes con respecto a esta nueva tecnología, generalmente se piensa que solamente sirven para almacenar y calcular datos o información, pero no se conocen en la actualidad todas las ventajas o beneficios que del uso de las computadoras se pueden obtener. Esto se debe principalmente a que los estudios realizados hasta el momento sólo nos indican algunas formas de poder utilizarlas, sin embargo, no tenemos información sobre la calidad de mejoramiento que ellas proporcionan a la educación, debido a que aún no se han hecho evaluaciones que comprueben su eficiencia en la educación. Habrá que esperar a que dichas investigaciones arrojen resultados positivos para saber con certeza las virtudes y bondades que la computadora puede ofrecer en el campo educativo.

Por último, haremos una descripción sobre algunas experiencias realizadas en México respecto al uso de las computadoras en educación, específicamente en lo que se refiere a proyectos de investigación que se encuentran en proceso o propuestas para utilizar la computadora y, finalmente, sobre los resultados de su uso.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) DELVAL, Juan. Los usos de los computadores en la escuela. (s.p.i.).--Fotocopiã.
- (2) MILLAN, P., HERNANDEZ, J. y ESCARTIN, L. "Consideraciones sobre la introducción de las computadoras en la enseñanza elemental" en La computación y la educación infantil del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. -- México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 60.1-60.4.
- (3) MILLAN, P., HERNANDEZ, J. y ESCARTIN, L. "Consideraciones sobre la introducción de las computadoras en la enseñanza elemental" en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. -- México: SEP: CONACYT, 1985. p. 60.1-60.4.
- (4) MILLAN, P., HERNANDEZ, J. y ESCARTIN, L. "Consideraciones sobre la introducción de las computadoras en la enseñanza elemental" en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. -- México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 60.1-60.4.
- (5) MILLAN, P., HERNANDEZ, J. y ESCARTIN, L. "Consideraciones sobre la introducción de las computadoras en la enseñanza elemental" en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. -- México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 60.1-60.4.
- (6) MILLAN, P., HERNANDEZ, J. y ESCARTON, L. "Consideraciones sobre la introducción de las computadoras en la enseñanza elemental" en La computación y la educación infantil,

- del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional - México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 60.1-60.4.
- (7) SAURY, Claude y SCHOLL, Michel. "Informática y educación" en UNESCO. El tiempo de la innovación. -- México: SEP, 1975. -- (SEP/Setentas; 194) p. 87.
- (8) HARTLEY, Roger. "Aprendizaje con la ayuda de ordenadores" en Smith, H. T. y Green, T.R.G. El hombre y los ordenadores inteligentes. -- Barcelona: Mitre, 1982. -- (Textos de informática y documentación) p.168.
- (9) SAURY, Claude y SCHOLL, Michel. "Informática y educación" en UNESCO. El tiempo de la innovación. -- México: SEP, 1975. -- (SEP/Setentas; 194) p. 92.
- (10) MULLAN, A. P. El ordenador en la educación básica: problemática y metodología. -- Barcelona: Gustavo Gili, 1984. -- p. 49
- (11) DELVAL, Juan. Los usos de los computadores en la escuela. (s.p.i.) Fotocopia.
- (12) MULLAN, A.P. El ordenador en la educación básica: problemática y metodología. -- Barcelona: Gustavo Gili, 1984. -- p. 67.
- (13) MULLAN, A.P. El ordenador en la educación básica: problemática y metodología. Barcelona: Gustavo Gil, 1984. -- p. 73.
- (14) UNESCO. La economía de los nuevos medios de enseñanza. -- Barcelona: Serbal, 1984. p. 664.

- (15) UNESCO. La economía de los nuevos medios de enseñanza.--  
Barcelona: Serbal, 1984.-- p. 601.
- (16) COLL, Cesar. Psicología genética y aprendizajes escolares: recolección de textos sobre las aplicaciones pedagógicas de las teorías de Piaget.--México: Siglo XXI, 1983.  
(Psicología y Etología). p. 36.
- (17) COLL, Cesar. Psicología genética y aprendizajes escolares: recolección de textos sobre las aplicaciones pedagógicas de las teorías de Piaget.--México: Siglo XXI, 1983.  
(Psicología y Etología) p. 34
- (18) EICHER, Jean-Claude y ORIVEL, Françoise. "El futuro de la tecnología en la educación". en Eicher, J.C. y Orivel, F et al. otros. La economía de los nuevos medios de enseñanza.--Barcelona: Serbal-UNESCO.-- 1984.--p.671.
- (19) SIMON, Jean-Claude. La educación y la informatización de la sociedad.--Madrid: Narcea, 1982.-- (Educación Hoy). p. 213.
- (20) SIMON, Jean-Claude. La educación y la informatización de la sociedad.--Madrid: Narcea, 1982.-- (Educación Hoy) p. 213.

CAPITULO 5  
PROYECTOS Y EXPERIENCIAS REALIZADAS CON  
COMPUTADORAS EN EL CAMPO DE LA EDUCACION  
EN MEXICO

En este capítulo describiremos algunos de los trabajos realizados con computadoras en el campo de la educación en México.

Para ser congruentes con el capítulo anterior clasificaremos estos trabajos de acuerdo a los tres tipos de uso de las computadoras que mencionamos (ver cuadro 1).

A continuación describiremos cada uno de los trabajos citados en el cuadro. Siguiendo el orden de éste nos enfocaremos primero en el nivel de educación especial atendiendo a los usos de la computadora en este nivel.

Seguiremos después con preescolar, primaria, secundaria, educación media superior y finalmente educación superior, de la misma manera.

#### 5.1. NIVEL. EDUCACION ESPECIAL

Uso aprendizaje de la computadora.

Trabajo 1. Un proyecto de rehabilitación para esquizofrenicos a través de un curso de computación.

Este proyecto se inició en la primavera de 1985, con un curso de iniciación a la computación y taller en Basic a un grupo de pacientes esquizofrénicos en la Fundación Arturo

USOS NIVEL	APRENDIZAJE DE LA COMPUTADORA	APRENDIZAJE POR LA COMPUTADORA	APRENDIZAJE CON LA COMPUTADORA
---------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

EDUCACION	1. Un proyecto de rehabilitación para esquizofrénicos a través de un curso de computación.	1. Proyecto de adaptación del sistema de computación del niño especial.	-----
EDUCACION PRESCOLAR	-----	1. El Circo	-----
EDUCACION PRIMARIA	1. La enseñanza de LOGO y su integración en la escuela primaria.  2. Basic. para niños  3. Enseñanza de la computación: metodología empleada en distintos cursos de computación empleando el lenguaje LOGO.	1. Una aventura en el Sistema Solar.	1. Proyecto de Enseñanza Asistida por Computadora (EEAC) SEP.
EDUCACION SECUNDARIA	-----	1. El uso de la computadora para enriquecer la enseñanza de la matemática.	-----
EDUCACION MEDIA SUPERIOR	1. El alumno como auxiliar en computación: una propuesta	-----	-----
EDUCACION SUPERIOR	-----	-----	-----

Rosenblueth. A.C.

Este proyecto fué el resultado de la búsqueda de una posibilidad de rehabilitación laboral para pacientes esquizofrénicos, cuyos síntomas estuvieran lo suficientemente controlados como para vivir fuera del hospital psiquiátrico.

El trabajo pretende transferir los conceptos presentados a una situación en donde se busque una forma de involucramiento productivo para el niño con problemas de aprendizaje del tipo mencionado.

El objetivo, es el de medir los cambios que ocurren en las habilidades cognoscitivas, en percepción y relación a la realidad, en el trastorno de pensamiento y en el grado de diferenciación, que ocurre en los sujetos, al trabajar con las computadoras.

El grupo que se formó consistió en 15 pacientes psiquiátricos con las siguientes características.

- Diagnóstico de esquizofrenia (controlados por mediación y estabilizados en neuroleptia y tranquilizantes mayores).

- Preparación académica de secundaria.

- La edad que se especificó fué entre 20 y 30 años. La edad promedio fué de 24.3 años.

- El nivel socio-económico de los pacientes comprende desde la clase media baja hasta la clase media alta.

- Los pacientes fueron referidos por psiquiatras

asociados con el Instituto Mexicano de Psiquiatría y por la Clínica Mendao.

- Todos los pacientes eran neófitos en la computación al comenzar el curso. De los 15 pacientes, 12 fueron hombres y 3 mujeres.

Con respecto al contenido del curso el material fue el mismo de un curso, de introducción a la computación y taller en Basic.

#### RESULTADOS

El involucramiento en el curso por parte de los pacientes fue casi total. Después de una semana llegaban e intentaban terminar algo que les faltaba, o teclear algo que no entendían, etc.

Al terminar el curso los familiares reportaron una mejoría general en su aseo, en su motivación para levantarse en la mañana y una mejora en su relación con los otros miembros de la familia. Los mismos pacientes expresaron tristeza de que se terminara el curso.

De los 13 pacientes que terminaron el curso, tres decidieron tomar más cursos de computación, 11 subieron su coeficiente intelectual (medio por el WAIS) significativamente. Se espera que también hayan mejorado en los factores que miden su relación con la realidad (Anger Diaz, 1985. p. 97, 1-97.4).  
(1)

Uso aprendizaje por la computadora.

Trabajo 1. Proyecto de adaptación del sistema de

computación a la educación del niño especial.

El objetivo de este proyecto, es desarrollar el potencial creativo del Deficiente Mental, por medio de la computación para su aplicación en las artes, oficios y talleres, para lograr su preparación físico-mental y adaptación al medio social.

Por medio de este sistema se establece una comunicación que sirva de apoyo a la enseñanza del niño.

El proyecto tiene como base un aparato manual, al que se denomina "RATON".

Para el inicio del niño con deficiencia mental en el aprendizaje por medio de la computación, es necesario una evaluación previa independientemente del diagnóstico médico, esto será una forma manual para sopesar sus habilidades y deficiencias del sistema psicomotor; salvo los deficientes profundos, todos tienen la oportunidad de interactuar con el sistema.

#### METODOLOGIA

Primero, se le muestra al niño la computadora y se le trata de interesar en ella mostrándole al inicio la pantalla, encendiéndola y apagándola, el niño tendrá que aprender a hacerlo.

Continuando se colocará el programa del RATO para mostrarle en la pantalla las figuras y los elementos con que va a disponer para su trabajo. Una vez que en la pantalla aparecen las figuras que realizará el niño y los elementos de elaboración, lápiz, goma, etc., se le indicará qué son

y para qué se utilizan repitiendo la operación cuantas veces sea necesario. En seguida se le mostrará el aparato manual (RATON). Este aparato es importante, puesto que va a ser el vehículo de coordinación entre lo que vaya formando en la superficie y su reproducción en la pantalla.

A continuación se le dará a conocer la importancia del RATON y los movimientos que se requieran para que él pueda realizar sus trabajos, siendo los movimientos oprimir y desplazar, en esta parte entra la primera adaptación del sistema de la enseñanza a los deficientes mentales.

#### Características del RATON:

Tomando en consideración que para manejarlo se requieren de dos movimientos, el de oprimir y desplazar, es conveniente adaptar este aparato de la siguiente manera: que el botón que se oprime para trabajar en lugar de estar colocado arriba, esté en el lado derecho y que sea de distinto color al de la máquina (microcomputadora).

Al lograr el alumno conjugar estos dos movimientos estará en condiciones de continuar, esto será dentro de un primer programa. Este consiste de cinco elementos para trabajar. Los cuales son: lápiz, goma, spray, brocha, abecedarios.

Este programa consiste de figuras geométricas y algunas de movimiento, elementos naturales y figuras para composición. Se compone de 24 figuras, que son:

1. Para elaborar todo lo que sea cuadrados
2. Triangulo (en posición de pirámide)
3. Círculo

4. Línea de movimiento
5. Círculo de movimiento
6. Cuadrado obscuro
7. Cuadrado de rejilla
8. Oleaje (con movimiento para plasmar todo lo referente a el agua)
9. Lluvia (con movimiento)
10. Cuadrado con lluvia perpendicular)
11. Triángulo obscuro
12. Círculo obscuro
13. Ovalo
14. Triángulo en posición invertida y la piramide)
15. Conjunto de círculos
16. Medio círculo corte superior
17. Trapecio
18. Trapecio
19. Trapecio
20. Conjunto de cuadrados (delgados horizontales)
21. Conjunto de cuadrados (delgados verticales)
22. Puntos
24. Rayados

Todas estas figuras al manejar el RATON se podrán elaborar en diferentes tamaños, según el desplazamiento que efectúe el alumno.

Las anteriores figuras estarán colocadas, 12 del lado izquierdo y 12 del lado derecho, colocadas en líneas verticales.

Este programa tiene como propósito el ir encausando al alumno dentro de las líneas para ir las conociendo, haciendo comparaciones entre ellas para después empezar a crear cosas cotidianas y composiciones según su imaginación, dando priori-

dad a que inicialmente sean objetos y figuras de fácil realización y de observación general, después a composiciones de tipo abstracto que puedan hablar sobre la personalidad del alumno.

Al igual que este programa existen dos programas más en donde el alumno trabaja con los mismos elementos anteriores y que le servirán para realizar el rostro y el cuerpo humano.

Al alumno se le proporcionarán las figuras correspondientes para que elabore sus proyectos (dibujos).

Este proyecto no presenta resultados de su aplicación.

## 5.2. NIVEL. EDUCACION PREESCOLAR

Uso Aprendizaje por la Computadora

Trabajo 1. El Circo.

El trabajo, el Circo está orientado para niños de edad preescolar e intenta ser una herramienta introductoria para que aprendan a reconocer las letras del alfabeto, los números y los colores, así como distinguir diferencias de forma y tamaño de ciertos objetos y relacionar los elementos que componen un conjunto dado.

Características del sistema. El Circo.

Está integrado por cinco módulos que se describen a continuación. El primero se compone del escenario de un circo, con acompañamiento musical en donde se irán apareciendo diversos animales en movimiento, acompañados con una melodía

que los caracterice.

Cuando el niño presione alguna de las teclas de la computadora, aparecerá el animal cuyo nombre empiece con la letra de la tecla presionada, sobre la figura del animal en movimiento y dentro del pequeño foro, aparecerá su inicial y se escuchará su melodía.

De esta forma se pretende que el niño vaya asociando el sonido de las letras con los símbolos que las representan.

El módulo 2, se divide en dos partes. En la primera, donde se utiliza el dibujo del teclado en la pantalla, serán mostrados uno a uno los números del 1 al 9 asociando a cada valor, su número correspondiente de animales. Así, el niño comenzará a diferenciar un número de otro ayudado por las imágenes visuales.

En la segunda parte el niño utiliza los números de modo que, dependiendo del número elegido, aparecerán (aleatoriamente) tantos animales como el número lo indique, así como el número que fué seleccionado. Además, los animales surgirán de una jaula, de un acuario o de un árbol con el fin de presentarlos con un escenario que vaya de acuerdo a su tipo.

El tercer módulo es el reconocedor de letras, en donde se utiliza el mismo escenario que en el módulo 1 y consiste en lo siguiente.

Dada la animación del animal que aparezca sobre el taburete de la pista del circo, el niño deberá presionar la tecla correspondiente a la inicial del animal desplegado.

Una vez que el animal ha sido desplegado en la pantalla y el niño se equivoca de tecla, éste podrá intentar cuantas veces sea necesario hasta que la selección sea la correcta. El acompañamiento musical de los animales no será interpretado hasta que se indique la letra correspondiente.

El módulo cuatro es el reconocedor de números y funciona similarmente al módulo 3, sólo que en vez de tratarse de reconocer letras, se trata de números.

En este caso la computadora desplegará aleatoriamente un cierto número de animales (del 1 al 9) y los irá colocando en tres renglones de hasta 3 animales por cada uno.

En la parte inferior de la pantalla aparecerá el mensaje de

¿ C U A N T O S ?

y el niño deberá responder con el número correspondiente.

El quinto y último módulo consta de tres partes, teniendo como objetivo que el niño reconozca diferencias en la forma, tamaño y color de los animales.

En la primera parte, el sistema despliega una serie de animales distintos en su forma para que el niño indique cual es diferente de los demás.

De forma análoga, en la segunda y tercera parte, el niño deberá indicar elementos diferentes en cuanto a tamaño

y color.

Este trabajo, en la actualidad se encuentra en proceso de ser terminado y por tal razón no existe ninguna experiencia que nos indique resultados sobre su aplicación. No obstante, pretende ser un instrumento de gran utilidad para introducir al niño de edad preescolar en los conceptos básicos como lo son, los colores, las formas, las letras, los números, así como de familiarizarlos con el uso de las computadoras. (Salazar, 1985. p. 40.1 - 40.3). (2)

### 5.3. NIVEL. EDUCACION PRIMARIA

#### Uso. Aprendizaje de la Computadora

Trabajo. 1. La enseñanza de logo y su integración en la escuela primaria.

Este trabajo se desarrolló en el colegio Israelita de México desde 1982. Su objetivo fue el de incorporar la enseñanza del lenguaje LOGO a estudiantes del nivel primaria para lograr un acercamiento con la ciencia de la computación y sus lenguajes.

Las actividades que se realizaron fueron:

1. Actividades relacionadas con la geometría de la tortuga.
2. Investigar el efecto de las instrucciones en el comportamiento de la tortuga. Esta actividad tuvo como objeto un primer acercamiento y familiarización con las instrucciones básicas.

3. Dramatización de situaciones. Tuvo como objeto incorporar una imagen afectiva y lograr una relación especial con el objeto transicional llamado "TORTUGA".

4. Diseño de figuras geométricas. Tuvo como objeto el diseño de figuras, para la incorporación de conceptos como; secuencia, orden lógico, estructuraciones y estrategias de solución de problemas.

5. Actividades libres. Tuvo como objeto fomentar la expresión y la creatividad por medio de dibujos libres.

6. Actividades relacionadas con variables. Esto es el diseño de figuras cambiantes, con variables para incorporar el concepto algebraico de variables y relacionarlas con el mundo real.

7. Diseño de operadores algebraicos. Probar algunas propiedades algebraicas de los números.

8. Diseño de algoritmos. Concientizar al alumno acerca de los mecanismos que se usan para las operaciones aritméticas.

9. Actividades de comunicación. Discusiones grupales para sociabilización de las ideas y la contribución comunitaria

10. Concursos. Donde el alumno gana por pensar más soluciones a problemas concretos y no por tener una mejor solución y tienen como objetivo motivar y estimular al alumno a usar su pensamiento.

11. Exposición de trabajos realizados. Para motivar a estudiantes a aceptar ideas externas a él mismo así como

lanzar retos por medio de preguntas como ¿podría hacer esto? ¿cómo fué hecho? ¿te gusta, por qué? ¿cómo lo harías sin usar...? ¿cómo lo harías usando...?

Estas y otras muchas actividades han sido diseñadas en el colegio Israelita de México.

Algunas recomendaciones para la integración de la computadora en la escuela son:

a) Asesoría y Capacitación.

Antes de empezar a trabajar con computadoras y durante la permanencia de estas, es necesario impartir cursos de introducción a las computadoras, lenguajes y didáctica de recursos tecnológicos en la educación, es también importante organizar mesas de trabajo con discusión y estudio de temas y artículos selectos.

b) Planeación Anticipada.

La planeación anterior a las actividades es fundamental, no sólo de los recursos materiales, sino también de los recursos humanos y didácticos. Esto significa planear de manera racional y sistemática la integración de la computadora en etapas perfectamente diferenciadas, es decir, etapas de capacitación y concientización, etapas de diseño de material didáctico y de organización de actividades de grupo y el diseño de una estructura de máxima utilización.

c) Software Variado.

En este punto la recomendación es no estar "casado" con un lenguaje o programa determinado, se debe tener un len-

guaje principal y alrededor tener una serie de programas complementarios que puedan ser realizados sobre medida, por medio de un programa autor o con el mismo lenguaje principal, si es que tiene la potencia necesaria.

d) Recursos Audiovisuales.

Ya que la computadora es un medio electrónico de procesamiento de información.

e) Técnicas de Aprendizaje.

Se recomienda utilizar otros medios y técnicas de aprendizaje como complemento a las actividades normales. Estas pueden ser:

- Promover un pensamiento lateral en el estudiante, es decir, idear nuevos modos de enfocar problemas.

- Estructurar el intelecto, consiste en la descomposición de la inteligencia en más de 100 habilidades.

- Razonamiento estratégico, este enfoque se concentra en 6 técnicas de resolución de problemas: análisis, clasificación, descomposición de un todo en partes, secuenciación, visión de relaciones y síntesis.

Se emplea básicamente en ejercicios no relacionados con los contenidos clásicos de la escuela.

- Enriquecimiento instrumental. Este método está destinado a estudiantes de bajo rendimiento, intenta hacer aflorar la motivación intrínseca para el aprendizaje utilizando procedimientos de resolución de problemas con el fin de desa-

rollar capacidades que puedan aplicarse a las tareas escolares.

f) Formación de Equipos de Trabajo.

Este punto recomienda la integración de grupos de investigación, con el fin de compartir responsabilidades y experiencias.

g) Documentación y Publicación de Experiencias.

Es muy importante llevar un registro de las actividades en la escuela, lograr un seguimiento, compartir ideas y experiencias con el fin de no duplicar esfuerzos y poder evaluar objetivamente avances y retrocesos, así como dejar constancia del trabajo para las personas que vengan de atras, y que se puedan servir de ellos.

La conclusión general de este trabajo es que, la integración de la computadora en la escuela no es un proceso sencillo, sino que debe abordarse con una perspectiva a largo plazo en donde la mayoría de los elementos deben ser previstos con el fin de lograr un rápido proceso integrativo que justifique la entrada de este recurso tecnológico en la educación (Grillo, 1985, p. 12.1 - 12.7). (3)

## 2. BASIC PARA NIÑOS

En este trabajo se propone iniciar al niño en el área de la computación, de una forma sencilla con el fin de que aprenda a utilizar y en poco tiempo dominar la computadora.

Para realizar este objetivo se ha elaborado un libro denominado "BASIC PARA NIÑOS". Este libro está dividido en

dos partes. En la primera, se le presentan al niño los personajes con los que va a estar jugando, aprendiendo. En esta primera etapa se busca interesar al niño en el conocimiento de la computadora de una manera familiar creandole la necesidad de comunicarse con el, de esta forma comenzará a aprender el lenguaje BASIC.

En la segunda parte del libro el niño ya está familiarizando con los personajes del libro, los identifica y se le ha motivado para entrar directamente al conocimiento del lenguaje.

Los temas que se enseñan en esta parte, son: introducción a la programación, lenguaje BASIC, modo inmediato, instrucción PRINT, operadores aritméticos, modo programado, qué es un programa, instrucción END, comandos RUN, LIST y NEW, variables, instrucción INPUT, memoria secundaria y comandos SAVE, LOAD y CATALOG.

Los conceptos se manejan por medio de dialogos, de manera tal que no se le inunde al niño con demasiados conocimientos.

Los resultados obtenidos de este proyecto fueron:

- Habiendo terminado ya el curso, los niños aparecen cotidianamente y a cualquier hora de la mañana o de la tarde, en el centro de computo de la Universidad La Salle, ansiosos de continuar manejando las computadoras (Vallejo y Aguirre, 1985. p. 51.1 - 51.5). (4)

3. ENSEÑANZA DE LA COMPUTACION: METODOLOGIA EMPLEADA EN DISTINTOS CURSOS DE COMPUTACION EMPLEANDO EL LENGUAJE LOGO

Este trabajo consistió en la elaboración de cinco tipos de cursos diferentes de acuerdo a los entornos educativos en que éstos se desarrollaron. Estos son:

a) El primero, se impartió en las bibliotecas públicas del ISSSTE donde, en grupos de 10 niños (de 7 a 13 años) que trabajan por parejas con 5 computadoras, LOGO es presentado junto con otro tipo de talleres manuales y artísticos, con posibilidades de consultar una gran cantidad de libros.

b) El segundo, es en el que, alumnos de escuelas particulares, asisten a talleres de LOGO por las tardes en sus propios salones de clase. El número de participantes por grupo es de 8 a 10 años con un instructor y dos alumnos por máquina.

c) El tercer tipo de curso, es exactamente igual al anterior pero es impartido en los periodos de vacaciones.

d) El cuarto tipo de curso es el que entra en las escuelas particulares como una materia más dentro del programa escolar. Los alumnos trabajan con sus compañeros de grupo por parejas.

e) El quinto, es un curso piloto, en estos cursos la computación no es la única actividad, sino que, parte de un taller de experimentación de las ciencias donde se combinan actividades de física, química, biología y matemáticas, donde los niños trabajan en equipos o por parejas con la computadora.

Las particularidades de los programas para cada tipo de curso se definen por las necesidades del entorno educativo (horarios, calendarios, inclusión de actividades suplementarias, coordinación con materias escolares, etc.).

Las experiencias realizadas en este trabajo, revelan que los niños al iniciar un curso llegan con dos tipos de información, sobre las computadoras: uno que las citúa como una herramienta más del hombre y el segundo, que las falsea visualizandolas como "entes" que resuelven solas todos los problemas o que solamente sirven para jugar.

Los niños que no tienen información con respecto a la computación o que nunca han tenido contacto con ellas, exploran más lentamente con la computadora que los que tienen información sobre ella.

Los niños que poseen una mínima información y no han tenido contacto previo con ellas, la ven como algo desconocido pero interesante y en ocasiones difícil.

Un segundo grupo corresponde a aquéllos niños que han tenido contacto con las computadoras a través del cine, programas de televisión y sobre todo de videojuegos. De aquí que su información esté deformada, sufren decepciones iniciales, al comprobar que la computadora para funcionar requiere que se le de toda la información. Estas decepciones se transforman en alegría cuando con ayuda del instructor, el niño logra dar ordenes a la computadora y ver que esta las ejecuta. Un niño que ya ha trabajado con computadoras es seguro que no tenga este problema.

Por otra parte, generalmente todos los niños llegan muy motivados para el trabajo ya sea porque tengan cualquier

idea acerca de computación, porque ya la conozcan y les guste o porque les llame la atención y les de curiosidad. La motivación en el niño sobre el trabajo en sí, depende de la actitud del instructor y su relación con él. Por lo general actitudes tradicionalistas y frías con los niños, inhiben su motivación.

Por otro lado, conforme avance el curso, los niños marcan individualmente su ritmo de aprendizaje; de acuerdo a sus proyectos, a sus exploraciones con las computadoras, a la guía constante del instructor y al intercambio de ideas en el mismo grupo.

Las conclusiones a las que se llegan en este trabajo son las siguientes:

- Dentro de un grupo conviene fomentar parejas de acuerdo a la edad, grado escolar, iniciativa y experiencia en computación.

- Fomentar el trabajo en equipo y la colaboración integral (incluyendo al instructor).

- Al inicio y durante el curso es importante aclarar a los niños qué son las computadoras y lo que pueden lograr con ellas. Para que así todos partan de las mismas bases.

- Tiene muy buena respuesta el que el instructor sea abierto y amable con sus alumnos, amigo de ellos, sin dejar que se provoque el desorden en clase.

- El instructor debe percatarse de qué tanta atención requiere cada niño otorgandosele y fomentando su motivación. Para esto será definitivo el interés que los padres muestren por el trabajo de sus hijos y por lo que estén aprendiendo.

- El instructor debe reunirse con los padres para explicarles en que consiste el lenguaje LOGO la metodología que sigue el instructor y señalar la importancia del lenguaje y de su colaboración (Gutierrez, M.J.A. y Riviaud G.J.J., 1985. pp. 66.1 - 67.1). (5)

Uso. Aprendizaje por la Computadora.

Trabajo 1. Una Aventura en el sistema Solar.

Este es un proyecto que se caracteriza por ser extremadamente ambicioso. Trata sobre la construcción de un programa de simulación, con una nave espacial capaz de navegar por todo el sistema solar para explorar cada uno de los planetas y sus satélites y descubrir sus características básicas.

Una de las ideas más atractivas de este proyecto (que aun se encuentra en elaboración) es que los niños "astronautas" puedan ir escribiendo, mediante el apoyo de la computadora, un diario de viaje con anotaciones sobre sus descubrimientos hallazgos y expectativas. Al final "de viaje", este material constituirá un libro de datos importantes, cada niño será el autor de su propio libro, en lugar de un lector de éste, tal concepto plantea nuevas perspectivas.

- Características del simulador.

El simulador especial está constituido por cuatro conjuntos de programas, cada uno de los cuales presenta un escenario referente a la etapa del viaje interplanetario.

El escenario de la primera etapa es una plataforma espacial bautizada con el nombre de Nicolas Copernico, la cual gira en una órbita estacionaria a unos cuantos miles

de kilómetros sobre la superficie terrestre.

En una segunda etapa, el niño "astronauta" se encuentra ya en la nave lista para despegar, después de proceder a la revisión final de sus instrumentos, se inicia la rutina de despegue de la plataforma y la nave se desprende e inicia su misión buscando la dirección y velocidad (relativa a la tierra) adecuada.

La tercera etapa constituye la aproximación de la nave al planeta y el escenario se conforma por pantallas de radas y los tableros de instrumentos y control que el tripulante habrá de utilizar para entrar en órbita alrededor del planeta. El proceso es crítico y peligroso y, para lograrlo, se debe desarrollar un alto grado de sensibilidad sobre las leyes de la mecánica, la dificultad puede entenderse al pensar en lo que implica subirse a un avión en pleno vuelo.

La cuarta y última etapa constituye el regreso a la tierra. Aquí los tres sistemas de escenarios se repiten, excepto que ahora el módulo de aproximación adquiere un grado mayor de dificultad ya que se requiere realizar las maniobras de atracamiento a la plataforma, o punto de llegada a la tierra.

Las expectativas y consideraciones de este proyecto son:

- Lograr un ambiente de interés para los niños y jóvenes que al utilizarlo se sientan envueltos en una aventura no sólo interesante, sino importante que les motive a resolver problemas y que logren experimentar la sensación emocionante de ser un descubridor.

- La idea de registrar sus descubrimientos, inferencias, experiencias y pensamientos en una bitácora que es impresa por el computador, simulando la existencia de los mensajes que la tripulación mandó a la tierra representa una nueva posibilidad de que sean los estudiantes quienes generen sus propios libros de texto y consulta.

En este trabajo, no se presentan resultados pues como ya se mencionó es un proyecto que aun se encuentra en elaboración. Sin embargo, es interesante mencionarlo para dar al lector un ejemplo de este tipo de programas (simulación) y como pueden enfocarse para la enseñanza (Navarro, et. al. 1985, p. 38.1 - 38.11). (6)

Uso. Aprendizaje con la Computadora.

Trabajo 1. Proyecto de Enseñanza Elemental Asistida por Computadora (EEAC).

Este proyecto se comenzó a elaborar como una de las acciones para dar respuesta a los lineamientos especificados en el programa Nacional de Educación Cultura, Recreación y Deporte, 1984-1988.

Su objetivo general es el contribuir a mejorar la calidad de la educación elemental impartida por la Secretaría de Educación Pública, por medio del establecimiento de criterios psicopedagógicos para la enseñanza elemental asistida por computadora y la aplicación de los mismos en la producción de paquetes educativos por microcomputadora.

Los objetivos específicos del proyecto EEAC son:

1. Desarrollar paquetes educativos por microcomputadoras adecuados a los objetivos y programas del sistema de educación elemental.

2. Apoyar la tarea docente con materiales educativos eficaces, previamente evaluados.

3. Conformar criterios psicopedagógicos para la enseñanza elemental asistida por computadora, validados mediante la experimentación.

4. Fomentar la investigación para el diseño de materiales educativos por computadora.

5. Contribuir a la investigación de los procesos de enseñanza aprendizaje.

6. Apoyar la investigación y evaluación de secuencias curriculares.

Por otra parte, el proyecto EEAC se orienta por un modelo psicopedagógico constructivista. El instrumento a utilizar es un lenguaje y una serie de programas que faciliten la interacción directa entre el escolar y la situación de aprendizaje programada.

## METODOLOGÍA

Las actividades propuestas en este trabajo son las siguientes:

- Caracterización psicopedagógica del área
- Diseño de los módulos
- Elaboración de los programas de cómputo

- Aplicación experimental
- Evaluación
- Resultados finales

La realización de este proyecto no llegó a concluirse, quedándose en la etapa de elaboración de programas de cómputo, debido a situaciones ajenas al proyecto que impidieron su desarrollo (SEP, 1985).

#### 5.4. NIVEL EDUCACION SECUNDARIA

Uso. Aprendizaje por la Computadora.

Trabajo 1. El uso de la computadora para enriquecer la enseñanza de la matemática.

El enfoque de este trabajo ha sido dirigido a la implementación de ideas y materiales que abran posibilidades para la exploración de conceptos matemáticos así como para estimular el desarrollo de intuiciones matemáticas; en la búsqueda de todo ello, se han diseñado experiencias muy diversas que se pueden agrupar en tres campos.

1. La computadora como recurso programable. En donde, los problemas planteados a los estudiantes son resolubles con estructuras computacionales sencillas.

2. La computadora como recurso instrumental. En este campo se han utilizado varios programas con valor instrumental, tales como graficador de funciones, módulos para cálculos específicos, etc.

Se considera que este tipo de uso amplía considerablemente las posibilidades de desarrollar la experimentación y constatación de hipótesis matemáticas.

En la mayoría de los casos estos se han utilizado en el contexto de programas a resolver con el apoyo de dichos instrumentos y procurando que tales problemas fueran abiertos a una variedad de soluciones y estrategias posibles.

3. La computadora como recurso de juego. Los juegos que se han diseñado tienen una serie de características comunes:

- No contienen elementos superfluos, es decir, no están basados en música o imágenes disociados del obstáculo a resolver.

- No toma en cuenta el tiempo. El estudiante puede reflexionar cuanto desee antes de "jugar" y en algunos casos hay opciones especiales para apoyar una reflexión.

- No hay ningún personaje misterioso que diga "estas bien" o "estas mal", la misma acción del juego va expresando las ideas del estudiante.

- Están escritos en lenguaje LOGO, el cual es conocido por el estudiante, quién puede ver como está hecho y apropiarse o modificar sus reglas.

De este trabajo no se encuentran resultados ni conclusiones (Grillo y Velasquez, 1985. p. 21.1 - 21.2). (7)

## 5.5. NIVEL. EDUCACION MEDIA SUPERIOR

Uso. Aprendizaje de la Computación.

Trabajo 1. El alumno como auxiliar en computación: una propuesta.

La propuesta de este trabajo es principalmente hacer que los alumnos de enseñanza media superior puedan ser auxiliares en computación con sus propios compañeros y que dicha labor sea retribuida por el mismo conocimiento que adquiere el alumno de profundizar y sobre todo de usar más la computadora, recibir cursos especiales, etc.

Las modalidades que se sugieren en este trabajo en cuanto a la selección de alumnos que van a ser los auxiliares, son las siguientes:

Primero, los alumnos de grados más avanzados, por ejemplo los que están a final de bachillerato y que tras de recibir un entrenamiento previo, estén dispuestos a compartir con sus compañeros de grados inferiores algo de su conocimiento.

La segunda opción es escoger a los mejores alumnos seleccionados a través de exámenes o que han demostrado notas sobresalientes en los cursos anteriores quienes pueden a su vez ser beneficiados por cursos de entrenamiento especializado.

La tercera opción consiste en asumir roles rotativos de los alumnos auxiliares, y en los cuales para tener acceso a dichos tiempos libres, los alumnos adquieren el compromiso de dedicarle tiempo para coordinar a sus demás compañeros en el uso de la computación.

#### ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE PROYECTO SON:

- Como ventaja, está la formación de grupos de equipos de trabajo, y como problema asociado, el que en tales grupos exista un alumno que acapare o realice el trabajo de sus compañeros; esto puede ser de alguna manera solucionado

si existen tales auxiliares que medien el uso de la computadora en el grupo.

- Otra ventaja, es que permite fomentar nuevas aplicaciones y no sólo el tratar de responder copiando o trasladando a la computadora algoritmos en términos de las instrucciones enseñadas por el maestro sino simular un mundo más real en el que existen varias soluciones, donde lo importante es no sólo resolver, sino plantear el problema y donde existe competencia en la búsqueda de alternativas para mejorar los problemas y los algoritmos. Como desventaja se podría mencionar que tal enfoque requiere de una mayor solidez intelectual, en la estimulación a la creatividad y poder admitir hasta cierto punto el fracaso o las dificultades que pueden tener los alumnos dejándoles descubrir algunas cosas en vez de darles la solución, esto puede hacer más lento el aprendizaje y frustrante si se les dejara solos sin auxiliar.

- Una ventaja más, es el hecho de que existe una mayor comunicación entre el auxiliar y los estudiantes al estar muy cercanos en edad y leer los problemas de la misma manera utilizando incluso un mismo lenguaje o vocabulario más cercano al dar explicaciones que sean más fácilmente comprensibles por los mismos y finalmente, aprovechar la experiencia en cuanto a generación de nuevas alternativas o problemas para que los alumnos utilicen el camino ya andado; como desventaja podría ser que los mismos auxiliares se vean sobrecargados o sobrecargados con una gran demanda y que esto pueda lesionar sus intereses como estudiantes.

Por otro lado, que no tengan la formación adecuada para acercarse de una manera pedagógica y que dé libertad y no conduzca a un cierto "libertinaje" al no seguir los programas establecidos y que los alumnos finalmente aprendan algunas desviaciones o mañas en la programación más que una

programación más profesional de tipo estructurada; estos problemas se piensa (Rivera, 1985) pueden subsanarse dando una capacitación especial a dichos auxiliares además de una fuerte motivación a los mismos.

Como conclusión se piensa también, que debe existir un área y un tiempo para los cursos informales en informática y que se deben dejar algunos para los estudiantes que estén más motivados que puedan practicar en su tiempo libre.

Se considera que sería más fácil la introducción de la informática a través de cursos formales y que estos puedan despertar la inquietud y la necesidad de los cursos formales y en particular preparar el campo para la enseñanza asistida por computadora (Rivera, 1985, p. 43.1 - 43.5). (8)

#### 5.6. NIVEL EDUCATIVO SUPERIOR.

En este nivel, no existen a la fecha trabajos o experiencias publicadas con respecto al uso de las computadoras en la educación. (Segundo Simposio 1985).

Por tal motivo no presentamos en este apartado ninguna información al respecto.

De todo lo anteriormente expuesto en este trabajo se desprenden las siguientes conclusiones.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANGER-DIAZ, Barbara. "Un proyecto de rehabilitación para esquizofrénicos a través de un curso de computación". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP: CONACYT, 1985.- pp. 97.1-97.4.
2. SALAZAR, Y. Rosa. "El Circo". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 12.1-12.7.
3. GRILLO, A. Emilio. "La enseñanza de logo y su integración en la escuela primaria". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 12.1-12.7.
4. VALLEJO, A. Rocio y Aguirre, L. Miren. "Basic para niños". en La computación y la educación infantil del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. p.. 51.1-51.5.
5. GUTIERREZ, M. José. A. y RIVAUD, G. Juan. J. "Enseñanza de la computación I: Metodología empleada en distintos cursos de computación empleando el lenguaje Logo". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 66.1-66.4.
6. NAVARRO, G. et al. "Una aventura en el sistema solar". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29

de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 38.1-38.11.

7. GRILLO, E. y VELAZQUEZ, A. "El uso de la computadora para enriquecer la enseñanza". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 21.1-21.2.
8. RIVERA, P. Eduardo. "El alumno como auxiliar en computación, una propuesta". en La computación y la educación infantil, del 23 al 29 de Septiembre: Segundo Simposio Internacuional. México: SEP, CONACYT, 1985. pp. 43.1-43.5.

## CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto en este trabajo, se desprenden las siguientes conclusiones:

No se puede pensar en el uso de las computadoras como un proyecto desligado de una finalidad política o ideológica. En este sentido, podemos percibir que la gran difusión o llamemosle "propaganda" sobre la utilización de las computadoras, su implementación en las escuelas y la alfabetización informática están determinadas en gran medida por las expectativas laborales y de comunicación e incluso hasta de forma de vida de los que ahora son niños o jóvenes y que en el futuro serán los utilizadores de estos instrumentos.

Como hemos mencionado en este trabajo, la llegada de la llamada "era de la informática" repercutirá en la manera de pensar y de actuar de la gente. En este sentido, no se puede negar que la llegada de esta nueva tecnología va a ocasionar cambios fundamentales en las labores que hoy conocemos como tediosas, aburridas y tardadas. Evidentemente este instrumento garantiza de alguna manera mayor eficiencia y rapidez en cuestiones de trabajo que actualmente requiere de mucho tiempo en horas hombre de trabajo.

Sin embargo, en lo que concierne a la idea de una revolución promovida por las computadoras en la escuela encontramos que estas ofrecen un mundo de metas miopes, promesas exageradas y pronunciamientos prematuros sobre las bondades de las computadoras. Esta actitud obedece a dar respuesta a intensas presiones externas de, por un lado, padres de familia, comunidad educativa, etc.

A pesar de las anécdotas de éxito "recientes observadores encuentran que las computadoras en la educación se hallan en una etapa no muy avanzada, con un equipo que se ha esparcido tan ligeramente que se antoja menor, para considerarlo una revolución" (Noble, 1984, p. 602) (1).

A esto habría que agregar los enormes problemas de los maestros sin entrenamiento, programas educativos inadecuados, fondos insuficientes y una gran disparidad en el acceso entre distritos escolares ricos y pobres. En estas condiciones los promotores de las computadoras hablan de la alfabetización computacional, de una transformación total de la educación para la que deben estar preparados todos los estudiantes.

Desde esta perspectiva, los promotores de computadoras nos dicen que serán utilizadas como poderosos apoyos instruccionales y como catalizadores de pensamiento creativo y de solución de problemas. Sin embargo, ninguno de estos usos parece garantizar la atención inmediata que se les está dando. A pesar de todo esto, existen pocos datos objetivos que confirmen la creencia de que la programación de la computadora mejora el funcionamiento intelectual o la solución de problemas. En realidad la investigación actual sólo ha empezado a rasgar la superficie con la exploración de si los estudiantes que aprenden mediante la programación de computadoras continuarán haciéndolo en situaciones no computacionales.

Creemos que el hecho de que un país utilice o no las computadoras y/o las introduzca en sus escuelas estará determinado, primero, por intereses políticos que fundamenten su utilización, segundo por motivos ideológicos, que serán los que marcarán la forma de utilizarlas y en tercer lugar, por las condiciones económicas que serán las que determinarán el grado o magnitud de empleo.

Los argumentos utilizados para justificar la importancia de la alfabetización computacional se reduce a cuatro tipos, acordes a los papeles que se desempeñarán en la vida cotidiana de la "era informatizada".

1. Los consumidores serán alfabetizados computacionalmente para que funcionen en un mercado computarizado.

2. Los alumnos serán alfabetizados computacionalmente para interactuar con la "revolución del aprendizaje" provocada por las computadoras en las escuelas.

3. Los trabajadores serán alfabetizados computacionalmente para que sobrevivan dentro de la fuerza de trabajo de alta tecnología.

4. Los ciudadanos serán alfabetizados computacionalmente para que voten y formen parte de la sociedad informatizada.

De lo anterior se desprende que, el uso de las computadoras y su divulgación no es un problema totalmente pedagógico, sino más bien, político, ideológico y económico de cada país. Podemos pensar que será un problema pedagógico cuando estas lleguen a ser un instrumento didáctico más. En el salón de clase o aulas y, entonces sí habrá que pensar seriamente en cómo sacarles el mayor provecho posible.

Una segunda conclusión esta relacionada con las posibilidades de nuestro país (México) para introducir las computadoras en las escuelas (sobre todo en las oficiales). En este sentido, existen muchas ideas y opiniones controvertidas y pesimistas. Si pensamos que el hecho de instrumentar un proyecto para implementar la computadora en las escuelas es un

problema político, ideológico y económico, es fácil advertir que México aún no cuenta con las posibilidades para hacerlo.

Esto es, por que hasta el momento no existe una política educativa clara con respecto a cómo utilizar o implementar las computadoras en las escuelas. Tampoco contamos con una idea clara acerca de lo que queremos hacer con la computadora, es decir, ¿se quiere formar técnicos en computación? especialistas en programación? ¿ingenieros? ¿se quiere capacitar al estudiantado en esta área para que pueda ser productivo más tarde? etc. Y si a todo esto le agregamos que México no cuenta con capital suficiente para hacerlo, entonces es obvio pensar que nuestro país no tiene ventajas positivas para implementar un sistema de este tipo.

Como tercera conclusión y relacionada con la anterior está el pensar cuál es la viabilidad de las tres modalidades del uso de las computadoras, en las condiciones normales del aula de nuestro país.

Por ejemplo para cada uno de los usos es variable, por ejemplo, para el aprendizaje de la computadora las posibilidades son mayores, pues solamente implica gastos en la compra de 10 o 15 máquinas o computadoras y en darles un espacio adecuado en el edificio escolar, es decir, acondicionar un salón, taller o laboratorio y rolar los turnos de acceso a las computadoras. En cuanto al personal docente encargado de este taller o clase, solamente implica ampliar la nómina docente a uno o tres más profesores, lo cual no ocasiona trastornos graves en el presupuesto del sistema educativo.

Por otra parte, tenemos evidencias de que este tipo de uso ya se encuentra estructurado en algunos centros educativos de enseñanza media y media superior. Por ejemplo, en

algunos Centros de Educación Tecnológica Industrial, dependientes de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial de SEP; en carreras de nivel profesional medio del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, organismo descentralizado de SEP; y a nivel experimental en los Colegios de Ciencias y Humanidades dependientes de la UNAM. (Lavin, 1985, p. 22) (2).

Para el uso del aprendizaje por la computadora, la viabilidad es más difícil, pues implica la compra de las computadoras, un equipo interdisciplinario que esté a cargo de la elaboración de los programas instruccionales, personal especializado en la programación de los programas instruccionales, equipo especializado de computación, como teleféricos, dispositivos, terminales, etc., tiempos para su implementación y experimentación y, finalmente corrección. También es necesaria una estrategia óptima de aplicación, la cual a la fecha no tenemos y que aun se investiga.

El uso del aprendizaje con la computadora, es todavía más remota que las anteriores, pues requiere mayores esfuerzos en investigación sobre este punto. México aun no cuenta con el equipo de investigación adecuado, por tanto se puede decir que las posibilidades de uso de las computadoras en esta área de aplicación está todavía muy lejana.

Sin embargo, aunque los ejemplos anteriores no son del todo optimistas podemos decir que no todo; en el uso de las computadoras es difuso o imposible. Si bien es cierto que no es una tarea fácil de realizar, tampoco se puede considerar como imposible.

Muchos países como Inglaterra, Francia, E.E.U.U., España y Japón han demostrado que empezar a usar a las computa-

doras y el tenerlas presentes en su sistema educativo ha repercutido de alguna manera en forma positiva en la orientación de algunos de sus problemas educativos, como el mejoramiento del aprovechamiento de las materias con alto índice de reprobación, tales como las matemáticas, la física, la química, biología, gramática, etc.

No queremos decir con esto, que el usar la computadora resuelva de manera inmediata y automática tales problemas, mucho depende de la forma en que se le utilice y las técnicas y/o métodos que emplee el maestro para hacerlo. Sin embargo, podemos sacar como conclusiones positivas, que el uso de las computadoras como instrumento de apoyo didáctico puede ayudar al docente de forma relevante en su tarea de enseñar, explicar, ilustrar o simplemente para facilitarle la interacción personal y afectiva con sus alumnos.

De la misma manera, el alumno también puede verse favorecido en su aprendizaje con la ayuda de la computadora, recordemos que en cierta manera es un elemento que motiva el interés del estudiante para pensar, idear o construir sus propios conocimientos, en el caso de que el programa se lo permita. También fomenta la participación y cooperación entre los mismos estudiantes.

Otro aspecto interesante del uso de las computadoras es su capacidad de almacenar grandes cantidades de información relevantes para las estadísticas de los profesores, con respecto a los logros alcanzados por sus alumnos, etc.

Por todo lo anterior creemos conveniente el hacer patente que el uso de la computadora como instrumento didáctico puede llegar a ser un apoyo útil y eficaz para que, tanto maestros, como alumnos logren alcanzar de manera favorable sus objetivos y perspectivas de aprendizaje.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) NOBLE, Douglas. "Computer literary and ideology" de Teachers college --- 1984. v. 85, no. 4. p. 602.
- (2) LAVIN HERRERA, Sonia. Informaciones estadísticas de la educación y análisis cuantitativo:-- Santiago de Chile: UNESCO, 1985.-- p. 22.

## BIBLIOGRAFIA GENERAL

- AEBLI, Hans. Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget.-- Buenos Aires: Kapelusz, 1984.-- 188 p.
- AIKEN, H. et al. Perspectivas de la revolución de los computadores.-- Madrid: Alianza, 1975.-- 673 p.
- ALMENDROS, Herminio. Fiesta.-- Barcelona: Teide, 1976.-- 110 p.
- ARTAL, Carmen. Fiesta: cuaderno de trabajo.-- Barcelona: Teide, 1977.-- 48 p.
- AUSBEL, David, NOVAK, Joseph, Hanesian, Helen. Psicología educativa.-- 2ª. ed.-- México: Trillas, 1983.-- 623 p.
- AVILA, Raúl. La lengua y los hablantes.-- México: Trillas, 1977.-- 135 p.
- BARCLAY, Tim. "Microcomputers in mathematics instruction" en Microcomputer in Education.-- (Feb., 1982)
- \_\_\_\_\_ y TINKER, Robert. "Basic and graphies" en Microcomputers in Education.-- (Sept. 1981)
- BARR, Auron, BEARD, Marian y ATKINSON, Richard. "A rationale and description of a CAI program to teach the basic programming language" en Instructional Science.-- N° 4 (1975)
- BING, Jon. "Ventajas y desventajas de los juegos electrónicos" en Impacto: Ciencia y Sociedad.-- v. 32, N° 4 (1982)

- BOSSUET, G. La computadora en la escuela.-- Buenos Aires: Paidós, 1985.-- 222 p.-- (Paidós educador; 63)
- BOTKIN, James W. "Aprendizaje innovador, microelectrónica e intuición" en Perspectivas: Revista Trimestral de Educación.-- v. 12, N° 1 (1982).
- BOWEN, James y HOBSON, Peter R. Teorías de la educación: Innovaciones importantes en el pensamiento educativo occidental.-- México: Limusa, 1979.-- 452 p.
- CAFAGGI, F. Patricia. et al. "Qué es la enseñanza por computadora". Comunicación e informática: Revista Bilingüe Mensual.-- México. Vol. 3, N° 2. (Febrero 1982) pp. 35-48.
- CERYCH, Ladislav. "Computers in Education: major problems and Key policy options" en European Journal of Education. v. 17, N° 4. (1982)
- CLARK, H. Herbert y CLARK, U. Evl. Psychology and language.-- E.U.A.: Harcourt Brace Jovanowich International, 1977.- 608 p.
- CLAYSON, James. "Los juegos video-electrónicos enseñan a resolver los problemas".-- Impacto: Ciencia y Sociedad.-- v. 32. N°. 4, 1982.
- CLEMENTS, Michael E. "Sueprcomputadoras quinta generación" en Computer World.-- V. 1, 1 (1980)
- COHEN, Michael. R. "Improving Teachers Conceptions of Computer Assisted Instructions".-- Educational Technology. 1 6. 1979.

- COLIN, Norman. "La micro-revolución" en El Viejo Topo. No. Extraordinario 12.
- COLL, Cesar. Psicología genética y aprendizajes escolares: recopilación de textos sobre las aplicaciones pedagógicas de las teorías de Piaget. México: Siglo XXI, 1983. 224 p. --- (Psicología y etiología).
- COLLIS, K. F. y HALFORD, G.S. Cognitive development. -- New York: John Wiley & Sons, 1978.
- Consejo Nacional Técnico de la Educación. Tres experiencias premiadas en el concurso de educación. -- México; CNTE, 1982. -- 101 p.
- CORDIER, Marie-Odele. "Los sistemas expertos" en Mundo Científico. -- v. 34, No. 4 (1984).
- CRATYY, J. Bryant. Juegos didácticos activos. -- México: Pax México, 1981 -- 184 p.
- CURRAN, S. y CURNOW, R. El estudiante y el ordenador: aplicaciones a la enseñanza. -- Barcelona: Gustavo Gili, 1984. -- 168 p. -- (Colección su ordenador personal).
- DALE, S. Philip. Desarrollo del lenguaje: un enfoque psicolingüístico. -- México: Trillas, 1980. -- 444 p.
- DEL POZO, Hugo. Recreación escolar. -- 5a. ed. -- México: Avante, 1981. -- 279 p.
- DEVAL, Juan. Creer y pensar: la construcción del conocimiento en la escuela. -- Barcelona: Laia, 1983. -- 376 p.
- "Dónde ponemos los ordenadores" en El País. -- (mar-  
tes 22 de Nov., 1983).

- Lecturas de psicología del niño. -- 3a. ed. -- Madrid: Alianza, 1982. -- 2 v.
- Los usos de los computadores en la escuela. -- (s.p.i.)
- EGAN, Kieran. "Plato's theory of educational development: on the inappropriateness of applied psychology" en Curriculum Inquiry. -- v. 3 no. 2 (1980).
- ESPINOZA, Guillermo. "Algunas ideas sobre la computadora y la educación" en Comunicaciones técnicas: revista del IMAS. -- no. 37 (1980)
- EVANS, Elder Daniel. El lenguaje del preescolar. -- Buenos Aires: Marymar, 1979. -- 129 p.
- FERREIRO, Emilia y GOMEZ PALACIO, Margarita. Nuevas perspectivas sobre los procesos de lectura y escritura. -- 2a. ed. -- México; Siglo XXI, 1984. -- 354 p.
- \_\_\_\_\_ y TEBAROSKY, Ana. Los sistemas de escrituras en el desarrollo del niño. -- 4a. ed. -- México: Siglo XXI, 1984. -- 367 p.
- FETTER, Mayne R. "Guidelines for evaluation of computer software (with an evaluation form)" en Educational technology. -- (mar. 1980)
- FONT, Jean. Las computadoras: mitos y realidades. -- Caracas: Tiempo Nuevo, 1968. -- 172 p.
- FOULQUIE, Paul. Diccionario de pedagogía. -- Barcelona: Oikos-Tau, 1976. -- 464 p.

- FRAISSE, Poul y PIAGET, J. Historia y método de la psicología experimental. -- Buenos Aires, 1976. -- 247 p.
- GARCIA LAGUARDIA, Mario y LUJAN MUÑOZ, Jorge. Guía de técnicas de investigación. -- México: Casa Grande, 1977. -- 146 p.
- GILB, S. Stella. Juegos para escolares. -- 8a. ed. -- México: Pax México, 1980. -- 143 p.
- GINSBURG, Herbert y OPFER, Sylvia. Piaget y la teoría del desarrollo intelectual. -- Madrid: Prentice-Hall Internacional, 1977. -- 252 p.
- GOMEZ, Gabriela, et al. Introducción al área de computación. -- 5a. ed. -- México: UNAM, 1984. -- 216 p. -- (Serie textos).
- GRAY, William M. "A comparison of piagetian theory and criterion - referenced measurement" en Review of Educational Research. -- v. 43, no. 2 (1976).
- GUZMAN ARENAS, Adolfo. La computación distribuida como una alternativa del futuro.-- México: UNAM, 1979.-- 216 p.
- HABLI, Hans. Una didáctica fundada en la psicología de Piaget.- Buenos Aires: Kapelusz, 1954.-- 189 p.
- HOLLINGDALE, S.H. y TOOTILL, G.C. Computadores electrónicos.- 3ª. ed.-- Madrid: Alianza, 1972.-- 438 p.
- HIRSCHBUH, J. "Hardware considerations for computer based education in the 1980's" en Journal of research and development in education.-- v. 14, Nº 1 (1980).

- HOWE, J. "Inteligencia artificial y enseñanza auxiliada por computadora: 10 años de experiencia" en Comunicación e informática: Revista Bilingüe Mensual.-- v. 3, Nº. 1 (jun. 1982).
- INHOLDER, Barbel. Aprendizaje y estructuras del conocimiento.-- Madrid: Morata, 1975.-- 366 p.
- KLAUSMEIER, H. Psicología educativa.-- México: Harla, 1977.-- 527 p.
- KLINE, Morris. El fracaso de la matemática moderna: porqué Juanito no sabe sumar.-- 5ª. ed.-- México: Siglo XXI, 1980.-- 197 p.
- KNIGHT BURNS, Patricia y BOZEMAN C., William. "Computer-assisted instruction and mathematics achievement: is there a relationship?" en Educational, Technology.-- v. 21, no. 10 (Oct. 1981)
- LA BELLE, Thomas. "Formal, nonformal and informal education: a holistic perspective on lifelong learning" en Prospects. v. 12, no. 1 (1982)
- LALLY, Mike. "Aprender con el ordenador: un ambiente escolar, eficaz y agradable.-- en Impacto: ciencia y sociedad.-- v. 32, no. 4 (1982).
- LAMB, R. Manual de tecnología educacional para la enseñanza moderna.-- Buenos Aires: Paidós, 1981.-- 151 p.
- LAVIN HERRERA, Sonia. Informaciones estadísticas de la educación y análisis cuantitativo.-- Santiago de Chile: UNESCO 1985.-- 171 p.

- MANNONI, FRANCINE. Las cuatro operaciones básicas de las matemáticas.-- Madrid: Pablo del Rio, 1980.-- 137.
- MARX, M.H. y HILLIX, w. Sistemas y teorías psicológicas contemporáneas.-- Buenos Aires: Paidós, 1980.--
- MILLENSON, J.R. Principios de análisis conductual.-- México: Trillas, 1974.-- 513 p.
- Matemáticas para la educación básica.-- México: Fondo Educativo Interamericano, 1980.-- 208 p.
- MCNERGNEY, Robert. "Critical review: the influence of computers on children and vice versa". en Curriculum inquiry.-- v. 12, no. 3 (1982)
- MCISSAC, Donald y BAKER, Frank. "Computer-managed instruction system implementation on a microcomputer" en Educational technology.-- v. 21, no. 10 (1981)
- MINISTERIO DE EDUCACION (CUBA). Plan de perfeccionamiento y desarrollo del sistema nacional de educación de Cuba.-- La Habana: El ministerio, 1976.
- MORALES, Margarita. "Métodos y técnicas intuitivos para la estimulación de la creatividad" en Comunicación e informática: Revista bilingüe mensual.-- v. 3, no. 2 (Feb. 1982).
- MORENO, Monserrat. La pedagogía operatoria.: Un enfoque constructivista de la educación.-- Barcelona: Laia, 1983.-- 365 p.
- MONTMOLLIN, Maurice de. Enseñanza programada: principios y técnicas de programación.-- 2ª ed.-- Madrid: Morata, 1983.-- 119 p.

- MULLAN, A. P. El ordenador en la educación básica.: problemática y metodología.-- Barcelona: Gustavo Gili, 1985.-- 165 p.
- NOBLE, Douglas. "Computer Literacy and ideology" en Teachers College Record.-- vol. 85 no. 4 (1984).
- PALACIOS, Jesús. La cuestión escolar: críticas y alternativas. 6a. ed.-- Barcelona: Laia, 1984.-- 668 p.-- (papel 451; 46).
- \_\_\_\_\_ e al. Psicología evolutiva.-- Madrid: Alianza, 1984.-- 481 p.
- PANZA, Margarita. "Enseñanza Modular" en Perfiles Educativos.-- no. 11 (Enero-Febrero-Marzo, 1981).
- PAPERT, Seymour. Desafío a la mente: computadoras y educación.-- Buenos Aires: Galápagos, 1981.-- 255 p.
- PAUSEWANG, Elfriede. Juegos didácticos (para realizar con niños de 3 a 8 años).-- Buenos Aires: Kapelusz, 1977.-- 105 p.
- PIAGET, Jean. A dónde va la educación.-- Barcelona; Teide, 1983.-- 110 p.
- PIAGET, Jean. Introducción a la epistemología genética.-- Buenos Aires: Paidós, 1975.-- 310 pp.
- \_\_\_\_\_ Psicología de la inteligencia.-- Buenos Aires: Psique, 1972.-- 237 p.

- Psicología y Pedagogía.-- 5a. Ed.-- Barcelona: Ariel, 1981.-- 208 p.-- (Ariel Quincenal; 26)
- PIÑA V., Adelina Didáctica de la expresión oral y escrita.-- 6a. Ed.-- México: Oasis, 1983.-- 186 p.
- POSNER, George J. "Instrumentos para la investigación y desarrollo del currículo: aportaciones potenciales de la ciencia cognoscitiva" Perfiles Educativos.-- no. 6 (Oct.-Nov.-Dic. 1979)
- POULSEN Gloria y MACKEN, Elizabeth. "Evaluation studies on ccc elementary school curriculums 1975 - 1977" en CCC Educational Studies.-- v. 1, no. 2 (1978)
- PYLYSHYN, Zeñón W. Perspectivas de la revolución de los computadores.-- Madrid: Alianza, 1975.-- 695 p.-- (Alianza Universidad; 119)
- RICHTA, Radovan. La civilización en la encrucijada.-- Madrid: Ayuso, 1874.-- 413 p.
- ROBLEYER. M. D. "When Is It. "Good courseware"?: problems in developing standards for microcomputer courseware".- Educational Technology.-- v. 20 no 10 (1981)
- ROGER, Gilbert. Las ideas actuales en pedagogía.-- 3a. Ed.- México: Grijalbo, 1984.-- 248 p.
- ROGER, Carl. R. Libertad y creatividad en la educación.-- Buenos Aires: Paidós 1976.--
- SEP. Manual del Servicio de Psicología de los Centros de Desarrollo Infantil. México: SEP 1981.-- 101 p.

- SEP. Dirección General de Planeación. Proyecto de la enseñanza elemental asistida por computadora (EEAC): Documento Interno.-- México DGP, 1985.-- 29 h.
- SEGUNDO SIMPOSIO INTERNACIONAL: La Computación y la Educación Infantil: Septiembre, 23 al 29 de 1985.-- México: SEP, CONACYT, 1985.-- ca. 330 p.
- SINGH, Jagjit. Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética.-- Madrid: Alianza, 1972.-- 350 p.
- SIMON, Jean - Claude. La Educación y la informatización de la sociedad.-- Madrid: Narcea, 1983.-- 268 p.-- (Educación hoy)
- SIMONENKO, Valeri. "Principales esferas de aplicación de la computación en la educación". en Educación. v. 8, no. 29 ( br.-Jun., 1981)
- SINGHT, Dharamjit. "Algunos orígenes enigmáticos del juego inventivo" en Impacto: Ciencia y Sociedad.-- v. 32 no. 4. (1982)
- SKINNER, B. F. Registro Acumulativo. Barcelona: Fontanella, 1975.-- 168 p.
- Tecnología de la enseñanza.- 5a. ed.-- Barcelona: Labor, 1982.-- 261 p.-- (Nueva Colección Labor; 114)
- SKINNER, J. Steven y GRIMM, Jimm L. "Computer-assisted instruction. Case Study: the introductory marketing course". En Educational Technology.-- v. 1 N°. 6 1979.

- SLOBIN, I. D. Introducción a la psicolinguística.-- Buenos Aires: Paidós 1974.-- 165 p.
- SMITH, H.T. y GREEN, T.R.G. El hombre y los ordenadores inteligentes.-- Barcelona: Mitre, 1982.-- 436 p.-- (Textos de informática y documentación)
- SOLANA, Fernando. La política educativa de México.-- México: SEP, 1980.-- 54 p.
- STERNBERG, Robert. J. "Criterias for intellectual skills training" en Educational Research.-- v. 12, no. 2 (1983)
- SUPPES, P., FLETCHER, J. D. and ZANOTTI M. "Models of individual trajectorier in computer assisted introduction for deaf students" en Journal of Educational Psychology.-- v. 68, no. 2 (1976)
- SUPPES, Patrick "The uses of computers in educations" en Scientific American.-- v. 215, no. 3 (1966)
- TAYLOR, Robert. The computer in the school: tutor, tool, - tuttee.-- New York: Teachers College, 1980.-- 274 p.
- UNESCO. La economía de los nuevos medios de enseñanza.-- BARCELONA: Serbal, 1984.-- 2. v.
- Nueva tecnología de la enseñanza de las ciencias.-- Barcelona: Teide, UNESCO, 1975.-- 437 p.-- (Colección UNESCO: Programas y métodos de la enseñanza; 7)
- El tiempo de la innovación.-- México: SEP, 1975.-- (SEP/ setentas; 194)

WATSON, J.B. y MCDOU ALL, W. El conductismo: La batalla del conductismo.-- (exposición y discusión).-- Buenos Aires: Paidós, 1976.-- 324 p.

ZINN, Karl L. "Using the microcomputer: One university's experiences" en Educational Technology.-- v. 2 no. 1 (1979)