

180



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Psicología

"Diseño de un Programa Tutorial por Computadora.  
Una Opción para el Tratamiento de Problemas de  
Aprendizaje en Matemáticas."

T E S I S

Que para obtener el Título de  
LICENCIADO EN PSICOLOGIA  
presentan:

Sánchez Jiménez Anel  
Téllez Gutiérrez María Cristina

DIRECTORA: LIC. IRMA G. CASTANEDA R.

ASESOR TECNICO: LIC. JOSE LUIS AVILA C.



México, D. F.

2000.

278037



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en diseñar, elaborar y aplicar en un grupo piloto un programa tutorial por computadora para el tratamiento de los problemas de aprendizaje en matemáticas, enfocado principalmente en la solución de las operaciones básicas.

La muestra estuvo formada por 16 niños de 3er. grado de primaria; 7 niñas y 9 niños.

El diseño empleado fue de pretest-postest, siendo evaluado el grupo con el Inventario de Ejecución Académica (IDEA, Macotela, Bermúdez y Castañeda, 1996), un instrumento diseñado y elaborado en México, para la detección y evaluación de problemas de aprendizaje en lectura, escritura y matemáticas.

El programa constó de instrucciones y estrategias de autoinstrucción que se presentaban por medio de la computadora y que los niños debían seguir para realizar correctamente las operaciones. Posteriormente, se les presentaban ejercicios en los que recibía retroalimentación en su ejecución.

En las evaluaciones de pretest a postest se observaron aumentos en 15 de los sujetos en la subárea de operaciones del Inventario de Ejecución Académica (IDEA), que oscilaban desde un 12% hasta un 75%, a través de la aplicación de la prueba no paramétrica de McNemar, las diferencias obtenidas fueron significativas con lo cual se concluye la eficacia del programa utilizado.

A Dios y a la vida.

A mis padres por su amor y apoyo  
incondicional.

A Ayde y a Claudia por ser mi más  
grande motivación.

A mi madrina Eva por sus consejos  
y apoyo infinito.

A Paco por su amor, paciencia y  
comprensión.

Al regalo más valioso que me ha  
dado la vida: mi hijo.

Gracias, Anel

A Aquel en quien creo y confio.

A mi padre porque la esencia de  
su ser permanecerá conmigo  
siempre.

A mi madre por su ejemplo de  
paciencia e inmensa bondad.

A mis hermanos por sus consejos  
y apoyo invaluable.

A toda mi familia por estar  
conmigo y alentarme.

A Raúl por ayudarme y confiar  
en mí.

Gracias, Cristina

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Lic. Irma Castañeda y al Lic. José Luis Avila  
por su apoyo en la dirección del presente trabajo

Al personal de la Escuela Primaria " Agustín  
García Conde "

A los pequeños que con alegría colaboraron  
con nosotras y nos contagiaron su entusiasmo

Gracias

Anel y Cristina

## INDICE

Resumen

Capítulo I. Problemas de aprendizaje en matemáticas.....	1
Capítulo II. Enfoques psicopedagógicos.....	18
Capítulo III. La informática en la educación.....	33
Método.....	48
Resultados.....	58
Discusión.....	74
Conclusiones.....	80
Sugerencias.....	81
Bibliografía.....	82

CAPITULO I. PROBLEMAS DE APRENDIZAJE EN MATEMATICAS.

## PROBLEMAS DE APRENDIZAJE EN MATEMATICAS.

### ANTECEDENTES.

Los problemas de aprendizaje se refieren a dificultades importantes en el manejo de la lectura, la escritura y las matemáticas. Estas áreas académicas también se reconocen como determinantes en el éxito o fracaso escolar.

Los problemas o incapacidades para el aprendizaje no se llamaron así, de manera oficial hasta 1963; pero desde principios del siglo de 1800, se encuentran los orígenes de este campo, existiendo documentación que los asocia con disfunciones cerebrales, enfocándose principalmente en un principio a los trastornos del lenguaje hablado y posteriormente del lenguaje escrito, esto último a finales del siglo pasado, comenzando desde este momento a incrementarse el interés por ampliar los términos para incluir a todos aquellos estudiantes con una capacidad de aprendizaje normal aparente, pero que no podían aprender de manera normal con métodos educativos estándar (Gearheart, 1987).

Las contribuciones significativas en pro de las dificultades en el aprendizaje se pueden agrupar en tres estadios o fases; esto es, la fase de los fundamentos, la de transición y la de integración.

La fase de los fundamentos (entre 1800 y 1940) se caracteriza por la formulación de las posturas teóricas frente a las dificultades en el aprendizaje, basadas sobre todo en el estudio de adultos que sufrían de lesión cerebral o con pacientes que habían sufrido algún trauma. Las teorías se postularon con base en las observaciones clínicas, y hubo poca o ninguna comprobación empírica de las hipótesis con procedimientos de investigación controlados.

La investigación sistemática de las dificultades en el aprendizaje empezó aproximadamente en 1800, con el examen que hiciera Gall acerca de los adultos que habían sufrido daños en la cabeza y, como consecuencia, al parecer habían perdido la capacidad de expresar sus sentimientos e ideas por medio del habla, aunque sin experimentar privación intelectual.

Gall, en primer lugar, observó que algunos de sus pacientes no podían hablar pero expresaban bien sus pensamientos por escrito, demostrando de esta manera el principio de disparidad o las diferencias intraindividuales. En segundo lugar, al declarar que la persona había sido normal en sus capacidades de expresión verbal antes de sufrir la lesión en la cabeza demostró que el problema era definitivamente consecuencia de la repercusión cerebral esto es, lesión, desorganización o disfunción y que ese mal físico había alterado el funcionamiento de los procesos psiconeurológicos que transmiten la precisión del lenguaje por medio del habla. En tercer lugar, opinaba que era esencial demostrar que el desempeño del paciente no era causado por otras condiciones, por ejemplo, retraso mental o sordera; esa particularidad constituye una adhesión temprana a la intención que se advierte en la cláusula de exclusión de la definición actual.

Durante la fase de transición (entre 1940 y 1963), se llevó a cabo un esfuerzo concertado para transferir los postulados teóricos derivados de la etapa anterior, a la práctica correctiva. El foco de investigación pasó de los adultos a los niños, y las ideas que se habían obtenido a partir del estudio de los adultos, se transfirieron en su totalidad al estudio de los niños con trastornos en el desarrollo. Por primera vez fueron los psicólogos y los educadores los que se distinguieron en el campo de las dificultades en el aprendizaje.

En su mayoría los profesionales consideraban que la condición a la que se habían dedicado era particular, de modo que quienes trabajaban en asuntos de lectura se consideraban especialistas en ésta, los que investigaban en el lenguaje hablado eran especialistas en lenguaje, etc. Nadie se consideraba como "especialista en dificultades del aprendizaje" debido a que el campo de las dificultades en el aprendizaje, como tal, todavía no existía, éste sería la creación de la tercera etapa del desarrollo.

El 6 de abril de 1963, en una conferencia patrocinada por Fundación pro Niños Perceptualmente Impedidos, Samuel Kirk mencionó que había usado el término de "dificultades en el aprendizaje" refiriéndose a:

"Un grupo de niños que tienen trastornos en el desarrollo de las capacidades necesarias para la interacción social. No incluyo en este grupo a niños que tienen impedimentos sensoriales, como ceguera o sordera, porque disponemos de métodos para tratar y preparar a los sordos y a los ciegos. También excluyo de este grupo a los niños que tienen algún retraso mental generalizado" (Gearheart, 1987 pp 12.)

Ese mismo día la convención optó por organizarse bajo el nombre de "Asociación para Niños con Problemas de Aprendizaje".

Es de esta forma que la fase de integración (desde 1963 hasta la actualidad) en la historia del estudio de las dificultades en el aprendizaje, dio inicio (Myers y Hammil, 1983).

A partir de 1963 ha habido un gran aumento en el interés por las dificultades en el aprendizaje. Dicho interés se manifestó de múltiples maneras, entre las que a consecuencia de ese esfuerzo, se comenzaron a elaborar muchos tests y programas de entrenamiento. Se puede contar la siguiente cronología de acontecimientos importantes en la historia de las dificultades en el aprendizaje:

i. En 1963, Samuel Kirk introdujo el término “dificultades o incapacidades para el aprendizaje” para referirse a:

“Un grupo de desórdenes heterogéneos manifestados por dificultades significativas en la adquisición y uso de habilidades para escuchar, hablar, leer, escribir, razonar o hacer cálculos matemáticos. Estas perturbaciones son intrínsecas al individuo y se cree que son causadas por una disfunción del Sistema Nervioso Central y que pueden ocurrir a través de toda la vida. Aunque las incapacidades en el aprendizaje pueden ocurrir concomitantemente con otros trastornos de minusvalidez (como deterioro sensorial, retraso mental, perturbación emocional) o con influencias externas (como diferencias culturales, instrucción inadecuada o ineficiente) no es el resultado de aquellas condiciones o influencias” ( en Gearheart, 1987).

II. En 1966 se publicó el primero de tres informes con subvención federal, La disfunción cerebral mínima en los niños: terminología e identificación.

III. Se formó en 1968 la división pro niños con dificultades en el aprendizaje que era parte del consejo pro niños excepcionales, organización compuesta antes que nada por profesionales que laboraban en las universidades y escuelas dentro del campo de la educación especial y otras afines.

IV. El Instituto Avanzado para Personal Guía en las Dificultades en el Aprendizaje, que funcionó entre 1971 y 1975, contribuyó mucho para estimular la comunicación y la cohesión entre los profesionales que trabajan en este campo y además proporcionó asistencia técnica y recopiló gran cantidad de datos sobre las prácticas reales en la escuela cuando se encontraban con niños que sufrían dificultades en el aprendizaje (Myers y Hammil, 1983).

Desde entonces la investigación en este campo ha crecido de manera muy rápida y hoy en día, es la subárea más reconocida en la educación especial. Por lo cual se han propuesto un sinnúmero de definiciones para este campo. Algunas de éstas las describen como “término genérico que aglutina un grupo heterogéneo de desórdenes en procesos psicológicos básicos, particularmente los asociados con el desarrollo del lenguaje hablado o escrito, que se manifiestan en dificultades específicas para razonar (planear, analizar, sintetizar y tomar decisiones), hablar, leer, escribir y manejar las matemáticas. Los problemas de aprendizaje no se deben a deficiencias mentales ni a problemas sensoriales (de visión o de audición) o físicos” (Macotela, 1992).

Conforme a la Ley Pública 94-142, de Estados Unidos de América que se considera como la piedra angular del fundamento de la educación especial, los siguientes son criterios que permiten definir de manera más operativa a los escolares incluidos en la categoría (Suárez, 1995):

a) Un equipo puede determinar que un niño tiene dificultades específicas en el aprendizaje escolar si:

1. - El niño no rinde de acuerdo con sus niveles de edad y capacidad en una o más de las áreas enumeradas en el párrafo 2 siguiente, cuando se le proporcionan experiencias de aprendizaje apropiadas para sus niveles de edad y capacidad.

2. - El equipo encuentra que el niño presenta una discrepancia severa entre el rendimiento y su capacidad intelectual en una o más de las siguientes áreas:

- Expresión oral
- Comprensión oral
- Expresión escrita
- Habilidad lectora básica
- Comprensión lectora
- Cálculo matemático
- Razonamiento matemático

b) Un equipo puede identificar que un niño tiene dificultades en el aprendizaje escolar si la discrepancia severa entre capacidad y rendimiento no es primariamente el resultado de:

- Una deficiencia visual, auditiva o motora
- Retraso mental
- Trastorno emocional
- Desventaja ambiental, cultural o económica.

Pese a que se tiene un acuerdo alcanzado en una definición general de problemas de aprendizaje, persisten controversias sobre como identificar exactamente su existencia y cuántos estudiantes actualmente llenan las características para ser diagnosticados con problemas de aprendizaje. La principal característica para identificar a un individuo con problemas de aprendizaje es un desarrollo desigual, una mayor discrepancia entre su potencial de logro y sus niveles de logro reales (Myers y Hammil, 1992; Smith, 1994; Suárez 1995).

Pero aún ésta no es la mejor vía para medir o describir esas discrepancias, porque los estudiantes con problemas de aprendizaje difieren grandemente uno de otro en sus áreas fuertes y débiles. Para que un individuo finalmente sea identificado como incapacitado para el aprendizaje debe depender de un juicio clínico que considere múltiples dimensiones como inteligencia, logros, años de escolaridad, oportunidades para aprender en casa, ritmos de aprendizaje, motivación y edad (Smith, 1994).

Las publicaciones sobre esta área sugieren que las incapacidades en la lectura y el lenguaje han sido históricamente, los blancos principales de intentos por proporcionar enfoques instruccionales viables para estudiantes con problemas de aprendizaje. Sin embargo en forma reciente, se ha dado más atención a las incapacidades en aritmética y matemáticas (Dugas, 1972; Gerheart 1987; Martínez 1986).

Esto es importante ya que las matemáticas representan una de las áreas en las cuales se observa mayor dificultad en las escuelas. Tradicionalmente se ha considerado a las matemáticas como el aspecto más árido de la enseñanza (Fernández, 1979). La polémica respecto a la forma de enseñarlas ha sido continua. Tanto maestros como especialistas han analizado alternativas diversas que desafortunadamente no han logrado una mejora sensible en los niveles de rendimiento.

Las matemáticas tienen una estructura lógica; los alumnos construyen relaciones simples al principio y luego pasan a ejercicios más complejos. Al progresar siguiendo este orden de complejidad, el aprendizaje de las técnicas y conceptos matemáticos se hace paso a paso.

Puesto que el dominio de las habilidades matemáticas esenciales es indispensable para asimilar conceptos más complejos, el concepto de preparación es importantísimo en la enseñanza de las matemáticas. Un niño que no haya asimilado los conceptos básicos de la multiplicación, por ejemplo, no está preparado para pasar a la división. Muchos expertos entre los que destacan Copeland, Reisman, Underhill (citados en Mercer, 1991) sostienen que el fracaso en comprender conceptos básicos en el aprendizaje matemático influye de forma decisiva en posteriores problemas de aprendizaje.

Las dificultades mostradas por los niños se distribuyen dentro de un continuo que va desde fallas en la identificación de números y signos, hasta fracasos en la resolución de problemas tanto escritos como orales (Macotela, 1989).

Para el aprendizaje de las matemáticas se requiere de ciertas nociones básicas que preceden la introducción de los números. Algunas de estas son: clasificación, ordenación, correspondencia y conservación (Mercer, 1991).

La clasificación es una de las actividades intelectuales básicas que implica un estudio de las relaciones entre las cosas, como pueden ser las semejanzas y las diferencias. Son de utilidad actividades como clasificar objetos de acuerdo a una característica concreta. Al niño, por ejemplo, se le puede pedir que agrupe unos botones de acuerdo a criterios; primero de color, después de tamaño, mas tarde de forma, etc.

La capacidad de ordenación es vital para establecer la secuencia correspondiente a los números. Muchos niños no comprenden la noción de orden hasta los 6 ó 7 años. La ordenación topológica implica ordenar una serie de objetos sin tener en cuenta la relación cuantitativa entre cada objeto sucesivo. La combinación de secuencia y ordenación, sin embargo, implica ordenar objetos de acuerdo al cambio de una propiedad como puede ser la longitud, el tamaño o el color. Un ejemplo de ejercicio de secuencia podría ser el colocar objetos de varias longitudes del más corto al más largo de manera que cada objeto sucesivo fuera más largo que el precedente.

La correspondencia término a término es la base para determinar "cuántos" al contar y es una habilidad esencial para asumir las nociones correspondientes al cálculo. La correspondencia término a término implica comprender que un objeto en una serie corresponde al mismo número que un objeto en una serie diferente, ya sean sus características similares o no. La mayoría de los niños de 5 a 7 años de edad dominan el concepto de correspondencia exacta.

El concepto de conservación se considera fundamental para el razonamiento numérico posterior. La conservación significa que la cantidad de un objeto o el número de objetos en una serie no cambia a pesar de que cambie su disposición en el espacio. Los dos tipos de conservación son de la cantidad y del número.

El comprender el orden de las operaciones básicas y los axiomas que afectan a las aptitudes de cálculo, ayuda a diagnosticar los problemas de aprendizaje en las matemáticas y programar la enseñanza. Por lo que el

conocimiento de los niveles de comprensión de conceptos matemáticos específicos es vital para la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado existen varios niveles básicos de aprendizaje en el aprendizaje de las matemáticas. Básicamente estos niveles son el concreto, el semiconcreto y el abstracto (Mercer, 1991).

El nivel concreto implica la manipulación de objetos, en este nivel el niño se concreta tanto en los objetos manipulados como en el proceso simbólico que describe la manipulación. Las experiencias concretas son importantes para aprender habilidades en todos los niveles de la jerarquía matemática.

Antes de pasar a las experiencias abstractas, la instrucción debe proceder de las experiencias concretas a las experiencias semiconcretas. El principal objetivo de las actividades concretas es ayudar a los alumnos a entender y desarrollar imágenes mentales de los procesos matemáticos.

El nivel semiconcreto supone el trabajo con ilustraciones de elementos llevando a cabo operaciones matemáticas. Dichos elementos pueden ser puntos, líneas, dibujos de objetos o figuras sin sentido.

Mientras que el nivel abstracto implica el uso de números. En los cálculos por ejemplo, este nivel implica trabajar solo con números para resolver problemas matemáticos (Mercer, 1991).

Los alumnos que tienen dificultades con las matemáticas, normalmente necesitan mucha experiencia en los niveles concreto y semiconcreto antes de poder utilizar los números de manera significativa.

Los problemas de aprendizaje en matemáticas, también conocidos como discalculia han sido definidos por diversos autores.

Henschen en Fernández 1979 fue el primero en utilizar el término para designar un trastorno del cálculo, producido por una lesión focal del cerebro; este término nació con dos acepciones; una emparentada con la dislexia, pues se trata fundamentalmente de dificultades para la lectura y la escritura de números y la otra referida concretamente a un trastorno específico del cálculo ya que se trata de una dificultad para realizar operaciones. En un mismo sujeto podrían encontrarse las dos o sólo una de ellas.

A partir de ese momento diversos investigadores -sobre todo neurólogos- han estudiado esta anomalía principalmente con relación a alteraciones para el cálculo asociadas a una lesión cerebral.

Más recientemente Giordano (1976) la definió como: "Las dificultades específicas en el proceso de aprendizaje del cálculo, que se observan entre los alumnos de inteligencia normal, no repetidores de grado y que concurren normalmente a la escuela primaria, pero que realizan deficientemente una o más operaciones matemáticas".

- Dificultades específicas: es decir, limitadas a una sola asignatura de las matemáticas.
- Del proceso del aprendizaje del cálculo; condición base para la existencia de la discalculia escolar. Sin aprendizaje no puede hablarse de discalculia.
- Entre los alumnos de inteligencia normal: todos los alumnos que se califican como discalcúlicos tienen un coeficiente intelectual superior a ochenta y cinco.
- No repetidores de grado: pretendiendo con ello eliminar a los alumnos que por repetir dos o mas veces el mismo grado, han logrado al fin superar sus dificultades.
- Que concurren normalmente a la escuela primaria: los alumnos con ausencias reiteradas a las clases, no reciben del maestro la enseñanza completa, lo cual puede dar origen a las dificultades.
- Realizan deficientemente una o más operaciones matemáticas: un solo trastorno del aprendizaje reiterado y habitual autoriza para hablar de discalculia escolar (Giordano, 1976).

De acuerdo con la Ley Pública 94-142, de Estados Unidos de América mencionada anteriormente, publicada en 1977, es posible que las dificultades de los niños en matemáticas resulten de la inhabilidad para calcular o razonar, existiendo un vasto rango de diferencias en la naturaleza de las dificultades experimentadas en los estudiantes (Hughes, Kolstad y Briggs, 1994).

Farnham-Diggory definió la discalculia como una inhabilidad para ejecutar las operaciones de aritmética. Similarmente, Rudel estableció que la discalculia es una inhabilidad para ejecutar cálculos matemáticos. Mientras que Loveless la consideró como un severo retardo que rodea a problemas en otras áreas (citados en Hughes et al., 1994).

Giordano (1976), propone la existencia de tres clases de discalculia: la natural, la verdadera y la secundaria.

La discalculia escolar natural es aquella que presentan los alumnos al comenzar el aprendizaje del cálculo, y está vinculada con sus primeras dificultades específicas: trastornos en la concepción del número, fallas en la seriación numérica, escalas, operaciones, cálculos mentales y problemas. Todos esos errores se van corrigiendo natural y paulatinamente, logrando superarse con eficiencia en la primera mitad del ciclo lectivo, hasta lograr normalizar el aprendizaje.

La discalculia escolar verdadera, puede detectarse cuando en la segunda mitad del ciclo escolar no se observa evolución favorable que caracteriza a la discalculia escolar natural y, por el contrario persisten y se afianzan los errores, lo cual obliga a someter al alumno a los planes de reeducación. Uno solo de los trastornos del cálculo reiterado y habitual, ya autoriza para hablar de discalculia.

Por otro lado, la discalculia escolar secundaria es la que se presenta como síntoma de otro cuadro más complejo caracterizado por un déficit global del aprendizaje.

Por su parte Badian (citado en Hughes et al., 1994) identificó cuatro distintos tipos de evolución mental de discalculia: a) discalculia espacial, b) aritmética, c) atención-secuencia de discalculia, d) alexia y agrafia de números.

En tanto que Sharma y Loveless (en Hughes et al., 1994) identificaron seis tipos de evolución mental de discalculia: a) verbal: desorden en la habilidad para designar verbalmente términos matemáticos y afines; b) practognostia: un deterioro de la capacidad de manipular concreta y gráficamente objetos ilustrados; c) léxico: un desorden para leer símbolos matemáticos y sus combinaciones; d) gráfico: un desorden en la habilidad de manipular símbolos gráficos escritos; e) ideagnostia: un desorden en la habilidad de llevar a cabo operaciones matemáticas.

Los niños con discalculia tienen severos y persistentes problemas, quizá la inhabilidad para coordinarse verbal y espacialmente es la característica más distinguible de la discalculia. Aunque la causa de la discalculia no se conoce específicamente, Luria hizo una extensa investigación observando comúnmente un daño cerebral en los adultos que determina el origen patológico de esta condición (Luria, 1966).

Las dificultades con las matemáticas pueden derivarse de varios factores. Para empezar debe tomarse en consideración la calidad y cantidad de la instrucción. Es posible que los problemas de los alumnos se deban más bien a una enseñanza deficiente que a trastornos de aprendizaje (Mercer, 1991). También debe tomarse en consideración como pueden afectar los trastornos de aprendizaje concreto de las matemáticas, ya que muchas de las características atribuidas a los alumnos con trastornos de aprendizaje están relacionadas con dificultades matemáticas (problemas de percepción, memoria, lenguaje, razonamiento, funcionamiento motor y lectura) (Sutherland, 1993; Waldron y Shapire, 1992).

Los estudiantes con problemas de aprendizaje tienen otros problemas que impactan la ejecución en matemáticas. Frecuentemente a causa de estas dificultades en lectura, es posible que estos niños sean incapaces de leer problemas matemáticos escritos de sus libros de trabajo o las instrucciones en las pruebas de matemáticas. En el reconocimiento de que en la relación tan

estrecha entre lectura y aritmética comparten una mutua dependencia en lectura y otras habilidades cognitivas. Por consiguiente la inhabilidad de pensar abstractamente o simbólicamente puede interferir con la habilidad de los niños de conceptualizar el sistema numérico y los procesos que envuelven el uso de los números (Hughes, et al., 1994).

Luria, (1980) identificó cuatro tipos de desórdenes aritméticos:

- a) defectos de lógica
- b) defectos de planeación
- c) perseverancia de procedimientos que no son los apropiados
- d) la inhabilidad de ejecutar simples cálculos.

Los defectos de lógica tienen sus orígenes en problemas espaciales así como, la inhabilidad de tener varios elementos en mente simultáneamente cuando comparan alguna dimensión. Los defectos de planeación surgen cuando los estudiantes carecen de una estrategia apropiada para la solución de problemas. Otros tipos de déficits suceden cuando los estudiantes perseveran usando una estrategia que obviamente no es la apropiada para el trabajo, y no aceptan cambiar sus tácticas (Luria, 1980).

Además algunos niños carecen de la habilidad de ejecutar simples operaciones matemáticas. Los estudiantes con esta deficiencia no tienen una comprensión fundamental del sistema numérico. Por ejemplo los estudiantes con problemas de aprendizaje frecuentemente memorizan los pasos del cálculo sin que comprendan la estructura del sistema numérico. Ellos pueden multiplicar cuatro veces veinticinco para obtener cien, pero no pueden razonar al proceso de que el doble de 25 es 50 y 50 es la mitad de 100 (Hughes, et al., 1994).

Los errores típicos que presentan los alumnos con problemas de aprendizaje en matemáticas, pueden agruparse en cuatro categorías que son:

- 1) Operación equivocada. El alumno aplica la operación correcta pero se equivoca al evocar un principio matemático básico.
- 2) Error de calculo obvio. El alumno aplica la operación correcta pero equivoca al evocar un principio matemático.
- 3) Algoritmo defectivo. Un algoritmo incluye los pasos específicos empleados para resolver un problema matemático. Dicho de otra manera, corresponde al patrón de resolución del problema usado para

llegar a una respuesta. Un algoritmo es defectivo si no facilita la respuesta correcta. En los casos en que un algoritmo defectivo es el único error, el alumno aplica la operación correcta y evoca los principios básicos.

- 4) Respuesta al azar. En una respuesta al azar no hay ninguna relación aparente entre el proceso de resolución del problema y el problema en sí. Por ejemplo, las respuestas al azar pueden consistir en conjeturas sin tan siquiera una estimación.

La determinación de un error específico es de suma importancia puesto que la intervención correctiva depende del tipo de error.

En México algunos autores consideran que los siguientes errores son usuales en las operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división y en los problemas de cálculo de los alumnos con trastornos de aprendizaje (Macotela, Bermúdez y Castañeda, 1996):

- 1) Las sumas de las unidades y las decenas son anotadas sin tener en cuenta el valor del lugar.
- 2) Todos los dígitos se suman juntos (algoritmo defectivo y no-aplicación del valor del lugar).
- 3) Los dígitos se suman de izquierda a derecha. Cuando la suma es mayor de 10, la unidad se desplaza a la siguiente columna de la derecha.
- 4) El número más pequeño se resta del número mayor sin tener en cuenta el lugar que ocupa el número. El número de arriba (minuendo) puede ser restado del número de abajo (sustraendo) o viceversa.
- 5) Se utiliza la reagrupación cuando no es necesaria.
- 6) Cuando la reagrupación es necesaria más de una vez, la cantidad correcta no se resta de la columna de la que se ha prestado en el segundo reagrupamiento.
- 7) El número reagrupado se suma al multiplicando en la columna de las decenas antes de efectuar la operación de multiplicar.
- 8) Se omite el cero en el cociente, al dividir

Problemas del valor del lugar. Muchos errores de cálculo se deben a una mala asimilación del valor del lugar. El valor del lugar se enseña en los primeros grados, sin embargo, algunos alumnos de todas las edades continúan cometiendo errores debido a que son incapaces de comprender que el mismo dígito puede expresar diferentes órdenes de magnitud en función del lugar que ocupa en un número (Mercer, 1991).

Ante los alumnos con dificultades en el aprendizaje escolar se puede actuar desde posiciones u orientaciones distintas, algunas muy diferentes entre sí: biomédica, psicométrica, conductual, cognitiva, metacognitiva, humanística, psicodinámica o curricular. Estas orientaciones conciben las dificultades en el aprendizaje escolar de manera distinta y por tanto, también su prevención, detección, diagnóstico, tratamiento, investigación y/o la formación de profesionales que se dedican a ellas (Suárez, 1995).

En educación hay dos enfoques psicopedagógicos fundamentales y por tanto, también en el campo de los problemas de aprendizaje. Básicamente se originan de la controversia naturaleza-cultura que ha impregnado durante siglos el pensamiento acerca del aprendizaje humano. La orientación naturalista se centra en las características o habilidades internas del aprendiz, en las habilidades innatas y predisposiciones biológicas para el aprendizaje. La orientación culturalista insiste en la influencia del medio sobre el aprendizaje, se destaca la manipulación de los factores ambientales para mejorar habilidades específicas. De estos enfoques se desprenden el cognoscitivo y el conductual respectivamente y ambos intentan abordar esta área proponiendo modelos de tratamiento, haciendo uso de diversos medios y recursos.

Las investigaciones basadas en el enfoque conductual por su parte, han utilizado técnicas tales como la secuencia instruccional, economía de fichas, modelamiento, moldeamiento, etc., en la creación de programas correctivos para el tratamiento de los problemas de aprendizaje en matemáticas (Vargas, 1995).

Así mismo las investigaciones que se han hecho respecto a las operaciones aritméticas de han centrado en los procedimientos de instrucción y retroalimentación sobre la adquisición, el mantenimiento y la generalización de las respuestas a ciertas clases funcionales de respuestas (llevar y no llevar decenas, centenas, etc. de una columna a otra) (León y Alvarez, 1990).

Por otra parte, en el campo de los problemas de aprendizaje, el enfoque cognoscitivo se centra en el mejoramiento o la vigilancia de una habilidad dentro del estudiante. De acuerdo con este punto de vista, la mejora de habilidades tales como la memoria, la capacidad de atención, la percepción y la solución de problemas, aumentan la eficacia del aprendizaje de habilidades académicas y contenido temático. Dentro de este enfoque se encuentran la teoría del desarrollo, los procesos cognoscitivos básicos, el procesamiento de la información, habilidades específicas y metacognición. La modificación de la conducta cognoscitiva y el entrenamiento de estrategias de aprendizaje se analizan como dos métodos de intervención aplicable a los trastornos de aprendizaje (Mercer, 1991).

En el siguiente capítulo se abordarán más ampliamente los enfoques conductual y cognoscitivo sus fundamentos, características, técnicas de aplicación, etc., así como la integración de éstos la integración de éstos en el enfoque cognitivo-conductual, ya que en el presente, estos presentan mayor evidencia empírica de su eficacia en el tratamiento de los problemas de aprendizaje.

## CAPITULO II. ENFOQUES PSICOPEDAGÓGICOS

## ENFOQUES PSICOPEDAGÓGICOS.

Diversas escuelas del pensamiento con respecto a la planeación curricular han estado dentro y fuera de moda en la corta historia del campo de los problemas de aprendizaje.

Las aproximaciones más prominentes de éstas son. La desarrollista, la conductual, entrenamiento de los procesos fundamentales y los puntos de vista de la psicología cognoscitiva, y más recientemente la escuela constructivista del pensamiento. Cada una difiere de las otras en la cuestión de qué y cómo debiera el niño ser enseñado.

En contraste a los desarrollistas, los conductistas creen que cuando las tareas y el medio ambiente son diseñadas con los apropiados antecedentes y consecuentes, el niño puede dominar cualquier habilidad que se le enseñe.

En tanto que los cognoscitivistas se enfocan en mejorar las estrategias de aprendizaje ineficientes que presentan los estudiantes. Técnicas específicas son; enseñar a los estudiantes a activar sus conocimientos previos, habilidades, intereses y estrategias de aprendizaje a fin de que atiendan, aprendan y recuerden material nuevo más efectiva y eficientemente.

Mientras que los constructivistas ven al niño como un ser activo más que pasivo en el aprendizaje, quien aprende mejor y más significativamente cuando construye su propio aprendizaje a través del descubrimiento y cuando relaciona información nueva con sus conocimiento previo (Smith, 1994).

A continuación se describirán más ampliamente los enfoques conductual y cognoscitivo que son los utilizados en el presente trabajo.

## APROXIMACIÓN CONDUCTUAL.

Esta orientación está basada en explicaciones del aprendizaje observacional. Los antecedentes de este enfoque se encuentran en los trabajos de investigadores como Watson, Thorndike, Guthrie, Miller y Dollard y en contribuidores destacados como Skinner y Bandura (Galindo et al., 1981).

El análisis experimental de la conducta tiene ya una larga historia en la psicología moderna, su principal característica es que considera a la conducta como el objeto de estudio de la psicología y utiliza una metodología científica rigurosa tanto para teorizar como para experimentar.

La modificación de la conducta es un conjunto de técnicas muy diferentes que se han aplicado, y se aplican, a la solución de problemas de conducta en los campos de la educación, la psicología clínica, la educación especial y la rehabilitación,

En general, el rasgo común de los procedimientos que utiliza es la estructuración sistemática de las condiciones ambientales para cambiar la conducta del sujeto, es decir, para establecer, mantener, transformar o eliminar repertorios conductuales. La modificación de conducta es, entonces un procedimiento de enseñanza.

En lo que respecta al campo de la educación especial, el estudio experimental de casos de retardo y la aplicación de la modificación de conducta a la rehabilitación del retardo, se iniciaron con trabajos de investigadores como Bijou, Ellis, Girardeau, Ayllom y otros quienes utilizaron los principios del condicionamiento operante para establecer diferentes conductas en retardados o para estudiar las características del retardo. Estos estudios demostraron que el condicionamiento operante era una herramienta poderosa capaz de eliminar problemas de conducta en sujetos que habían padecido durante años y de establecer nuevos repertorios incluso en pacientes vegetativos con los que habían fracasado otras técnicas.

Los problemas abordados también son numerosos, se ha trabajado prácticamente en todas las áreas que conciernen a la rehabilitación del retardado, como lo son repertorios básicos, el cuidado personal, las conductas problemáticas, el lenguaje, las conductas académicas, el comportamiento

social, el control muscular y el entrenamiento vocacional (Galindo et al., 1981).

A partir de los años cuarenta hace acto de presencia esta orientación en el ámbito de las dificultades en el aprendizaje escolar y lo monopoliza casi por completo en los años sesenta y setenta. A partir de los setenta y ochenta ha cedido algún terreno al modelo cosgnoscitivo, pero su influencia sigue siendo muy considerable (Suárez, 1995).

El enfoque conductista se concreta en la tecnología de modificación de conducta.

La modificación de la conducta que se utiliza en educación y en especial en el manejo de niños con problemas en el aprendizaje, tiene como objetivo cambiar y modificar la conducta observable no se interesa en identificar las causas psicodinámicas de las acciones del niño. Las conductas inapropiadas se modifican al manipular el medio ambiente en el cual se desenvuelve el niño, utilizando recompensas por cada cambio observado. El método se aplica a situaciones relacionadas con la educación y la enseñanza, lo mismo que las conductas sociales. Con aquellos niños que no han internalizado o respondido a las recompensas de las conductas socialmente aceptables, se hace necesario establecer algún sistema de recompensas extrínseco, hasta que llegue el momento de que se vuelva un hábito la conducta aceptable (Osman, 1988).

En este modelo, las dificultades en el aprendizaje se conciben fundamentalmente en términos del propio proceso de aprendizaje. No se asigna la causa de las mismas al individuo -ni a su organismo, ni a sus rasgos psicológicos-, sino a una historia de estimulación inadecuada. Consecuentemente, la confianza puesta en los programas de reeducación es prácticamente ilimitada, supuesta una normalidad orgánica. Este optimismo abarca tanto la instauración de conductas como su aumento, disminución o extinción.

Se hace un gran esfuerzo, en esta orientación por mantenerse al nivel de conductas específicas, sin hacer inferencias del tipo de las realizadas en otros modelos. Además, se interesa directamente en las conductas escolares (lectura, aritmética, comportamientos perturbadores en el aula, etc.).

Una de las técnicas conductuales más utilizadas ha sido el análisis de tareas que hace énfasis en la secuencia necesaria para la adquisición de una conducta fragmentándola para hacer posible el aprendizaje de manera gradual.

El análisis de tareas ocupa un lugar central en este enfoque. El desarrollo de currícula basados en el análisis de tareas proporcionó a los profesores secuencias de hechos de aprendizaje que aseguraban el éxito de la instrucción. Tales análisis incorporan pasos separados y sistemáticos para la instrucción que, aunque diseñados para garantizar el desarrollo de conocimientos específicos han conducido con frecuencia a la enseñanza de muchas destrezas disgregadas sin ninguna necesidad real de que el alumno comprenda el proceso de aprendizaje (Ashman y Conway, 1992).

En consonancia, también se insiste en la definición de los objetivos de aprendizaje en términos operativos y en la correspondiente evaluación de acuerdo a criterios.

Asimismo se concede mucha importancia a la estructuración del ambiente de aprendizaje, una característica común con los programas de intervención centrados en el ámbito perceptivo motor (Suárez, 1995).

Aunque puede argumentarse que el conductismo es exactamente más un procedimiento o una estrategia de solución de problemas que un modelo teórico, también establece una serie de importantes supuestos acerca de la forma en que se produce el aprendizaje. Estos pueden resumirse en las siguientes aseveraciones:

- las conductas pueden definirse en términos de instrucción.
- las conductas pueden aprenderse y modificarse.
- las conductas son determinadas y reforzadas por el ambiente (Ashman y Conway, 1992).

Los siguientes son algunos principios que guían la instrucción efectiva, de acuerdo con este enfoque conductual (Smith, 1994):

- Aparear eventos neutrales con reforzadores positivos de modo que la conducta neutral tome un valor en reforzamiento.
- Modelar respuestas apropiadas.
- Formar respuestas correctas por medio de aproximaciones sucesivas.
- Controlar cuidadosamente la tasa de presentación de nuevos materiales.

- Distribuir los ejercicios a través del tiempo antes de que se junten.
- Dejar espacio para el reaprendizaje y generalización de respuestas.
- Medir, evaluar continuamente intervenciones y resultados.

Un gran número de investigaciones basadas en el enfoque conductual, han utilizado técnicas tales como la secuencia instruccional, economía de fichas, modelamiento, moldeamiento, etc., en la creación de programas para el tratamiento de los problemas de aprendizaje en matemáticas (Vargas, 1995).

En el caso del área de matemáticas, los métodos conductuales siguen el orden de presentación sistemática de las habilidades matemáticas y dan a los estudiantes retroalimentación inmediata con precisión. Un ejemplo de éstos es el Sullivan Basal Math Program en el cual los estudiantes avanzan a través de una serie de libros de trabajo programados que enseñan suma, resta, multiplicación, división, fracciones y decimales. El estudiante progresa a su propio ritmo. Debido a que los libros de trabajo son autocorrectivos y proveen retroalimentación inmediata con respecto a lo correcto o incorrecto de las respuestas. Cuando el libro de trabajo es completado, el maestro administra una prueba para comprobar el dominio. Puesto que el programa no requiere de lectura es útil para estudiantes que tienen dificultades en matemáticas y se les complica leer instrucciones o problemas escritos. Sin embargo, debido a que no se enseñan los conceptos básicos fundamentales para las operaciones, el programa necesita ser complementado con materiales que den énfasis a esas relaciones.

Otra aproximación basada en los principios conductuales es el Distar Arithmetic Program I, II, III en el cual, como el maestro debe adherirse a una prescripción establecida de instrucciones verbales. El niño es involucrado activamente a responder oralmente y por escrito a una presentación rápida de problemas. El paso rápido de actividad y motivación implícita en ésta aproximación ayuda a atraer la atención de los estudiantes (Smith, 1994).

En el enfoque conductual, el paradigma básico de aprendizaje indica que el material se presenta al estudiante, éste da una respuesta relacionada y se le entrega una consecuencia basada en la respuesta. Bajo este paradigma, son indispensables una apropiada presentación del material, los requerimientos de respuesta, la forma de aceptación de la misma, la precisión en la evaluación y la entrega de consecuencias apropiadas (Aguilar y Díaz-Barriga 1991).

Las consecuencias entregadas pueden reforzar o castigar la respuesta del alumno, al ser reforzado cuando la respuesta sea correcta se incrementará la probabilidad de ocurrencia futura de la misma.

En el caso del castigo se busca decrementar la ocurrencia de respuestas incorrectas, es decir, el efecto contrario.

Este enfoque también considera importantes otros principios como son:

- El modelamiento, en el cual se busca conducir gradualmente al alumno de un nivel de respuesta inicial a la respuesta final deseada, lo cual se logra incrementando gradualmente la dificultad de la respuesta requerida.
- El encadenamiento (aproximaciones sucesivas), este permite al alumno ejecutar un paso de una secuencia compleja, después de seguir con otro y así sucesivamente hasta lograr la ejecución de una cadena de respuestas ininterrumpidas, y el reforzamiento debe entregarse después del último paso.
- La instigación y el desvanecimiento. se refieren al procedimiento en el cual se ofrece ayuda adicional al alumno para ir respondiendo al material instruccional, y conforme el alumno aprendiendo se desvanecen los instigadores hasta que se termine el entrenamiento.
- Control de estímulos. Se refiere al proceso por el cual el alumno aprende a ejecutar una respuesta particular ante una circunstancia específica.
- La generalización. Esta puede ser tanto de estímulos como de respuestas y permite al alumno transferir lo aprendido fuera del ambiente donde lo aprendió.

## APROXIMACIÓN COGNOSCITIVA.

Por otra parte, el enfoque cognoscitivo tuvo su origen durante la década de los cincuentas. Aportaciones decisivas para la creación de la atmósfera cognoscitiva fueron las realizadas por psicólogos que se inspiraron en la cibernética (Suárez, 1995).

Las influencias más importantes en su periodo de gestación fueron las siguientes:

La aparición de un clima de crítica y desconfianza hacia el paradigma conductista.

La influencia que tuvieron en el interior de la disciplina psicológica todos los avances tecnológicos de la posguerra en norteamérica, especialmente los provenientes del campo de las comunicaciones y la informática.

La aparición en el campo de la lingüística de la gramática generativa de Chomsky como una propuesta alternativa para describir y explicar un proceso cognoscitivo complejo como es el lenguaje a través de un sistema de reglas internas.

A partir de esos años se comenzó a gestar el movimiento conocido como la revolución cognoscitiva que tenía como intención realizar esfuerzos para indagar y comprender los procesos de creación y construcción de los significados y producciones simbólicas que los hombres crean para conocer la realidad circundante.

Poco a poco, el papel de la naciente informática resultó crucial para la vida del paradigma, por lo que se retomó su lenguaje y se incorporó un planteamiento teórico-metodológico basado en la "metáfora del ordenador" (Hernández, 1997).

De los años cincuenta y hasta la década de los ochentas, en el seno de este enfoque, se desarrollaron un número considerable de líneas de investigación y modelos teóricos sobre las distintas facetas de la cognición, y en la actualidad existen varias corrientes y tradiciones desarrolladas dentro de este enfoque, que aunque difieren en algunos de sus postulados teóricos y metodológicos, tienen como objeto común construir una teoría del comportamiento humano con base en el entendimiento de los procesos y estructuras cognoscitivas.

El cognoscitivismo contemporáneo considera al individuo como un ser activo que procesa, almacena y recupera información que recibe del medio ambiente. De esta forma, sus acciones no están determinadas por las propiedades objetivas de las cosas, sino por la interpretación que el sujeto hace de ellas con base en sus estructuras de conocimiento general y sus expectativas y motivaciones.

Este enfoque ha investigado ampliamente los procesos de decodificación, representación y recuperación de la información en la memoria humana. Además ha adquirido un carácter multidisciplinario debido a la concurrencia de disciplinas afines al estudio del pensamiento humano,

como la lingüística, la inteligencia artificial y la epistemología genética (Aguilar y Díaz-Barriga 1991).

El papel crucial en el aprendizaje, de acuerdo con este enfoque, lo tiene el propio aprendiz, en sus posibilidades de construir, organizar e interpretar el conocimiento propio, en interacción con las características de materiales y recursos de estudio particulares.

Así como en el modelo conductual ocupa un lugar central el análisis de tareas, en el cognoscitivo lo ocupa el procesamiento de la información, las exigencias de procesamiento de información que impone la tarea, las capacidades cognoscitivas actuales del sujeto y su base de conocimientos. Dentro de esta orientación no se interesan tanto por los productos de la inteligencia como por descubrir la manera en que el aprendizaje y la resolución de problemas tienen lugar.

Los teóricos del procesamiento de la información suelen distinguir en la actividad cognoscitiva dos unidades funcionales, dos sistemas de organización interna:

- a) El sistema representacional, relacionado con los procesos de atender a la información, percibirla, organizarla, recordarla, y codificarla, y ;
- b) El sistema ejecutivo, relacionado con los procesos que gobiernan el sistema representativo (planificación, seguimiento, comprobación y evaluación de esos procesos) (Suárez, 1995).

Las aplicaciones e implicaciones al campo de la educación de este enfoque han sido múltiples y muy ricas, incluidas principalmente bajo la denominada Psicología Instruccional, que ha sido concebido como una disciplina puente a medio camino entre la psicología cognoscitiva y el campo de la educación, que se nutre a partir de interacción e interdependencia de ambas disciplinas.

Trasladando algunos principios derivados del enfoque cognoscitivo al campo educativo, las siguientes habilidades de procesamiento de la información deben considerarse en el diseño de programas correctivos. Memoria y atención, características del lenguaje, procesamiento visual, características cognoscitivas del aprendiz y la retroalimentación que se proporcione al mismo.

En relación a la memoria y atención; para considerar las demandas de éstas, se parte del conocimiento de las características de la memoria de trabajo a corto plazo que tiene capacidad y duración limitada, así como de las de memoria a largo plazo que tiene una capacidad y duración ilimitadas, que es jerárquica, inclusiva y organizada. A partir de esto se debe considerar en el aprendiz, la capacidad de recuperación de información que posee, si requiere de práctica repetida, y respecto al material, si la tasa de presentación de este es muy rápida o muy lenta, no saturar al alumno de información, considerar el nivel de dificultad de ésta, ya que si es el requerido la retención será mayor, apoyarse en el material suplementario para ayudar a retener la información, dirigir la atención a la información clave, emplear organizadores anticipados (información que es familiar para el aprendiz y que le permitirá establecer un puente cognitivo entre lo que ya sabe y la información que se espera que aprenda).

En cuanto al lenguaje, se recomienda ser cuidadoso con éste utilizando un lenguaje concreto más que términos abstractos.

En el caso de procesamiento visual y de textos se debe considerar emplear pistas para dirigir la atención, como flechas o indicadores para encontrar información clave, emplear analogías o descripciones gráficas para explicar ideas abstractas y caracteres especiales o subrayados para enfatizar lo importante, dirigir la atención y estimular el aprendizaje.

Con respecto al alumno existen ciertas características que es importante conocer para ajustarse el nivel y demandas de la instrucción, como son:

- Conocer el nivel de conocimientos del alumno y presentar los materiales apropiados para éste.
- Emplear estrategias de instrucción en el caso de alumnos que lo requieran.
- Emplear presentaciones gráficas, especialmente con niños.
- Inducir en el alumno estrategias de aprendizaje que le permitan la adquisición, almacenamiento, recuperación y aplicación de la información.

Para el caso de retroalimentación, es importante ofrecer indicaciones claras al alumno de por qué una respuesta no fue correcta y no únicamente decirle que estuvo equivocado.

Los cognoscitivistas han replanteado recientemente el concepto de modelamiento como estrategia que permite una inducción graduada tanto de procesos como de productos de aprendizaje, éste implica que la enseñanza debe seguir una secuencia apropiada a las características de la estructura cognoscitiva del aprendiz en relación con las disciplinas de objeto de estudio.

Relacionado con lo anterior está el principio de diferenciación progresiva del aprendizaje, que se refiere a la conveniencia de presentar la información en una secuencia de mayor a menor generalidad-especificidad, de tal manera que se plantea la necesidad de ir profundizando gradualmente en el conocimiento, al mismo tiempo que aumenta la dificultad de contenidos y actividades (Aguilar y Díaz-Barriga, 1991).

Una estrategia ejecutiva que ha traído en los últimos años especial interés ha sido la metacognición, que se refiere a la toma de conciencia y regulación de los propios procesos cognitivos del aprendizaje.

Una rúbrica con muchas características comunes a la metacognición es la Modificación de Conducta Cognitiva, cuya finalidad es la de entrenar a los alumnos a generar y aplicar espontáneamente estrategias cognitivas y autoinstrucciones, esto es, a que usen declaraciones verbales e imágenes, para promover, dirigir y mantener su comportamiento (Suárez, 1995).

En la literatura especializada se subraya que los escolares con dificultades (específicas) en el aprendizaje tienen problemas en el procesamiento de la información y, particularmente que carecen o tienen muy poco desarrollada la competencia metacognitiva (Sutherland, 1993).

Finalmente, se ha encontrado que las técnicas cognitivas de modificación de conducta son particularmente útiles cuando se aplican a la instrucción en matemáticas. Después de que el maestro modela un procedimiento para la solución de un problema verbalmente en voz alta, el estudiante y el maestro repiten el proceso juntos; entonces el niño, en voz alta, se autoinstruye sobre como continuar la solución del problema y finalmente llega a realizar la autoinstrucción en silencio (León y Pepé, 1983).

El concepto de modificación cognitiva de la conducta ha surgido para reflejar la interacción entre los acontecimientos invisibles que ocurren en el cerebro de los individuos y los factores ambientales. Es en este momento que técnicas de ambas aproximaciones se conjugan buscando así aumentar su eficacia tomando de ambas características que se complementan creando un nuevo modelo de tratamiento útil en el caso de los problemas de aprendizaje.

La introducción de la cognición en un modelo conductista ayuda a la explicación de la conducta cuando las respuestas observables no son obvias. Por ejemplo, diversos acontecimientos de la vida pueden ser registrados y retenidos en la memoria por el alumno para usarlos mucho después de que el aprendizaje original ha tenido lugar. Creencias y expectativas pueden influir en lo que percibimos en nuestro entorno como resultado de nuestra conciencia o pensamiento consciente. Del mismo modo, los acontecimientos externos pueden tener una influencia directa en nuestra conducta..

El aprendizaje y la solución de problemas implican un cambio en la conducta o, al menos, un cambio en la tendencia del estudiante a comportarse de un cierto modo. Mientras que los conductistas sostienen que los factores ambientales explican este cambio de conducta, los defensores de la teoría del procesamiento de la información creen que el control reside finalmente en el individuo. Esta idea condujo al desarrollo de estrategias de enseñanza que destacaban los aspectos tanto cognoscitivos como conductistas del proceso de aprendizaje.

La instrucción cognitivo conductual intenta modificar la conducta mediante cambios en los conocimientos intelectuales y sociales del individuo. La denominación "cognitivo conductual", excluye intervenciones estrictamente conductistas. Y también intervenciones extremadamente cognitivas que conceden escaso valor a la adaptación ambiental. Estas exclusiones sirven para recordarnos tres puntos: primero, el aprendizaje no es exclusivamente una actividad conductista o cognoscitiva; segundo, el aprendizaje se produce dentro de un marco social (es decir, el desarrollo cognitivo acontece en compañía de otras personas) y tercero la instrucción se dirige a las exigencias de un ambiente cambiante (es decir, debemos usar destrezas intelectuales que ya existen para afrontar las múltiples tareas que nos esperan).

El inicio de los estudios cognitivo conductuales se remonta a comienzos de los años setenta, cuando la influencia de la modificación de conducta empezó a perder fuerza. Los investigadores dejaron de hacer hincapié en las conductas de los alumnos y de pensar que el papel del profesor es organizar el ambiente para suscitar una respuesta específica. Mientras que las intervenciones conductistas se centaban en las condiciones de aprendizaje en los contenidos, los métodos cognoscitivos se ocupaban de las estrategias del procesamiento interno de que disponen los estudiantes. En otras palabras, el punto central de la instrucción cognitiva es el modo como los alumnos adquieren los conocimientos y como tratan (o procesan) esos conocimientos (Shell, 1986).

Las intervenciones cognitivo conductuales se basaban en la aceptación general de que los factores ambientales e internos (de la persona) son importantes de forma independiente e interdependiente, para el proceso de aprendizaje.

El objetivo principal de las primeras intervenciones cognoscitivas era desarrollar el movimiento de la dependencia y la independencia en el aprendizaje utilizando principios cognoscitivos y conductistas. Los mecanismos para promover este cambio eran las actividades mentales de autodirección, autoexamen y autoevaluación, en suma, técnicas de autoinstrucción.

### Autoinstrucción.

Los primeros estudios cognitivos conductuales fueron atribuidos al trabajo de Meichenbaum, 1988. Su modelo de autoinstrucción verbal se basaba en la premisa de que un profesor puede enseñar a los alumnos a trabajar a través de una serie de pasos de autoinstrucción para facilitar el aprendizaje y la solución de problemas. Por ejemplo el alumno aprendía a verbalizar el proceso que implica una nueva palabra: Primero miro la palabra. Después, trato de dividirla en partes menores...”, etc. Mediante entrenamiento sistemático, estas autoinstrucciones eran interiorizadas por los alumnos como parte de su repertorio de estrategias de aprendizaje y el papel del profesor se hacía menos directivo y de más apoyo.

Las secuencias de adiestramiento de Meichenbaum incluían cinco pasos:

1. Ejemplificación cognoscitiva: el instructor hace de modelo y expresa en voz alta las autoinstrucciones mientras realiza una tarea.
2. Guía externa manifiesta: los estudiantes realizan la tarea mientras el profesor les comunica las autoinstrucciones.
3. Autoguía manifiesta: los estudiantes realizan la tarea mientras se instruyen a sí mismos en voz alta.
4. Guía manifiesta desvanecida: los estudiantes susurran las instrucciones mientras realizan la tarea.
5. Autoinstrucción encubierta. Los estudiantes realizan la tarea mientras utilizan el lenguaje interno.

En este modelo pueden apreciarse influencias conductistas o cognoscitivas. La ejemplificación, el movimiento desde la responsabilidad externa (del profesor) a la interna (del estudiante) en las autoinstrucciones y el desvanecimiento de los estímulos externos, son elementos claramente conductistas. El entrenamiento estratégico es un elemento cognoscitivo que permite a los estudiantes aprender una estrategia apropiada para tratar problemas específicos. (Ashman y Conway, 1992).

A través de los pasos del entrenamiento autoinstruccional los estudiantes aprenden a medir su propia conducta con un lenguaje interior apropiado.

Este proceso de autoinstrucción permite también a los estudiantes ser más conscientes de las demandas de la tarea, comenzando a regular el uso de estrategias y en general llegar a tener más control de su aprendizaje.

El modelo de autoinstrucción verbal ha sido usado ampliamente como base de muchos estudios de diversa índole como para el manejo de la impulsividad, el estrés, etc., ya que el adiestramiento en autoinstrucciones está diseñado para fomentar una actitud de resolución de problemas y engendrar estrategias cognoscitivas específicas para éstos (Meichenbaum, 1988; Solís C. y Solís C., 1987), y ha sido modificado para adecuarlo a las necesidades de grupos especiales, tales como alumnos que experimentan dificultades en matemáticas (Wood, Rosenberg, y Carran, 1993), y lectura (Graham, y Wong, 1983). Y ha sido aplicada también a la enseñanza en pequeños grupos de estudiantes con discapacidades intelectuales, aunque muchas de estas aplicaciones han incorporado autoinstrucciones generales (tales como

autoexamen ) que pueden ser utilizadas en una gran variedad de situaciones y no se limita a una tarea específica (Brown, Campione y Barclay, 1979).

A pesar de que se considera la importancia de las diferencias individuales, diversas investigaciones sugieren que los individuos jóvenes los menos inteligentes y aquellos con problemas de aprendizaje pueden ser más beneficiados por el entrenamiento autoinstruccional (Graham y Wong 1993).

A si mismo, el entrenamiento autoinstruccional ha sido encontrado efectivo en ciertas áreas como, en el incremento de la atención y reducción de conductas fuera de la tarea, ha ayudado a establecer una variedad de habilidades académicas en niños con retardo mental y niños normales con déficits académicos específicos y ha reducido algunas conductas disruptivas, hiperactividad y agresividad (Duarte, y Baer, 1994).

En la actualidad la aplicación de las aproximaciones antes mencionadas y sus técnicas se ha enriquecido gracias a las herramientas que proporciona la tecnología como es la computadora. Por lo cual para este trabajo se decidió hacer uso de ésta pretendiendo potencializar la eficiencia de las técnicas empleadas y así mismo con la intención de hacer uso de las posibilidades que esta nueva tecnología ofrece. Por lo cual a continuación se presenta un capítulo en el que estas últimas se exploran y se revisan las aplicaciones que la informática puede tener en la educación.

## **CAPITULO III. LA INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN**

## LA INFORMATICA EN LA EDUCACION

### Antecedentes.

En la actualidad, la informática es un área con múltiples aplicaciones ya que, como todos sabemos, las computadoras afectan cada vez mas nuestras vidas en muchas formas que benefician a los individuos y a la sociedad en su conjunto. Por ejemplo en medicina, las bases computarizadas, redes, dispositivos de diagnóstico y los sistemas de vigilancia de enfermos ayudan al médico y personal de hospitales a salvar vidas que de otra forma se perderían; en el laboratorio, las computadoras aceleran el avance de la investigación médica. En los negocios y en oficinas profesionales, las bases computarizadas de datos, programas de contabilidad y los programas de procesamiento de texto hacen más fáciles las tareas administrativas y de oficina. En ciencia e ingeniería, las computadoras se emplean para procesar grandes cantidades de estadísticas; además, la simulación por computadora elimina la necesidad de costosos modelos a escala (Radlow, 1988).

Como puede verse, las aplicaciones de la informática abarcan un campo vasto. Desde hace décadas las computadoras se han aplicado a los más diversos campos, tanto, que hoy sería difícil encontrar una actividad humana en la que no participen, ya sea en forma abierta u oculta, en los aparatos más insólitos: Un horno de microondas, un automóvil, un marcapasos cardiaco, un satélite de comunicaciones, por lo que parece que para el futuro puede esperarse un uso aún más intenso.

La computadora nació como una idea en las mentes de algunos hombres muy brillantes, de ahí paso a los institutos de investigación, donde se convirtió en una ciencia hasta que por fin logró construirse con apoyo del ejército como ha sucedido en la mayoría de los avances científicos y tecnológicos de la historia, por lo que sus primeras aplicaciones fueron casi exclusivamente militares. Debido a que el costo de los primeros equipos era excesivamente alto, sólo pudo extenderse a consorcios comerciales, pasando así del ejercito a los negocios, pero al reducirse en gran medida los costos y hacerse más simple su manejo, en las dos últimas de décadas su uso comenzó a popularizarse y ahora podemos ver que ha entrado no sólo a pequeñas instituciones, sino que ha llegado a los hogares (López, 1994).

El desarrollo de la computadora ha sido vertiginoso, en menos de medio siglo de existencia se ha logrado un incremento en su eficacia y una reducción en sus costos que no tiene paralelo alguno con otro avance tecnológico, por lo que también ha traído aparejada una influencia cada vez mayor de la computadora en la vida humana, tanto en el nivel individual como en el social. Y a pesar de que las perspectivas que se han hecho para el futuro de la computación han sido un tanto exageradas, ya no puede dudarse que la computadora "es hoy el instrumento por antonomasia de la época que nos tocó vivir: es su tecnología definidora" (López, 1994). Por lo que ahora, su uso cada vez más extendido ha tenido un impacto cultural que pudiese ser comparado al de la aparición de la escritura o la imprenta.

Quizá una de las características más destacable de la tecnología computacional es que la computadora se presenta como una herramienta multifuncional y multiusual teniendo, por tanto, en el campo educativo como un sector privilegiado, múltiples aplicaciones, que abarcan desde los aspectos curriculares y pedagógicos hasta los administrativos y los relacionados con la formación de docentes (Gómez, 1989). Ofreciendo así, la posibilidad de crear nuevas situaciones educativas por muy diferentes medios que, aunque de manera limitada, es una posibilidad que está empezando a convertirse en una realidad (Collis, 1990).

La educación siempre ha sido escenario de avances y expectativas, que aunque no han sido cumplidas en su totalidad, reflejan de alguna manera la inquietud del sistema por incorporar nuevas técnicas y nuevas ideas (Calderón, 1988).

El principal objetivo del uso de computadoras en este sector es aprovechar el potencial educativo que éstas pueden tener en los diferentes niveles y modalidades. No tratando de decidir si éstas deben o no de formar parte del mundo educativo, sino intentando acertar en la forma de usarlas para lograr un mayor enriquecimiento de la labor educativa (Galvis, 1992).

La informática educativa también ha suscitado el interés de muchas disciplinas académicas por ejemplo, la pedagogía, la psicología, la lingüística, la inteligencia artificial, etc. así como también de los usuarios tradicionales de computadoras aplicadas a la educación como son los maestros, los padres y los alumnos de todos los niveles.

El interés que se ha despertado por la utilización de la informática en la educación tiene diversos motivos entre los que se encuentran los siguientes:

a) Reducción de costos

Hasta hace poco tiempo, a pesar de las mejoras en su eficiencia, no era aún posible para muchos centros educativos contar con computadoras a gran escala, lo cual, con la aparición de la microcomputadora a nivel comercial comenzó a volverse una realidad dado que los costos permiten que ahora su adquisición sea más accesible.

b) Interacción con la máquina

Anteriormente, debido a los complejos lenguajes que existían en la computación, las barreras entre las máquinas y la mayoría de los usuarios era muy grande, sin embargo, hoy en día la comunicación hombre-máquina es posible dado que los lenguajes que se utilizan son cada vez más cercanos al natural, además de que la microcomputadora ha permitido que la interacción entre el usuario final y la máquina sea directa y prescindida de terceros que la hagan posible.

c) Impacto de la informática en el público

Dado que la educación es un sector considerado tradicionalmente como resistente al cambio, el rápido incremento en la penetración de la computación en éste puede explicarse como un factor muy importante, debido al impacto que la computación y la informática han tenido en el mundo moderno, a consecuencia de lo que se ha llamado "revolución de la informática" que ha hecho crecer la demanda del público para que haya educación acerca de ésta a todos los niveles de profundidad (Galvis, 1992).

Las principales aplicaciones educativas de la informática pueden clasificarse en diversas modalidades. Algunos autores consideran la existencia de tres posibles áreas de utilización, que son: el uso de la informática como fin, como medio y como herramienta (Galvis, 1992; Gros, 1987).

El uso de la informática como fin supone la puesta en marcha de programas de "alfabetización informática", implicando usar la tecnología computacional con el objetivo de ofrecer a los alumnos una cultura básica sobre esta tecnología para que de esta forma los alumnos aprendan el manejo y utilización de la misma.

El uso de la informática como medio supone la utilización de la computadora como un elemento educativo que ha de ser integrado dentro del sistema de enseñanza actual, siendo este uso a través de dos aplicaciones básicas: el aprendizaje a través de la computadora y el aprendizaje con la computadora. El aprendizaje a través de la computadora implica la utilización de un software elaborado previamente y que es ofrecido al alumno para alcanzar un objetivo determinado, mientras que el aprendizaje con la computadora supone la introducción de esta como un elemento que intenta actuar como medio facilitado del desarrollo de los procesos cognitivos y para ello toma como base la programación de la computadora por parte del alumno, a través de lenguajes específicamente diseñados para tal fin.

Y por otro lado, el uso de la informática como herramienta implica la utilización de la computadora, tanto por parte del alumno como por parte del profesor. Al alumno le pueden ser de utilidad tres tipos de programas que son: los procesadores de textos, las bases de datos y las hojas de cálculo, mientras que al profesor pueden servirle para agilizar su labor; en tareas burocráticas o en actividades tales como preparación de clases, corrección de exámenes, etc.

Gómez, (1989) por otro lado, divide las modalidades de aplicación de la informática en: la informática como nuevo medio de instrucción para el docente, y como nuevo medio de aprendizaje al servicio del estudiante, dividiéndose a su vez esta última en dos categorías que son instrucción administrada por computadora e instrucción asistida por computadora (CAI), esta última comprende diversas maneras de utilización de la computación como ayuda a la instrucción en algunas áreas del conocimiento. Teniendo como principales modalidades de la Instrucción Asistida por Computadora:

- a) Sistemas de ejercitación y práctica
- b) Sistemas tutoriales y de diagnóstico
- c) Juegos educativos
- d) Modelos de simulación
- e) Solución de problemas
- f) Procesamiento de textos.

La modalidad de la Instrucción Asistida por Computadora (CAI), es una de las más frecuentemente utilizadas y suele referirse a la forma en que la computadora actúa como una herramienta para apoyar la transmisión de conocimientos y cuya finalidad es favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje adaptando e individualizando el proceso, de manera que se facilite a cada alumno que pueda interactuar con la computadora a su propio ritmo, ya que se utiliza como un recurso para proporcionar suficiente atención personalizada a cada alumno, complementando el trabajo del profesor, pues desde hace mucho la pedagogía ha reconocido la importancia que para la enseñanza tienen las diferencias individuales en el estilo y capacidad de aprendizaje (Gros,1987; López, 1994).

En los sistemas de Instrucción Asistida por Computadora, la utilización de esta en la enseñanza tiene como objetivo fundamental transmitir información, pero también, en ocasiones el control de dicha transmisión por parte de la computadora a través de programas previamente elaborados. Los CAI desarrollan de esta forma aplicaciones que involucran métodos utilizados convencionalmente con el propósito de alcanzar las metas instruccionales planeadas en cada caso.

Un programa de Instrucción Asistida por Computadora es propiamente "un programa computacional donde se seleccionan contenidos instruccionales por temas, enfocados a la enseñanza de aspectos curriculares particulares con el fin de facilitar el aprendizaje de los estudiantes a través de la instrucción individualizada".(Cruz, 1990 ).

Dos características que distinguen a la Instrucción Asistida por Computadora son: la individualización de la enseñanza y el hecho de que el alumno aprenda resolviendo problemas, del primero de estos aspectos se deriva la necesidad de adaptar las ayudas que se le brindan y la secuencia de ejercicios al nivel cognoscitivo del alumno. Respecto al segundo aspecto, se hace énfasis en el aprendizaje por acción, ya que al hacer funcionar sus conocimientos, el alumno los reestructura, modifica, completa y coordina (Dufoyer, 1991).

La instrucción por computadora ha evolucionado de acuerdo con el desarrollo de la computadora y de las generaciones por las cuales ésta ha pasado, así como por los avances en el hardware y en el software. Además se ha visto influida también por los avances en la psicología instruccional y del aprendizaje que han sido incorporados a ésta.

Desde principios de los años 60s se han desarrollado y probado experimentalmente sistemas de Enseñanza o Instrucción Asistida por Computadora, que inicialmente estaban basados en la enseñanza programada, que es un método desarrollado por y en torno al psicólogo conductista Skinner. El principio de este tipo de enseñanza consiste en proponer a los alumnos ciertas secuencias, en las que los contenidos de conocimientos le son suministrados según un plan preestablecido, tratando de que el alumno obtenga un cierto número de comportamientos observables utilizando como procedimiento la fragmentación del conocimiento por adquirir en elementos simples, de modo que a través de reforzamientos paso a paso, la conducta del alumno sea estimulada. (Dufoyer, 1991).

El desarrollo de programas basados en el modelo de instrucción programada ocurrió durante el desarrollo de la tercera generación de la computadora. Es de esta forma que se sientan las bases de la enseñanza utilizando como medio la computadora y de esta manera, de una instrucción más individualizada (López, 1994).

Las microcomputadoras aparecieron durante la cuarta generación y en ese momento se da el desarrollo de programas tutoriales en los cuales se maneja ya un enfoque cognitivo. Es entonces que los diseñadores de los programas de Instrucción Asistida por Computadora comenzaron a utilizar en sus diseños principios que este enfoque propone. Uniéndose para su desarrollo investigadores en educación y realizadores instruccionales.(Cruz, 1990).

Algunos autores consideran que el éxito en los resultados obtenidos en los programas de CAI depende en gran medida, aunque no de manera exclusiva, del modelo psicopedagógico en que éstos se basen.(Aguilar y Díaz Barriga, 1991).

Los principios instruccionales que se utilizan básicamente en la mayor parte de los programas de Instrucción Asistida por Computadora no difieren demasiado de los principios comunes que se utilizan en la enseñanza tradicional, como son: la enseñanza por objetivos instruccionales, presentar la información de manera expositiva; Pero como elemento que los distingue, se encuentra una mayor posibilidad de interactividad que permite la computadora, así como llevar un registro del perfil del estudiante, lo cual como anteriormente se mencionó, brinda la posibilidad de lograr una mayor individualización de la instrucción.

Los sistemas CAI se manejan frecuentemente en base a un análisis de tareas, que es el método más utilizado para identificar las tareas y subtareas que deben ser enseñadas. De modo que se eligen y planifican contenidos y una serie de ejercicios a enseñar, basados en el currículum, seleccionando los más fáciles o los más difíciles en función de la capacidad de resolución de cada alumno, los cuales son transformados en el programa por computadora.

Los programas tutoriales forman parte de los programas didácticos, que son aquellos programas destinados a hacer aprender algo a quien los utiliza y que forman parte de los instrumentos de la Instrucción Asistida por Computadora. En los tutoriales, el software toma de algún modo el lugar del profesor o docente y propone un aprendizaje de determinados conocimientos, generalmente a través de una estructura de presentación y evaluación. Las secuencias que se presentan pueden ser de una extensión variable y estar fragmentadas en distintos aspectos.

Debido a que en la enseñanza tutorial, la computadora es utilizada con el objetivo de que esta sea la que proporcione la transmisión de la información a cada uno de los alumnos en una área determinada de conocimiento. La mayoría de los programas tutoriales se basan en modelos de diálogos cerrados en los cuales la computadora actúa presentando una determinada información a partir de la cual se realizan preguntas con posibles opciones de respuestas para cada una de ellas, dependiendo de la respuesta obtenida, la computadora da más información o realiza más preguntas sobre el mismo tema hasta conseguir que el alumno responda de la manera correcta. De manera que la computadora presenta los contenidos, evalúa la respuesta del alumno y decide que secuencia de contenidos presentar a continuación. (Dufoyer, 1991; Gómez, 1989; Gros, 1987).

Según Cruz (1990), los programas tutoriales pueden presentar múltiples ventajas como son:

- Uniformidad de instrucción accesible a gran escala.
- Posibilidad de reducir tiempo en adiestramiento.
- Proporcionar instrucción individualizada, si se considera que el alumno puede avanzar a su propio ritmo.
- Disminuir la necesidad de contar con personal especializado en ciertos temas que se deseen enseñar.

De acuerdo con sus características estructurales, los programas tutoriales pueden clasificarse en lineales o ramificados (Dufoyer, 1991; Cruz, 1990).

En los tutoriales lineales, las estrategias quedan concebidas por el creador del programa, de modo que todos los que los utilicen seguirán exactamente la misma lección o secuencia. Si no pueden responder a alguna de las preguntas intermedias, el programa les proporciona la respuesta correcta o les conduce a la presentación de los conocimientos correspondientes hasta que estén en condiciones de contestar acertadamente. Al estar influenciados por los principios de enseñanza programada se considera que su material instruccional empleado requiere de una organización que maximice la probabilidad de una respuesta correcta.(Cruz, 1990). Por lo que su aportación principal es el énfasis que hace en la importancia de la retroalimentación y la individualización.

En estos programas, el material es presentado a través de pequeños pasos pretendiendo llevar al alumno hasta la conducta deseada, lo que es el análisis de tareas.

El alumno da una respuesta y recibe retroalimentación inmediata acerca de si ésta es correcta o no, funcionando esto como reforzamiento o castigo.

Y el programa pasa en seguida al siguiente punto o pregunta ya que la secuencia está presionada independientemente de las respuestas que el alumno de, a diferencia de los tutoriales ramificados, en los que la secuencia del material esta controlada por las respuestas del alumno.

De acuerdo con algunos autores existen dos posibles enfoques para la actividad educativa y en los cuales se basan también los programas computarizados, que son el enfoque heurístico y el enfoque algorítmico. El enfoque heurístico se refiere al arte de inventar, de descubrir o hallar, siendo un principio general para resolver problemas, en el cual es importante que el alumno desarrolle sus propias estrategias. En tanto que el enfoque algorítmico se refiere a utilizar un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución a un problema bien definido, conociendo muy bien las situaciones inicial y final, así como los diferentes estadios o etapas intermedias que permiten pasar de la situación inicial a la final. Este enfoque se orienta hacia la definición y realización de secuencias predeterminadas, que cuando se llevan a cabo en la forma esperada conducen al logro de metas

medibles que también están predeterminadas. El mérito de este enfoque es que da estructura y precisión a un proceso que podría ser confuso. En estos casos, el diseñador es quien decide qué y cómo enseñar y el alumno debe tratar de aprender lo que le es enseñando (Galvis, 1992). Por lo cual se considera que dadas estas características, los programas tutoriales pertenecen a este último enfoque, el enfoque algorítmico.

Como puede verse la informática ha tenido un gran impacto en la educación, que si bien en nuestro país aún no se ha desarrollado del todo, las posibilidades de hacerlo existen y las opciones para aplicarlo son muy amplias. Como muestra de esto a continuación se presentan algunos estudios antecedentes que se han llevado a cabo en otros países y que han servido de base para las aplicaciones que actualmente se están desarrollando, incluyendo la presente.

### Estudios antecedentes

Desde que comenzaron las primeras experiencias de los programas de Instrucción Asistida por Computadora, se ha planteado como una preocupación importante, aclarar que principios de aprendizaje debían guiar el diseño de éstos, tratando de encontrar modelos instruccionales que fueran adecuados a esta nueva tecnología (Aguilar, y Díaz-Barriga, 1991).

En los años 60s. y 70s. diversos centros de investigación en las universidades y en la industria ofrecieron algunos modelos de la forma en que las computadoras podrían ayudar en el proceso de aprendizaje. Algunos de estos modelos son: modelos conductistas, los inspirados en Piaget y otros modelos "desarrollistas" en los que se estimula a los estudiantes para que vayan desarrollando sus propios caminos para el aprendizaje.

Por ejemplo, el profesor Patrick Suppes de la universidad de Stanford y presidente del Computer Curriculum Corporation (CCC), produjo y comercializó su propio material basado en la aplicación de computadoras con fines educativos. Suppes se enfocó principalmente a las matemáticas, a las que concibe, según su planteamiento lógico y asume un modelo conductista matemático; en su teoría del aprendizaje las matemáticas - o cualquier otra materia - pueden descomponerse en una serie de datos elementales, estableciéndose entre cada elemento de la serie una relación jerarquizada. En este análisis, la disciplina objeto de estudio por los alumnos, se compone de conocimientos estancos, de modo que un elemento conduce a otro de nivel superior en la estructura lógica.

En este caso, enseñar a los alumnos un bloque de conocimientos implica que se le presenten una serie de ejercicios (estímulos) y que se refuercen sus respuestas. El refuerzo consiste en estructurar las respuestas de la siguiente manera: comunicando a los alumnos que el ejercicio es "correcto" y planteándoles otro ejercicio, o diciéndoles que se han "equivocado", y haciéndoles repetir el ejercicio, o diciéndoles que se han equivocado dándoles la respuesta correcta y, entonces, haciéndoles repetir el ejercicio. La tarea del maestro (asumida por la computadora) consiste en proponerles ejercicios cada vez de mayor dificultad, a partir de la experiencia precedente del niño y que lleven, finalmente, al aprendizaje de todo un bloque concreto de conocimientos. (Mercer, 1991; Solomon, 1987).

Por otra parte Tom Dwyer, presentó una postura ecléctica investigando en torno a las posibilidades de la utilización interactiva de las computadoras a través del lenguaje BASIC, el cual tiene como finalidad enseñar a los estudiantes a programar, ya que Dwyer consideraba que la mejor manera de aprender por medio de la computadora es aprendiendo a dominarla. Su planteamiento se basa en la idea de dotar al estudiante del dominio sobre la máquina, así, este programaría la computadora y la utilizaría como un instrumento musical o para realizar representaciones gráficas logrando de esta manera lo que el llama "liberar las potencialidades humanas y por lo tanto a la persona".

Por ultimo, Papert, tiene una opinión distinta de la de Suppes y Dwyer acerca del contenido de las matemáticas hoy en día, Consideraba que la mayor parte de las matemáticas impartidas estaban desnaturalizadas, eran alienantes y estaban al margen de los intereses de los niños. Veía a la computadora como un instrumento para que los niños se expresen en términos matemáticos acerca de las experiencias de su vida cotidiana, y con el cual aprender a hablar. Diseñó Logo como un lenguaje en el aprendizaje, y elaboró la tortuga, una entidad matemática con la que los niños pudiesen identificar y desarrollar una relación personal. Esta era una tortuga gráfica que evolucionaba sobre la pantalla de televisión. Las tortugas se deslizan dejando un rastro o no, a voluntad del programador, con estas tortugas se pueden construir objetos y también se puede utilizar para trazar secuencias animadas compuestas de dibujos individuales.

Toda esa investigación llevada a cabo a lo largo de los últimos años es la base sobre la que se apoyan las tendencias actuales de la Instrucción Asistida por Computadora en la practica escolar. (Solomon, 1987).

Los programas de Instrucción Asistida por Computadora han sido utilizados como ayuda en la adquisición y ejercitación de diversas habilidades básicas tales como el reconocimiento de palabras y matemáticas elementales habiendo resultado efectivos en muchos casos (Goldman y Pellegrino, 1987; Jones, Torgeson y Sexton, 1987).

La cuestión de cuales habilidades se ven más beneficiadas por los programas de CAI y si las computadoras son más efectivas que la enseñanza en el salón de clases no ha sido suficientemente examinada (Smith, 1994), sin embargo, existen evidencias de que se han obtenido resultados satisfactorios en programas tales como de lectura, en el que se desarrollan habilidades de decodificación y vocabulario como en un estudio realizado por Swason, (citado en Smith, 1994). O en otro estudio realizado por Trifiletti y Armstrong (1984), que estableció que 40 minutos de trabajo en matemáticas en computadora fue dos veces más efectivo para estudiantes de 11 y 12 años que la misma cantidad de tiempo sin otro recurso más que el salón de clases. Observándose así que un programa de CAI puede resultar efectivo tanto o más que la instrucción tradicional.

De igual manera algunas investigaciones como las de Kulik y Bangert (1985), han demostrado que es un medio efectivo para mejorar habilidades académicas en un tiempo significativamente menor que los métodos tradicionales en el salón de clases (citados en Cruz, 1990).

Así mismo, hay estudios que reportan que la Instrucción Asistida por Computadora produce actitudes positivas de los estudiantes hacia las maquinas o a los cursos impartidos mediante éstas. (Delval, 1986; Mevarech, 1986 citado en Aguilar y Diaz-Barriga, 1991).

Otra característica que han demostrado tener los programas de Instrucción Asistida por Computadora es que han sido más efectivos en estudiantes con pocas habilidades que para aquellos que cuentan con mayores habilidades (Goldman, y Pellegrino, 1987; Jones, et al., 1987).

Todo esto plantea la importancia del empleo de la informática para la educación de los niños que presentan retrasos o dificultades escolares concretas, lo cual es un campo de investigación pedagógica relativamente poco desarrollado todavía. Siendo sin embargo, muy probable que la computadora pueda aportar alguna ayuda a los niños con dificultades de aprendizaje, dado que algunos niños con estas características tienen una necesidad de asistencia de programas individualizados que pueden ser de tipo compensatorio o para el desarrollo de habilidades, por lo que puede sugerirse que el uso de programas de Instrucción Asistida por Computadora en estos casos dadas las características de la CAI pueden resultar efectivos y no debe desdesharse su empleo (Dufoyer, 1991).

Como se ha visto, a lo largo de la historia del estudio de problemas de aprendizaje, se han planteado alternativas de tratamiento con muy diversos recursos. Y en las últimas décadas se ha recurrido como en muchas otras áreas, a los avances en la informática por lo cual en la actualidad los programas de Instrucción Asistida por Computadora se plantean como una opción más en este campo de la educación, ya que se sugiere pueden ser usados exitosamente en alumnos con problemas de aprendizaje. Este tipo de software se ha centrado en programas que enseñan matemáticas, ciencia, lectura y escritura. (Summa, y Kelly 1989).

Uno de estos programas es el realizado por Shiah (1995), el cual pretendía beneficiar a estudiantes con problemas de aprendizaje viendo un programa tutorial de instrucción asistida por Computadora para aprender a solucionar problemas de matemáticas a través de la enseñanza de estrategias cognitivas, que al ser probado, encontraron que los estudiantes se desempeñaban mejor en los tests computarizados que en los de lápiz papel.

Por otro lado, Koscinski y cols.(1993), investigaron la efectividad de un programa instruccional asistido por computadora creado por ellos, para enseñar las operaciones de multiplicación a niños con problemas de aprendizaje, obteniendo diferentes grados de éxito en los resultados.

Mientras que por su parte, Robinson y cols, (1989), crearon un programa de retroalimentación inmediata dirigido también a estudiantes con problemas en matemáticas, en el que se trabajaba con problemas de división, obteniendo resultados significativos en la solución correcta de problemas.

Por todo lo anterior podemos considerar que al ser los problemas de aprendizaje causa de conflictos en aquellos que los padecen como en el caso de las matemáticas, aún cuando la mayoría de ellos logra un desempeño relativamente adecuado en las operaciones básicas existen niños a quienes se les dificulta particularmente la realización de éstas y se les considera con problemas de aprendizaje en matemáticas y en muchas ocasiones no son detectados oportunamente y por lo tanto tampoco reciben atención, lo cual los lleva a repetir grado y en casos más graves a la deserción escolar. Por tal motivo, se considera que requieren ser atendidos antes de esperar que ocurran tales consecuencias, resultando evidente la necesidad de encontrar nuevas formas de contribuir a su solución.

Al ser revisados los distintos enfoques o aproximaciones empleados por la Psicología para el tratamiento de estos trastornos se ha visto que los métodos empleados por la aproximación cognitivo conductual han dado resultados favorables en estos casos. Y aunado a ésto, uno de los recursos que puede servir de apoyo a este enfoque se desprende de los recientes avances que se han dado en la informática y las múltiples posibilidades que ésta ofrece.

Por lo que consideramos que al integrar ambos podemos ofrecer una alternativa novedosa y eficaz que apoye el tratamiento de los problemas de aprendizaje en matemáticas. Es por eso que el propósito de este estudio fue diseñar, elaborar y aplicar en un grupo piloto un programa que pretende ser de tipo tutorial por computadora para el tratamiento de problemas de aprendizaje en matemáticas, enfocado en la solución de operaciones básicas, haciendo énfasis en la ejercitación de los algoritmos correspondientes a cada una de las mismas, utilizando la técnica de autoinstrucción.

Para el logro de este propósito se propone la siguiente metodología.

## MÉTODO

### Objetivo General:

Diseñar, elaborar y aplicar en un grupo piloto un programa tutorial por computadora para el tratamiento de los problemas de aprendizaje en matemáticas enfocado en la solución de las operaciones básicas.

### Hipótesis:

Ho. No habrán cambios en la ejecución de los alumnos en el Inventario de Ejecución Académica (IDEA), después de la aplicación del programa.

H1. Habrán cambios en la ejecución de los alumnos en el Inventario de Ejecución Académica (IDEA), después de la aplicación del programa.

### Sujetos:

El piloteo del programa se llevó a cabo con una muestra de 16 niños de tercer grado de primaria, que al ser evaluados con el Inventario de Ejecución Académica (IDEA) presentaron problemas de aprendizaje en matemáticas. De los cuales 7 eran de sexo femenino y 9 de sexo masculino y sus edades fluctuaban entre los 8 y 9 años. Cabe señalar que ninguno de ellos era repetidor de grado.

### Escenario:

El escenario en el cual se llevó a cabo la aplicación piloto del programa fue en la Escuela Primaria "Agustín García Conde", la cual pertenece a la Fundación para la Promoción Humana.

En el nivel primaria, se cuenta con 24 grupos, teniendo 4 grupos por grado y cada uno de ellos con un promedio de 30 alumnos.

### **Población:**

La población está conformada por 730 alumnos y es de carácter mixto, éstos asisten a clases únicamente en el turno matutino .123 de ellos cursan el tercer grado y la mayoría pertenecen a familias de clase socioeconómica media.

### **Diseño:**

El diseño empleado fue de pretest-postest; ya que solo hubo un grupo que fue evaluado con el mismo instrumento antes y después de la aplicación del programa.

### **Materiales:**

Durante las etapas de evaluación pre y postest se utilizaron el Manual Cuadernillos de Aplicación y Protocolos del Inventario de Ejecución Académica (IDEA).

Para el diseño del programa se empleó una computadora personal 386, diskettes de 3 ½ y como software el Programa Authorware el cual fue creado para diseñar programas educativos y que trabaja en un ambiente Windows.

En la aplicación piloto se utilizó nuevamente la misma computadora, los diskettes con los programas diseñados de suma, resta, multiplicación y división así como hojas de registro para cada uno de ellos.

### **Resultados:**

Los resultados se presentan en tablas y figuras de frecuencias y porcentajes de respuestas correctas obtenidos en cada una de las 4 operaciones básicas.

Así mismo se aplicó la prueba estadística no paramétrica de McNemar para el análisis de resultados, que se utiliza para observar los cambios de los resultados en las evaluaciones de diseños de antes y después (pretest-postest).

## PROCEDIMIENTO

El procedimiento se llevó a cabo a través de 5 etapas que serán descritas a continuación.

### 1ª. Etapa DISEÑO.

Esta etapa consistió en elaborar el contenido y los ejercicios del programa por escrito basados en un enfoque cognitivo conductual.

El contenido constó de instrucciones y estrategias de autoinstrucción que los niños debían seguir para la realización correcta de las operaciones de suma resta multiplicación y división.

El programa también estuvo compuesto de varias secciones, cada una de ellas contó con tres etapas siendo las mismas para las 4 operaciones básicas.

A: En esta sección se presentaron las instrucciones y algoritmos para realizar correctamente cada una de las operaciones básicas.

B: Al mismo tiempo estos pasos se ejemplificaban con un ejercicio.  
Ejemplo:

SI MI OPERACIÓN ES UNA SUMA:

1º. Primero, identifico las unidades y las decenas.

-Las UNIDADES son los números que se encuentran del lado derecho de la operación.

$$\begin{array}{r} 22 \\ + 12 \\ \hline \end{array}$$

-Las DECENAS son los números que se encuentran en la columna del lado izquierdo de la operación.

$$\begin{array}{r} \boxed{2} \ 2 \\ + \boxed{1} \ 2 \\ \hline \end{array}$$

decenas

2°. Segundo, sumo las unidades, que son las que se encuentran en la columna derecha y pongo el resultado debajo de éstas.

$$\begin{array}{r} \boxed{2} \ 2 \\ + \boxed{1} \ 2 \\ \hline \phantom{\boxed{2}} \ 4 \end{array}$$

3°. Sumo las decenas que son las que se encuentran en la columna de la izquierda, y pongo el resultado debajo de éstas.

$$\begin{array}{r} \boxed{2} \ 2 \\ + \boxed{1} \ 2 \\ \hline \boxed{3} \ 4 \end{array}$$

HAY ALGUNOS CASOS EN QUE AL SUMAR LAS UNIDADES EL RESULTADO ES IGUAL O MAYOR QUE 10.

Ejemplo:

$$\begin{array}{r} \phantom{\boxed{2}} \ 4 \\ + \phantom{\boxed{1}} \ 9 \\ \hline \phantom{\boxed{3}} \ 13 \end{array}$$

Esta NO es la manera correcta de realizarla.

Lo que debo hacer es lo siguiente:

1°. Primero Sumo las unidades y del resultado que obtenga debo identificar las unidades y las decenas.

Ejemplo:

Resultado 1 3  
Decenas                      Unidades

2°. Ahora debo colocar sólo las unidades del resultado debajo de la columna de las unidades.

$$\begin{array}{r} 24 \\ +19 \\ \hline 3 \end{array}$$

3°. Y las decenas del resultado las debo poner arriba de la columna de las decenas.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ +19 \\ \hline 3 \end{array}$$

4°. Por último debo sumar todos los números de la columna de la izquierda.

Ejemplo:

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ +19 \\ \hline 43 \end{array}$$

C: Por último se proponían una serie de ejercicios de la operación que debía realizar el alumno, utilizando las instrucciones y los pasos aprendidos. Cada uno de los ejercicios contaba con tres opciones de respuesta posibles, siendo una de ellas la correcta y las otras preveían posibles errores presentados comúnmente por niños con problemas de aprendizaje en matemáticas. Cada una de las opciones, al ser elegida presentaba una retroalimentación incluyendo un mensaje dependiendo de si la respuesta era correcta o incorrecta y el por qué del error.

Para todos los ejemplos y ejercicios de cada una de las operaciones se utilizaron únicamente cifras de hasta 2 dígitos, siendo presentadas en todos los casos en forma vertical, estando esto basado en los ejemplos del cuadernillo de evaluación en el área de matemáticas para tercer grado del Inventario de Ejecución Académica (IDEA).

Cada uno de los 4 programas (suma, resta, multiplicación y división) contó además con una evaluación inicial y una final de 10 reactivos cada una.

## 2ª. Etapa. TRANSFORMACIÓN DEL PROGRAMA ESCRITO AL PROGRAMA POR COMPUTADORA.

Posterior al diseño del programa se prosiguió a la elaboración del programa computarizado, que consistió en la transformación del programa escrito elaborado en la etapa del diseño a software. Para lo anterior se utilizó el Programa Authorware, el cual está diseñado especialmente para la elaboración de programas educativos de tipo tutorial.

El programa comenzaba con instrucciones generales de uso, cada instrucción era presentada en una pantalla y tenía la opción de permanecer en ésta el tiempo que el niño requiriera para leerla y entenderla, pudiendo pasar a otra pantalla con otra instrucción o ejemplo dando un click con el mouse en el recuadro que aparecía en el extremo inferior de la pantalla, la cual decía CONTINUAR.

El programa cuenta también con un menú que permite al usuario acceder a la parte del mismo que desee, primero por operación y dentro de cada una de éstas se tiene la opción de iniciar o continuar con cualquiera de las secciones con que cuenta es decir, pretest, instrucciones-algoritmo, ejercicios o postest.

Pero para los fines de este trabajo durante la aplicación del mismo con los sujetos, éstos no tenían esta posibilidad ya que de acuerdo con su caso se determinaba previamente la parte del programa con la que debía trabajar cada uno de ellos.

En las secciones de pretest y postest aparecían las operaciones correspondientes, una en cada pantalla con tres opciones de posibles respuestas entre las cuales debía seleccionar la que correspondiera al resultado que hubiera obtenido al realizar la operación en una hoja por separado, dando un click en la misma la pantalla cambiaba presentándole la siguiente operación. Sus respuestas iban siendo registradas en número y porcentaje de aciertos y errores por medio de un contador incluido en el programa.

Mientras que en los ejercicios, cada uno de ellos aparecía también en una pantalla con sus tres opciones de respuesta, pero al seleccionar una de las opciones aparecía una retroalimentación de acuerdo con ésta.

### 3ª. Etapa. DIAGNÓSTICO

En esta etapa se llevó a cabo la evaluación de los alumnos que fueron reportados por sus profesores por presentar dificultades en el área de matemáticas.

La evaluación se realizó con el Inventario de Ejecución Académica en el área de matemáticas correspondiente al tercer grado.

Este inventario es un instrumento diseñado para diagnosticar problemas de aprendizaje en las áreas de lectura, escritura y matemáticas para los tres primeros grados de educación primaria y que se basa principalmente en la detección de errores característicos de cada área en niños que presentan problemas de aprendizaje.

En un principio fueron reportados un total de 24 alumnos todos los cuales fueron evaluados siendo diagnosticados 16 de ellos como alumnos con problemas de aprendizaje en matemáticas y que fueron quienes conformaron la muestra que participó en la aplicación piloto.

Los 16 alumnos pertenecían a 4 grupos y estaban distribuidos de la siguiente manera:

- 3° A Susana  
Marioli  
Ana Luisa
- 3° B Rogelio  
Roberto  
Rafael  
Daniel  
Carlos
- 3° C Rodrigo
- 3° D Erick  
Eduardo  
Ariadna  
José Jesús  
Mayra  
Jackeline  
Kateryne

Con base en los resultados del pretest y en relación con su problemática individual se determinó si la aplicación del programa sería de las 4 operaciones o sólo de una o algunas de ellas, quedando grupos conformados de la siguiente manera:

Suma	Resta	Multiplicación	División
Daniel	Susana	Susana	Susana
Ariadna	Marioli	Marioli	Marioli
Mayra	Ana Luisa	Ana Luisa.	Ana Luisa
Jackeline	Rogelio	Rogelio	Rogelio
Kateryne	Roberto	Roberto	Roberto
	Rafael	Rafael	Rafael
	Rodrigo	Daniel	Daniel
	Erick	Carlos	Carlos
	Eduardo	Rodrigo	Rodrigo
	Ariadna	Erick	Erick
	José de Jesús	Eduardo	Ariadna
	Mayra	Ariadna	José de Jesús

	Jackeline Kateryne	José de Jesús Mayra Jackeline Kateryne	Mayra Jackeline Kateryne
--	-----------------------	---	--------------------------------

#### 4ª. Etapa. APLICACIÓN PILOTO DEL PROGRAMA

Con la finalidad de probar la efectividad del programa elaborado, se llevó a cabo una aplicación piloto del mismo.

Esta aplicación se realizó con la muestra elegida en la etapa de diagnóstico conformada por 16 niños de tercer grado que presentaban problemas de aprendizaje en el área de matemáticas.

La aplicación del programa fue de manera individual en sesiones con un tiempo aproximado de 1 a 1 ½ horas de duración para cada una de las operaciones con un promedio de 3 sesiones por alumno.

A continuación se describirá como ejemplo, el desarrollo de una sesión:

La sesión comenzaba con la lectura por parte del niño de las instrucciones generales incluidas en el programa, como hacer para pasar de una pantalla a otra, como responder cuando se le presentaran opciones, que debía realizar las operaciones en hojas que se le proporcionarían, además que contaría con el apoyo por parte de la persona que se encontrara con él aplicando el programa y que haría el papel de instructora.

Posteriormente, las operaciones de la evaluación inicial incluida en el programa, les eran presentadas y comenzaban a realizarlas. Seguido de esto, el programa les mostraba las instrucciones y algoritmos para realizar correctamente la operación.

Después de las instrucciones tenían que resolver 25 ejercicios siguiendo la técnica del proceso de autoinstrucción acompañado del instructor, la cual incluía 5 pasos que eran:

1. Ejemplificación cognoscitiva: el instructor hace de modelo y expresa en voz alta las autoinstrucciones mientras realiza una tarea.
2. Guía externa manifiesta: los estudiantes realizan la tarea mientras el profesor les comunica las autoinstrucciones.
3. Autoguía manifiesta: los estudiantes realizan la tarea mientras se instruyen a sí mismos en voz alta.
4. Guía manifiesta desvanecida: los estudiantes susurran las instrucciones mientras realizan la tarea.
5. Autoinstrucción encubierta: los estudiantes realizan la tarea mientras utilizan el lenguaje interno.

Al mismo tiempo de este proceso debía seguir las instrucciones y algoritmos enseñados previamente.

Al resolver cada ejercicio y al elegir una opción le era presentado un mensaje de retroalimentación indicándole si su respuesta era correcta o incorrecta y en el caso de que su respuesta fuera errónea el por qué de su error.

Y por último el programa presentaba los reactivos del postest los cuales debía resolver sin ningún apoyo por parte del instructor.

Todas sus respuestas eran registradas en una hoja especial por cada alumno y por cada operación.

#### 5ª. Etapa EVALUACIÓN.

Concluida la aplicación piloto del programa los alumnos fueron evaluados nuevamente con el Inventario de Ejecución Académica (IDEA) en el área de matemáticas, para posteriormente llevar a cabo un análisis de resultados tanto de la evaluación diagnóstica como de la evaluación final y determinar los logros alcanzados en cada uno de los niños con la aplicación del programa.

En el siguiente capítulo se presentará en análisis de los resultados obtenidos en ambas evaluaciones.

## RESULTADOS

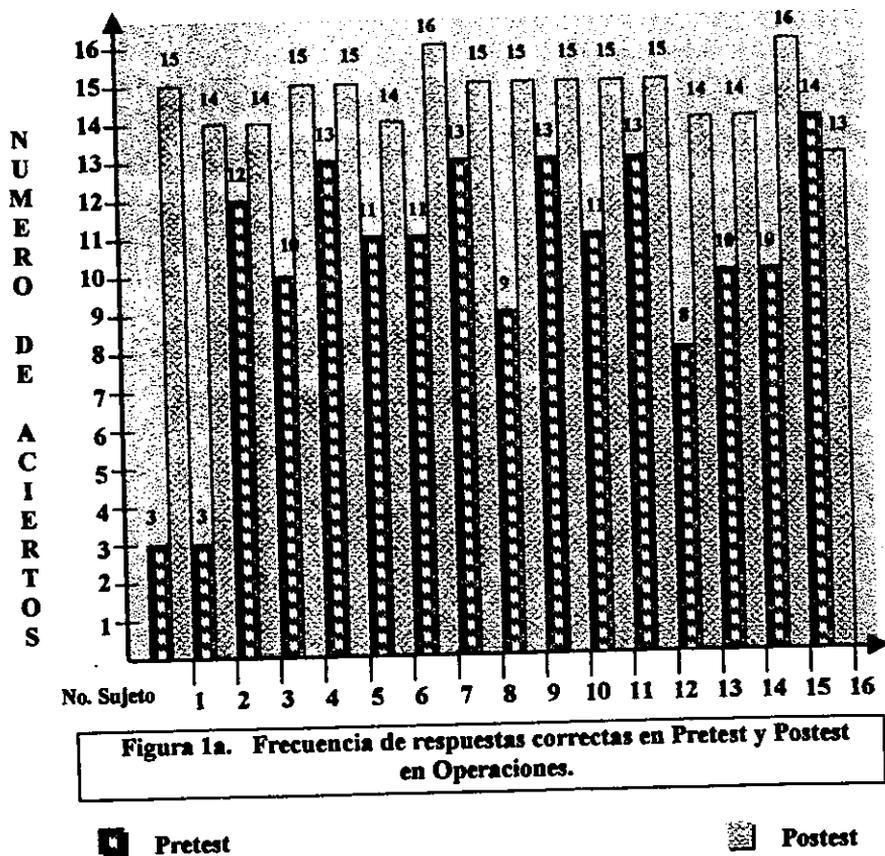
Se presentan los resultados considerando primero la evaluación pre y postest y segundo el análisis estadístico de los cambios entre ambos.

1° En relación a las evaluaciones tanto de pretest como de postest realizadas con el Inventario de Ejecución Académica (IDEA) en el área de matemáticas y que mide cinco subáreas: numeración, fracciones, sistema decimal, operaciones y solución de problemas. Es importante hacer notar que para los fines de este trabajo y dado que el programa se enfocaba únicamente a operaciones, se consideraron solamente los resultados de la subárea de operaciones, sin embargo, solución de problemas fue considerada también para observar si se generalizaban los resultados obtenidos en operaciones a esta área.

Estos resultados se presentan por sujeto y en frecuencia de respuestas correctas en la tabla 1 y en las figuras 1a y 1b.

GRUPO	SUJETO		OPERACIONES		PROBLEMAS	
	No	Nombre	Pretest	Postest	Pretest	Postest
3° A	1	Susana	3	15	1	6
3° A	2	Marioli	3	14	1	4
3° A	3	Ana	12	14	2	3
3° B	4	Rogelio	10	15	4	4
3° B	5	Roberto	13	15	2	3
3° B	6	Rafael	11	14	1	4
3° B	7	Daniel	11	16	6	8
3° B	8	Carlos	13	15	3	3
3° B	9	Rodrigo	9	15	3	4
3° C	10	Mayra	13	15	3	5
3° D	11	Erick	11	15	2	6
3° D	12	Eduardo	13	15	2	4
3° D	13	Ariadna	8	14	1	4
3° D	14	José	10	14	2	4
3° D	15	Jackeline	10	16	2	4
3° D	16	Kateryne	14	13	1	4

**Tabla 1.** Frecuencia de respuestas correctas en operaciones y solución de problemas en las evaluaciones de pretest y postest.



En la figura 1a. Podemos observar que durante la evaluación de pretest, la menor puntuación obtenida fue de 3 y la mayor de 14, en tanto que en el posttest, la menor puntuación registrada fue de 13, presentándose 2 casos con la puntuación máxima que era de 16.

En la figura 1b. podemos observar que las puntuaciones en el pretest oscilaban entre 1 y 6 respuestas correctas con una media de 2, mientras que en el postest la menor puntuación observada fue de 3 respuestas correctas.

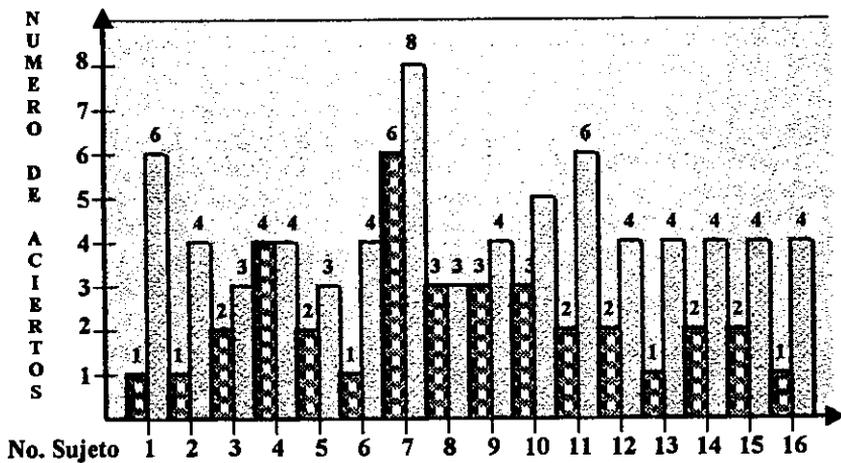


Figura 1b. Frecuencia de respuestas correctas en Pretest y Postest en Solución de Problemas.

 Pretest

 Postest

Con el fin de observar mejor los cambios obtenidos, estos resultados se presentan a continuación en porcentajes de ejecución y la diferencia entre estos porcentajes de pretest a posttest, por sujeto en las tablas y figuras 2 y 3.

GRUPO	SUJETO		OPERACIONES		DIFERENCIAS
	No.	Nombre	Pretest (%)	Posttest (%)	(%)
3° A	1	Susana	18	93	75
3° A	2	Marioli	18	87	69
3° A	3	Ana	75	87	12
3° B	4	Rogelio	62	93	31
3° B	5	Roberto	81	93	12
3° B	6	Rafael	68	87	19
3° B	7	Daniel	68	100	32
3° B	8	Carlos	81	93	12
3° C	9	Rodrigo	56	93	37
3° D	10	Mayra	81	93	12
3° D	11	Erick	68	93	25
3° D	12	Eduardo	81	93	12
3° D	13	Ariadna	50	87	37
3° D	14	José	62	87	25
3° D	15	Jackeline	62	100	38
3° D	16	Kateryne	87	81	-6

$$\bar{X} = 27.6\%$$

**Tabla 2.** Porcentaje de ejecución en las evaluaciones de Pretest y Posttest y la diferencia entre ambas.

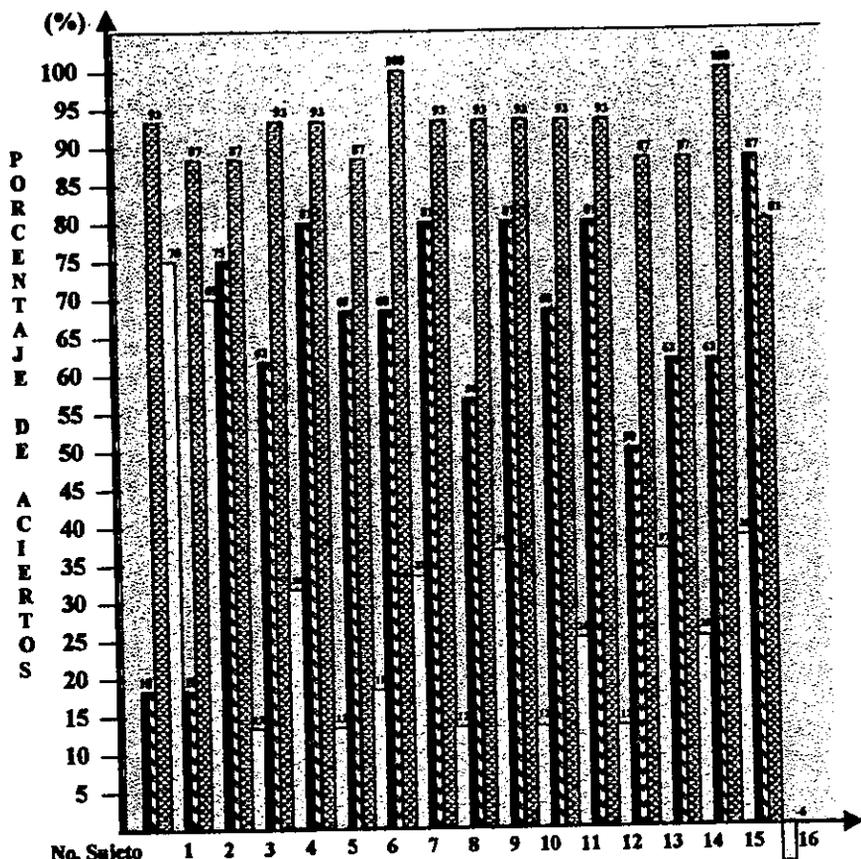


Figura 2. Porcentaje de ejecución en operaciones en las evaluaciones de Pretest y Posttest y la diferencia entre ambas.

Pretest
  Posttest
  Diferencias

En la tabla y la figura 2 podemos observar que los porcentajes de ejecución en la subárea de operaciones oscilaba en el pretest de 18 % a 87 % y en el posttest de 81 % a 100 %, en tanto que la diferencia o incremento medio fue de 27.6 %.

Por otro lado, en la tabla y figura 3 podemos ver que los porcentajes de ejecución en la subárea de solución de los problemas, registran en el pretest como menor puntaje 12 % y como máximo 75 %, mientras que en el postest el puntaje menor obtenido fue de 37 % y el mayor de 100 %, siendo la diferencia o incremento medio de 26.6 % .

GRUPO	SUJETO		PROBLEMAS		DIFERENCIAS
	No	Nombre	Pretest (%)	Postest (%)	(%)
3° A	1	Susana	12	75	63
3° A	2	Marioli	12	50	38
3° A	3	Ana	25	37	12
3° B	4	Rogelio	50	50	0
3° B	5	Roberto	25	37	12
3° B	6	Rafael	12	50	38
3° B	7	Daniel	75	100	25
3° B	8	Carlos	37	37	0
3° C	9	Rodrigo	37	50	13
3° D	10	Mayra	37	62	25
3° D	11	Erick	25	75	50
3° D	12	Eduardo	25	50	25
3° D	13	Ariadna	12	50	38
3° D	14	José	25	50	25
3° D	15	Jackeline	25	50	25
3° D	16	Kateryne	12	50	38

$$\bar{X} = 26.6\%$$

**Tabla 3.** Porcentaje de ejecución en solución de problemas en las evaluaciones de Pretest y Postest y la diferencia entra ambas.

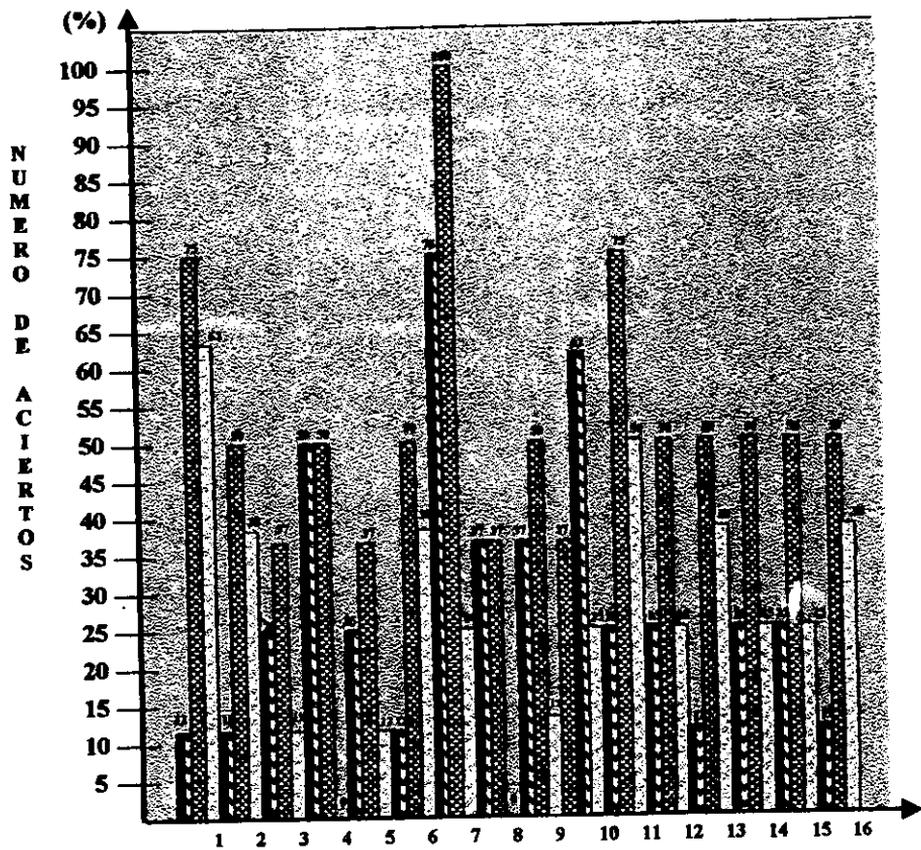


Figura 3. Porcentaje de ejecución en solución de problemas en las evaluaciones de Pretest y Posttest y la diferencia entre ambas.

Pretest
  Posttest
  Diferencias

2º Para realizar el análisis de resultados de los cambios obtenidos en las evaluaciones, se dividieron en 4 categorías que permitieron observar el efecto del programa en cuatro diferentes aspectos: por sujeto, por reactivo (de la subárea de operaciones del IDEA), por operación y por grupo.

Cabe mencionar que la prueba estadística utilizada mide las diferencias considerando únicamente las respuestas en las que hubo cambios del pretest al postest, es decir que pasan de ser correctas a incorrectas y viceversa.

Estos resultados aparecen en las tablas y figuras 4,5,6 y 7.

SUJETO NÚMERO	CAMBIOS		NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
	De + A -	De - A +	
1	0	12	0.001 *
2	0	11	0.001 *
3	1	3	0.30
4	0	5	0.20 *
5	0	2	0.20
6	0	3	0.10
7	0	5	0.020 *
8	1	3	0.30
9	1	7	0.05 *
10	1	3	0.30
11	1	5	0.10
12	0	2	0.20
13	2	8	0.05 *
14	0	4	0.05 *
15	0	6	0.01 *
16	2	1	0.70

**Tabla 4.** Cambios en las respuestas entre Pretest y Postest de correctas a incorrectas y viceversa por sujeto, y nivel de significación del cambio.

\* Cambios que resultan significativos.

En la tabla y figura 4 podemos observar los cambios que se presentaron entre las respuestas de los sujetos del pretest al postest; donde la mayor cantidad de cambios de respuestas correctas a incorrectas fue de 2 en tanto que el número de respuestas que cambió de incorrectas a correctas fue hasta de 12 en uno de los sujetos. Siendo los cambios significativos en 8 de ellos.

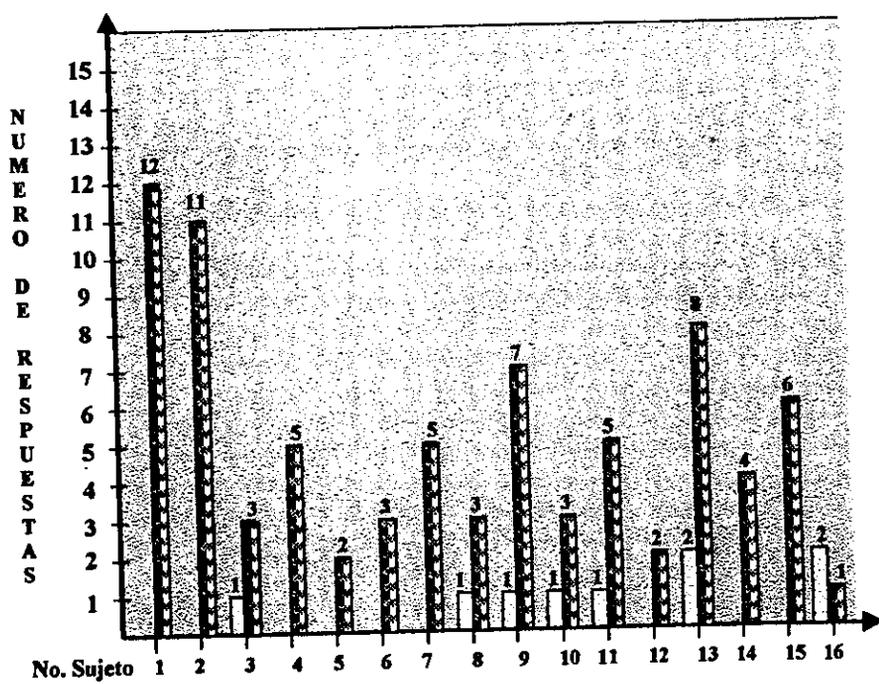


Figura 4. Cambios en las respuestas en Pretest y Postest de correctas a incorrectas y viceversa por sujeto.

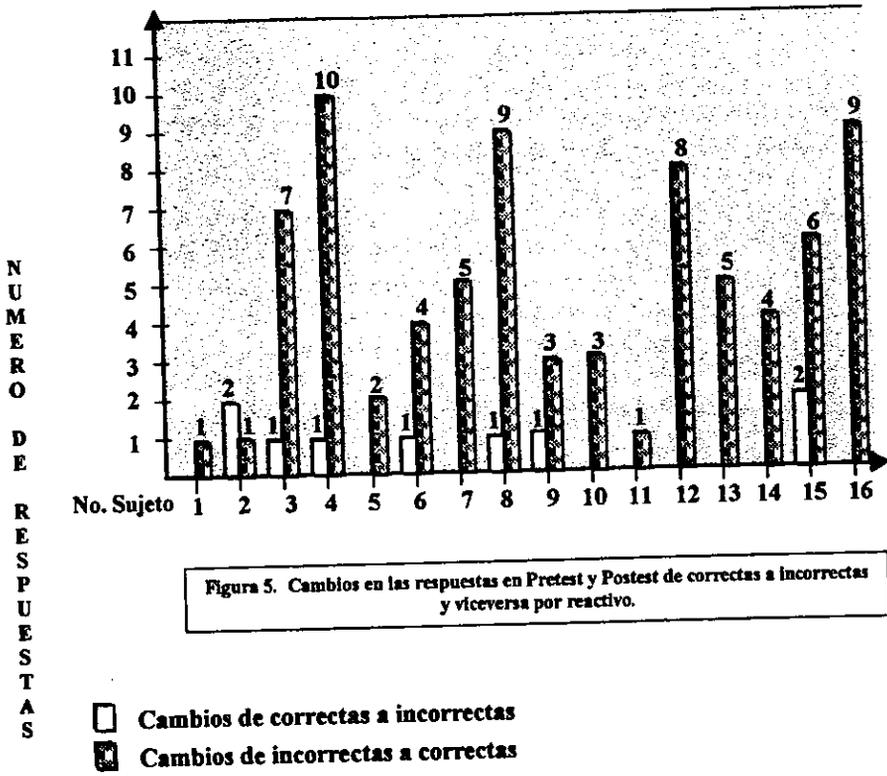
- Cambios de correctas a incorrectas
- Cambios de incorrectas a correctas

En la tabla y figura 5 se puede ver que los cambios en las respuestas a cada reactivo del pretest al postest de correctas a incorrectas solamente se presentaron en 7 de ellos y la diferencia máxima observada fue de 2, en tanto que los reactivos en que el cambio de respuesta incorrecta en el pretest a correcta en el postest se presentó en todos los reactivos con una frecuencia máxima de 10. Resultando el cambio significativo de 9 de los reactivos.

REACTIVO	CAMBIOS		NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
	De + A -	De - A +	
1	0	1	0.30
2	2	1	0.70
3	1	7	0.05 *
4	1	10	0.01 *
5	0	2	0.20
6	1	4	0.20
7	0	5	0.02 *
8	1	9	0.01 *
9	1	3	0.30
10	0	3	0.10
11	0	1	0.30
12	0	8	0.01 *
13	0	5	0.02 *
14	0	4	0.05 *
15	2	8	0.05 *
16	0	9	0.001 *

**Tabla 5.** Cambios en las respuestas entre Pretest y Postest de correctos a incorrectos y viceversa por reactivo y nivel de significación de cambio.

\* Cambios que resultan significativos.



Los resultados del análisis de los cambios en cuanto a las operaciones se muestran en la tabla y figura 6, donde puede observarse que los cambios en las respuestas de correctas a incorrectas del pretest al postest fluctúan en frecuencia de 2 a 3 en cada una de las operaciones, mientras que las respuestas que cambiaron de incorrectas a correctas se mantienen igual en la operación de suma, en tanto que oscilan entre 17 y 41 en las operaciones de resta, multiplicación y división, siendo estos tres últimos cambios significativos.

OPERACION	CAMBIOS		NIVEL DE SIGNIFICACION
	De + a -	De - a +	
SUMA	2	2	0.50
RESTA	2	17	0.001 *
MULTIPLICACION	2	20	0.001 *
DIVISION	3	41	0.001 *

Tabla 6. Cambios en las respuestas entre pretest y Postest de correctas a incorrectas y viceversa por operación.

\* Cambios que resultan significativos

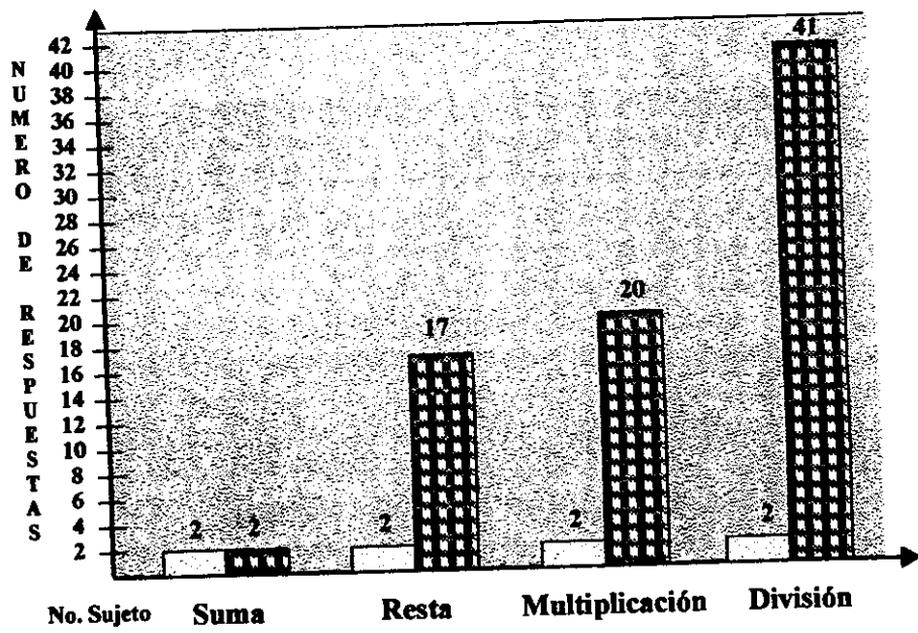


Figura 6. Cambios en las respuestas de Pretest a Postest de correctas a incorrectas y viceversa por operación.

- Cambios de correctas a incorrectas
- Cambios de incorrectas a correctas

En relación al análisis por grupo, en la tabla y figura 7 podemos observar que la frecuencia de respuesta que cambiaron de correctas a incorrectas registran un máximo de 6, mientras que los cambios de incorrectas a correctas muestran un mínimo de 7 y un máximo de 29, siendo importante hacer notar que estas últimas cantidades están en relación al número de sujetos que pertenecían a cada grupo que era diferente en todos los casos, pero el análisis se realizó de manera independiente, resultando ser significativo el cambio en todos los grupos.

GRUPO	No. DE ALUMNOS	CAMBIOS		NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
		DE + A -	DE - A +	
3° A	3	1	26	0.001 *
3° B	5	1	18	0.001 *
3° C	1	1	7	0.05 *
3° D	7	6	29	0.001 *

**Tabla 7.** Cambios en las respuestas entre pretest y Postest de correctas a incorrectas y viceversa por operación.

\* Cambios que resultan significativos

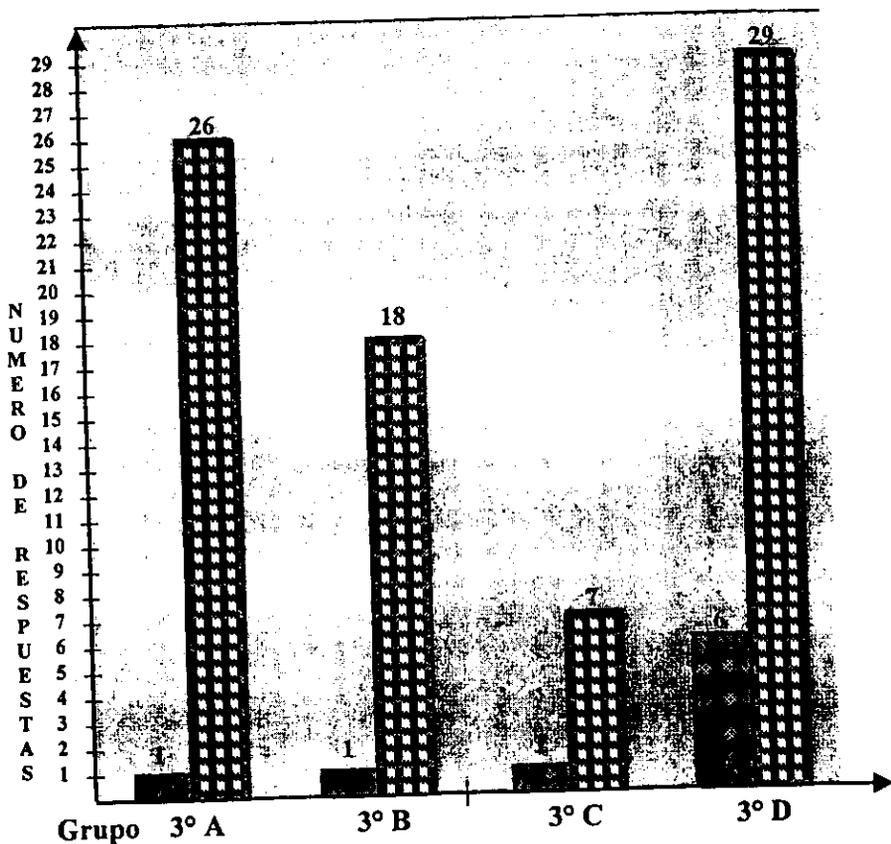


Figura 7. Cambios en las respuestas de Pretest a Postest de correctas a incorrectas y viceversa por grupo.

- ▨ Cambio de correctas a incorrectas
- Cambio de incorrectas a correctas

Por los resultados anteriores se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , la cual es: habrán cambios en la ejecución de los alumnos en el Inventario de Ejecución Académica (IDEA), después de la aplicación del programa. Ya que dichos cambios si se presentaron en todos los aspectos o categorías (por sujeto, por reactivo, por operación y por grupo).

Por otro lado, se muestran también los tipos de errores más frecuentemente presentados por los sujetos tanto en el pretest como en el postest .

No.	TIPO DE ERROR	PRETEST	POSTEST
1	Olvidar "Llevar".	22	7
2	Desconocer el valor del cero en el minuendo.	6	2
3	Restar indistintamente dígito menor de mayor.	3	0
4	Desconocer el procedimiento de llevar en resta.	9	6
5	Manejar inadecuadamente las tablas de multiplicar.	31	9
6	Desconocer el procedimiento para realizar divisiones con residuo.	38	2
7	Realizar operación equivocada.	9	0

**Tabla 8. Tipos de errores más frecuentes presentados por los sujetos en Pretest y Postest.**

En la tabla y figura 8 podemos ver que los errores más frecuentes en el pretest fueron olvidar "llevar", manejar inadecuadamente las tablas de multiplicar y desconocer el procedimiento para realizar divisiones con residuo, teniendo frecuencias de 22, 31 y 38 respectivamente, mientras que los mismos errores en el postest se presentaron con frecuencias de 7, 9 y 2. Así mismo puede verse también que todos los errores disminuyeron y 2 de ellos dejaron de presentarse.

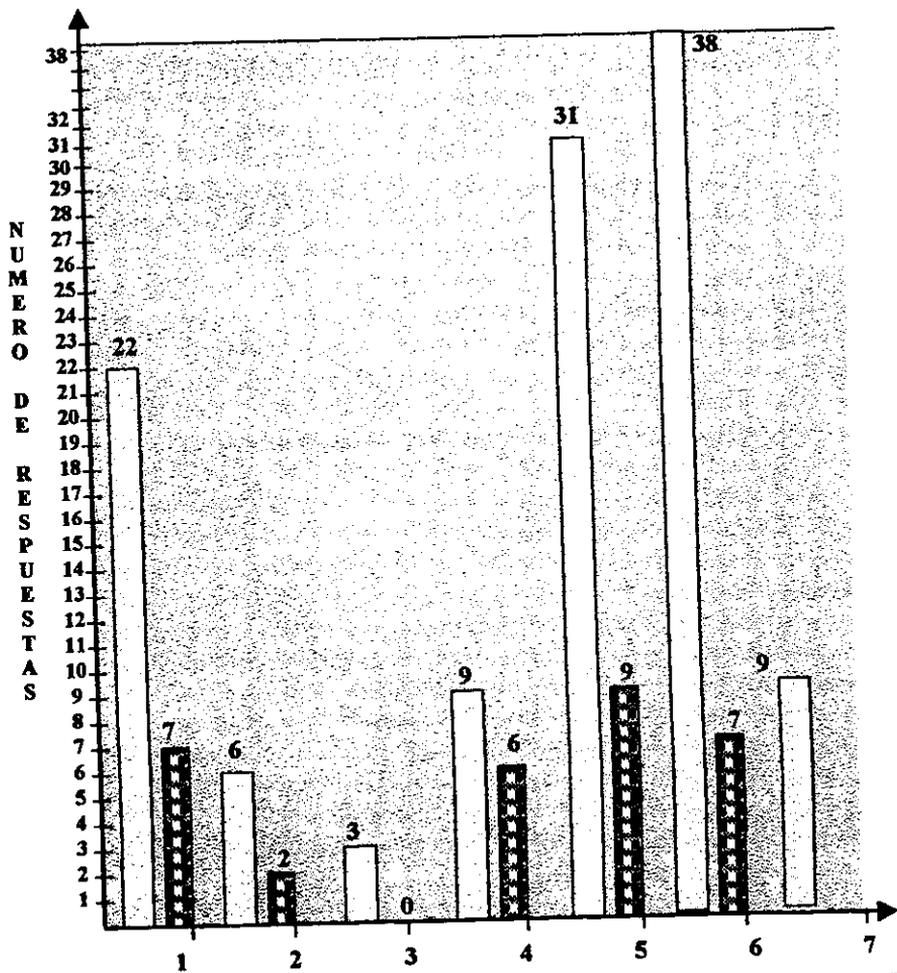


Figura 8. Tipo de errores más frecuentes presentados por los sujetos en Pretest y Posttest.

## DISCUSIÓN

En base al análisis de los resultados obtenidos que se llevó a cabo en cuatro categorías (por sujeto, por reactivo, por operación y por grupo), se procedió a realizar la siguiente discusión.

En los resultados por sujeto, de las evaluaciones de pretest a postest se observaron aumentos en 15 de ellos en la subárea de operaciones que van desde 12% hasta 75% con un incremento  $x$  de 29.8%. Presentándose únicamente un caso en el que hubo una disminución de 6% (sujeto 16). De los casos en los que se presentaron aumentos, 8 de ellos resultaron ser significativos con niveles de significación menores a 0.05. Aceptándose en éstos la  $H^1$ , habiendo cambios significativos en la evaluación del pretest a la del postest, lo cual se esperaba dado que el programa pretendía igualmente reducir la frecuencia de este tipo de errores.

Del mismo modo se presentaron aumentos en 14 de los sujetos en la subárea de solución de problemas que van de un 12% a un 63% con un Incremento  $X$  de 26.6%, mientras que los dos restantes se mantuvieron sin cambios.

Cabe mencionar que algunos de los sujetos de la muestra fueron seleccionados ya que aún sin presentar bajo rendimiento en el área de matemáticas del Inventario de Ejecución Académica (IDEA), durante la evaluación del pretest si cometieron errores típicos, frecuentes en los problemas de aprendizaje, no solamente en la subárea de operaciones sino que en algunos casos (por ejemplo sujeto 16) éstos fueron más notorios en las operaciones de la subárea de solución de problemas. Lo cual explica que se hayan presentado estos incrementos en dicha subárea.

De igual manera estos aumentos se vieron reflejados en la puntuación total de los sujetos en las evaluaciones de pretest y postest en las que presentaron incrementos que van desde un 7% a un 39% con una X de 20.5%.

Ahora bien, en los 7 casos en los que hubo cambio pero éste no fue significativo, atribuimos que se debió a que estos sujetos obtuvieron un mayor número de respuestas correctas en el pretest que se mantuvieron en el postest, por lo que el cambio esperado no podía ser cuantitativamente superior. Pero sin embargo si hubo en ellos una disminución en el número de errores típicos de los problemas de aprendizaje en su ejecución.

En tanto que los casos en los que si se presentaron cambios significativos atribuimos que fue debido a los efectos del programa ya que incluso se presentaron casos (sujetos 1 y 2) en los que el cambio fue muy notorio teniendo incrementos de más del 60%. Además de que la mayoría de ellos en la evaluación del postest realizaba los pasos para la solución de las operaciones que les fueron enseñadas en el programa.

Por otro lado, en el caso del sujeto 6, el cual mostró disminución en su ejecución en la subárea de operaciones en la evaluación del postest se debió a que tenía un manejo deficiente de las tablas de multiplicar y no comprendió bien el proceso de llevar en las operaciones de resta. Sin embargo, este sujeto fue uno de los seleccionados para participar en la aplicación del programa por presentar errores típicos en las operaciones de la subárea de solución de problemas en la evaluación del pretest, viéndose eliminados éstos en la evaluación de postest en la cual mostró un incremento en su puntuación.

En cuanto a los resultados por reactivo, se presentó un mayor número de respuestas correctas en el postest con relación al pretest en 15 de ellos. Siendo significativos el cambio en 9 de los 16 reactivos.

Los reactivos en los que los cambios no fueron significativos se observó que en la evaluación de pretest habían sido contestados correctamente por la mayoría de los sujetos por lo que no podía darse un gran cambio.

En tanto que los reactivos en los que el cambio fue significativo resultan notables los reactivos 12 y 15 en los que ningún sujeto cambió de tenerla correcta en el pretest a incorrecta en el postest, mientras que 8 y 9 sujetos respectivamente, la tuvieron correcta en el postest después de haberla tenido incorrecta en el pretest.

Los reactivos en los que hubieron más cambios fueron principalmente los de las operaciones de resta, multiplicación y división, por los que los cambios en cuanto a operaciones resultaron ser significativos en éstas, no siendo así en la suma.

Cabe mencionar, que no todos los sujetos participaron en todas las partes del programa, es decir, en todas las operaciones ya que no todas presentaban las mismas dificultades en todas las operaciones basándonos para la distribución en los errores que cometieron en la evaluación del pretest.

En la operación de suma únicamente participaron 4 de los sujetos, en tanto que en las demás operaciones participó la mayoría de ellos. Por lo que atribuimos al reducido número de sujetos que participaron en la operación de suma el que no haya habido cambios significativos en la misma, así como que los que no participaron en esta la parte correspondiente a suma, no habían tenido errores en estas operaciones en el pretest, por lo que tampoco podía esperarse un cambio mayor.

Por otro lado, en el análisis de resultados por grupo, se pretendía observar si las diferencias podrían atribuirse a las particularidades en la enseñanza de las diferentes profesoras de grupo, pero los resultados indican que hubo cambios significativos en todos los grupos, por lo cual no puede considerarse cierto lo anterior, por lo que el cambio nuevamente se atribuye a los efectos del programa.

De acuerdo con investigaciones previas se comprobó que los errores más usuales en los niños con problemas de aprendizaje en matemáticas son: operación equivocada, error de cálculo obvio, algoritmo defectivo y respuesta al azar (Hughes, 1994).

En tanto que los errores más comunes en las operaciones de suma, resta, multiplicación y división de acuerdo con Macotella y cols., 1996, son más específicamente: no conservar el lugar de la columna, olvida "llevar", olvida

sumar números en la columna, sumar columnas en forma independiente, desconocer el valor del cero en el minuendo, restar indistintamente menor de mayor, desconocer el procedimiento para multiplicar, manejar inadecuadamente las tablas de multiplicar, desconocer el procedimiento de división y colocar incompletos los resultados parciales.

De los cuales en la presente investigación, los que se presentaron con mayor frecuencia fueron: manejar inadecuadamente las tablas de multiplicar, olvidar llevar, desconocer el valor del cero en el minuendo, desconocer el procedimiento de la división, realizar operación equivocada, restar indistintamente y se presentó en varios de los sujetos un error que consiste en desconocer el procedimiento de llevar el cual se encontró en las operaciones de resta.

La frecuencia de los errores mencionados anteriormente se vió disminuida en la prueba de postest del Inventario de Ejecución Académica (IDEA).

Así mismo se encontró que los sujetos presentaban dificultades en lectura, que fueron detectados durante la aplicación del programa ya que al ser ésta de tipo individual nos pudimos percatar que al dificultarse la lectura de las instrucciones que aparecían escritas en las pantallas, afectaba su comprensión, ya que esto es algo que corrobora los resultados encontrados en investigaciones anteriores (Hughes et al., 1994).

Respecto a la disminución de los errores, esto indica que la aplicación del programa en la muestra contribuyó a la disminución de los mismos en la ejecución de los sujetos.

Esta eficiencia del programa puede atribuirse a diversos elementos que lo conforman como son: el enfoque teórico en el cual está basada y a las herramientas utilizadas, para su diseño y aplicación.

De la tecnología de modificación de conducta que ha sido ampliamente utilizada en el manejo de niños con problemas de aprendizaje la cual ha tenido buenos resultados ( Osman, 1988; Suárez, 1995; Vargas, 1995; León y Alvarez, 1990). En esta investigación se consideraron algunos principios que formaron parte del proceso de instrucción como: modelamiento de respuestas apropiadas, distribución de los ejercicios a través del tiempo, medir, evaluar continuamente intervenciones y resultados y la utilización del reforzamiento

(Smith, 1994). Los cuales se integraron con algunos otros del enfoque cognoscitivo como la retroalimentación, la presentación de la información por medio de pantallas con un lenguaje claro y concreto acorde a su capacidad de memoria y atención, es decir, no saturando las mismas, así como el empleo de pistas para dirigir la atención como fueron flechas, caracteres especiales (mayúsculas, negritas y subrayados) para señalar información clave y enfatizar lo importante que se utilizaron con la intención de dirigir y estimular el aprendizaje (Aguilar y Díaz Barriga, 1991).

Aunado a la integración de los anteriores principios representativos de los enfoques empleados se utilizó la autoinstrucción que es una estrategia metacognitiva que hace énfasis en la toma de conciencia y regulación de los propios procesos cognitivos del aprendizaje (Suárez, 1995) ya que se ha subrayado en investigaciones anteriores (Sutherland, 1993) que los alumnos con dificultades específicas en el aprendizaje tiene problemas en el procesamiento de la información y que particularmente pueden carecer o tener muy poco desarrollada la habilidad metacognitiva, por lo cual se pretendía desarrollar en los alumnos un sentido de independencia en el aprendizaje.

El modelo de autoinstrucción que se siguió en el programa se basó en las secuencias de adiestramiento de Meichenbaum que va del modelamiento en voz alta por parte del instructor para la realización de la tarea, como primer paso hasta la realización de la tarea por parte de los alumnos utilizando un lenguaje interno. El cual es un modelo en el que se pueden apreciar influencia tanto conductista como cognitivo.

Con este tipo de entrenamiento autoinstruccional los estudiantes aprenden a medir su conducta con un lenguaje interior apropiado.

Este aprendizaje se vió reflejado en los sujetos que intervinieron en la investigación ya que durante la evaluación del postest varios de ellos siguieron manifestando la secuencia autoinstruccional que aprendieron durante el programa en el cual se incluían los pasos del algoritmo correspondiente a cada operación de los cuales tenían que realizarse por escrito, por lo cual se hacían evidentes al realizar las operaciones de esta manera.

Las técnicas y principios empleados en el programa se complementaron con la utilización de la computadora como herramienta con lo que se pretendía potencializar los beneficios del programa lo que se hizo evidente en los resultados obtenidos y además repercutió en el aspecto motivacional.

El programa fue diseñado con los principios de un programa tutorial es decir que es de tipo didáctico con el que se pretende hacer aprender algo a quien lo utiliza y en los que de algún modo el software toma el lugar del profesor, este programa está diseñado para funcionar así pero sin embargo para esta investigación se utilizó además la técnica de autoinstrucción, lo cual nos permitía tener un contacto más directo con los sujetos y supervisar la comprensión y avances del mismo.

A pesar de que no se agotaron todas las posibilidades ofrecidas por esta tecnología pues no fueron utilizados recursos de multimedia, los beneficios aportados por esta herramienta van desde que el sujeto podía avanzar a su propio ritmo, recibir retroalimentación inmediata de acuerdo a su respuesta con el señalamiento del posible error cometido hasta el poder conocer su puntuación obtenida en las diferentes evaluaciones de pre y postest contenidas en el programa.

Además como anteriormente se mencionó el factor motivacional se vió manifestado en las reacciones y actitudes positivas de los sujetos desde el momento de ser informados de que el programa en el que participaron sería por computadora y sus comentarios realizados durante y al final del programa.

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

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos concluimos que sí hubo cambios en la ejecución de los alumnos en el área de matemáticas del Inventario de Ejecución Académica como resultado de la aplicación del Programa Tutorial por computadora. Por lo que se rechaza la  $H_0$ . (no habrán cambios en la ejecución en el inventario de ejecución académica de los alumnos). Y se acepta la  $H^1$ (habrán cambios en la ejecución de los alumnos en el Inventario de Ejecución Académica después de la aplicación del programa).

Lo anterior se reflejó en el aumento que presentaron en sus puntuaciones los sujetos en la evaluación de postest en el área de matemáticas del Inventario de Ejecución Académica, así como en la disminución de errores en la solución de las operaciones básicas. Pese a que el programa únicamente se enfocaba a la solución de operaciones, también se dió una generalización en la subárea de solución de problemas del IDEA, al haber aumentado su puntuación en la misma.

Por otro lado, la estrategia de autoinstrucción empleada en el programa resultó efectiva dado que los sujetos continuaron manifestando las secuencias aprendidas durante el programa en la evaluación de postest.

Así mismo el uso de la computadora además de aumentar la eficiencia del programa por la facilitación en la presentación de la información, de la retroalimentación y de los resultados, influyó de manera notable en la motivación de los sujetos, la cual se vió en las actitudes y comentarios positivos de los mismos durante todas las etapas del programa.

El programa incluyó diferentes aspectos como son, las características de un programa tutorial por computadora, la utilización de la estrategia de autoinstrucción y un diseño enfocado al tratamiento de niños con problemas de aprendizaje en matemáticas, todo lo cual se integró para su elaboración e influyó para mejorar los resultados que obtuvieron los sujetos.

## SUGERENCIAS

Para estudios posteriores que se deseen realizar respecto al tema, se sugiere.

Primero explorar otras alternativas en software ya que a pesar de que el Authorware, que fue la herramienta utilizada en este caso resulta de mucha utilidad y de fácil manejo, presenta ciertas limitaciones que no permiten explotar al máximo los recursos disponibles para la elaboración de este tipo de programas. Así mismo se sugiere hacer uso de herramientas de multimedia que enriquecerían el atractivo del programa.

Por otra parte se considera conveniente variar la presentación de la información en la pantalla de manera que no sea uniforme y llegue a resultar monótona e incluir más elementos que favorezcan que la atención por parte de los sujetos se mantenga.

También se sugiere probar otras formas de entrada de respuesta que no sean de opción múltiple, para evitar inducir las respuestas.

Así mismo sería conveniente presentar un menor número de ejercicios o reducir el tiempo de las sesiones en los programas cuando los sujetos con quienes se aplique sean pequeños.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. y Díaz-Barriga, F. (1991). Teorías del aprendizaje en el diseño de programas instruccionales Apoyados por computadora. México: Publicaciones Facultad de Psicología U.N.A.M.
- Ashman, A. Y Conway, R. (1989). Estrategias cognitivas en educación especial. Madrid: Santillana.
- Calderón, E. (1988). Computadoras en la educación. México: Trillas.
- Collis, B. (1990). La Computadora como fuente de nuevas situaciones educativas. Perspectivas, 20. ( 2 ), 195-209.
- Cruz, E. (1990). Algunas consideraciones sobre el diseño de programas de instrucción asistida por computadora y su impacto en la educación. Tesina, Facultad de Psicología. U.N.A.M.
- Duarte, A. Y Baer, D. (1994). The effects of self-instruction on preschool children's sorting of generalized in common tasks. Journal of Experimental Child Psychology, 57 , 1-25.
- Dugas, M. Guillarme, J. y Hasaerts (1972).. Trastornos del aprendizaje del cálculo. España: Fontanella.
- Dufoyer, P. (1991). Informática, educación y psicología del niño. España: Herder.
- Fernández, F. (1979). Niños con dificultades para las matemáticas. Madrid: CEPE
- Galvis, A. (1992). Ingeniería de software educativo. Colombia: Ediciones Uniandes.
- Gearheart, B. (1987). Incapacidad para el aprendizaje. México: El Manual Moderno.
- Giordano, L. (1976). Discalculia escolar. Buenos Aires: : IAR.

- Goldman, S y Pellegrino, J. (1987). Information processing and educational microcomputer technology: Where do we go from here?. Journal of Learning Disabilities. 20 (3). 144-153.
- Gómez, V. (1989). Educación informática y educación informatizada. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. 19 (1) 35-63.
- Graham, L. y Wong, B. (1993). Comparing two modes of teaching a question answering strategy for enhancing reading comprehension: Didactic and self instructional training. Journal of Learning Disabilities. 26. (4). 270-279.
- Gros, B. (1987). Aprender mediante el ordenador, posibilidades pedagógicas de la informática en la escuela. Barcelona:. PPU. Biblioteca Universitaria de Pedagogía.
- Hernández, G. (1997). El Enfoque cognitivo: Descripción e implicaciones educativas. México: Publicaciones Facultad de Psicología U.N.A.M.
- Jones, K., Torgesen, J. y Sexton, M. (1987) Using computer guided practice to increase decoding fluency in learning disabled children: A study using the hing and hunt I program. Journal of Learning Disabilities. 20, (2). 122-128.
- Koscinski, S. y Gast, D. (1993). Computer assisted instruction with constant time delay to teach multiplication facts to student with learning Disabilities. Learning Disabilities Research and Practice. 8 (3). 157-168.
- León C. y Alvarez, V. (1990). Evaluación y entrenamiento correctivo y análisis de errores de conducta aritmética en niños de primaria. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología U.N.A.M.
- López, A. (1994). Computación para niños de primaria. Una propuesta curricular para México. Publicación de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Luria, R. (1980). Introducción evolucionista a la psicología. España: Fontanella.

- Macotela, S. (1989). Problemas de Aprendizaje. México: Publicaciones Facultad de Psicología U.N.A.M.
- Macotela, S., Bermúdez, P. Castañeda, I., (1996). Manual de Aplicación del Inventario de Ejecución Académica.
- Martínez, R. (1986). Evaluación, tratamiento y análisis de conducta aritmética en niños con dificultades en el aprendizaje. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología U.N.A.M.
- Meichenbaum, D. (1988). Manual de inoculación de estrés. México: Roca.
- Mercer, C. (1991). Dificultades en el aprendizaje. Tomos I y II. España: CEAC, S.A.
- Myers, P. Y Hammill, D. (1983). Métodos para educar al niño con dificultades en el aprendizaje. México: Limusa.
- Radlow, J. (1987). Informática y las computadoras en la sociedad. México: McGraw-Hill.
- Robinson, S., DePascale, C., y Roberts, F. (1989). Computer-delivered feedback in group-based instruction: effects for learning disabilities focus. Journal of Learning Disabilities. 5 (1). 28-35.
- Sewell, D., y Rotheray, D. (1987). Las aplicaciones de la Computadora en la Enseñanza. Perspectivas. 17 (3). 409-417.
- Siegel, S. y Castellan, j. (1998). Estadística no paramétrica. Aplicada a las Ciencias de la conducta. (2ª. Ed). México: Trillas.
- Smith, C. (1994). Learning Disabilities. Estados Unidos: Allyn and Bacon.

-Solís Cámara, P. Y Solís Cámara R. (1987). Efectos a Largo Plazo en la Modificación de la Impulsividad: su Relevancia para la comprensión de Estilos. Revista Interamericana de Psicología. 21. (1). 41-55.

-Solomón, C. (1987). Entornos de aprendizaje con ordenadores. Una reflexión sobre las teorías del aprendizaje y la educación. España: Paidós.

-Suárez, A. (1995). Dificultades en el aprendizaje. Un modelo de diagnóstico e intervención. España: Santillana.

-Summa, D. y Kelly, S. (1989). What's new in software? Computer software for gifted education. Journal of Reading, Writing and Learning Disabilities International. 5. 293-296.

-Sutherland, P. (1993). A cognitive developmental study of the ability to add and subtract of children with learning difficulties in maths. Early Child Developmental and Care. 95. 41.48.

-Trifiletti, Frith y Armstrong (1984). Learning Disabilities Quarterly. ( 7 ). 69-76.

-Vargas, E. (1995). Elaboración de un programa de tratamiento para alumnos de 1er. a 3er. grado de primaria que presentan dificultades en la solución de las 4 operaciones básicas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología U.N. A.M.

-Waldron, A. Y Shapire, G. (1992). Perceptual and academic patterns of learning disabled/gifted students. Perceptual and Motor Skills. 74 (2). 599-609.

-Wood Rosenberg, M. Y Carran, D. (1993). The effects of tape recorded self-instruction cues on the mathematics performance of students with learning disabilities. Journal of Learning Disabilities. 26. (4) 250-258.