

Te
UVE
EDU
A26d
1988

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Educación

LA ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES LINEALES,
UNA PROPUESTA EXPERIMENTAL

ELVIA AGRAZAL DE DE LOS RIOS

Guatemala

1988

LA ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES LINEALES,
UNA PROPUESTA EXPERIMENTAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Educación

LA ENSEÑANZA DE LAS ECUACIONES LINEALES,

UNA PROPUESTA EXPERIMENTAL

ELVIA AGRAZAL DE DE LOS RÍOS

Trabajo de investigación presentado para optar al grado
académico de Maestría en Medición, Evaluación e
Investigación Educativas

Guatemala

1988

Vo. Bo. :

(f)



Licenciado Bayardo A. Mejía
Asesor

Fecha de aprobación: 24 de octubre de 1988

"Defender los métodos de enseñanza tradicionales representa hoy día un combate de retaguardia; una resistencia absurda destinada al fracaso; es confesar que uno es incapaz de adaptarse al ritmo vertiginoso de nuestra época, puesto que en este mundo que acelera su marcha, las viejas estructuras caducan y las costumbres tradicionales son trastocadas"

Philippe Greffet.

Dedico con amor y cariño este
trabajo A:

Mi esposo Robi por su apoyo y
comprensión.

Mis hijos Isis, Iris, Iliana
e Iván Roberto.

Mis padres Corina y Enrique
Agrazal.

Mi hermano Máximo.

AGRADECIMIENTO

En la realización de este trabajo de Investigación debo dejar constancia de mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas:

Al Profesor Julio A. Vallarino, Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Panamá, quien facilitó mi asistencia a esta maestría, por su interés en la superación de los docentes.

Al Profesor José Fernández, Director del Departamento de Matemática de la Universidad de Panamá, por su apoyo desinteresado.

Al Profesor Wenceslao R. De Los Ríos, por su comprensión, apoyo y quien cuidó de nuestros cuatro hijos.

Al Profesor Bayardo Mejía, asesor de esta tesis, quien motivó y orientó esta investigación.

Al Doctor Otto E. Gilbert A., Director del Programa Internacional de Maestría, por haberme brindado la oportunidad de asistir a la Maestría, así como por sus sabias observaciones.

A los profesores de la Maestría, especialmente a Juan Alberto Martínez, Romeo A. Ruano, Alfonso Fuentes y Harriet de Dougherty, por coadyuvar a mi formación profesional.

A la profesora María Eugenia Ramírez, por su valiosa cooperación.

A la Profesora Ileana Porta España, Directora del Instituto Normal para Señoritas Belén, quien autorizó la realización de este experimento.

A las Profesoras Noemí Ordóñez de Comparicini y Elida P. Barrios, quienes colaboraron en la fase experimental.

A mi compañera María de Lourdes de Ferrer, quien con su amistad atenuó la nostalgia de estar lejos de mi familia y de mi patria.

A las alumnas del Tercero básico del Instituto Normal de Señoritas Belén, por su participación en este trabajo.

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCION	1
A. Antecedentes	2
B. Características actuales del problema	3
C. Justificación	3
D. Objetivos	5
II. FUNDAMENTACION TEORICA	7
A. Aprendizaje	7
1. Contribución de pedagogos y psicólogos	7
a. Las contribuciones de Piaget	8
b. Las contribuciones de Gagné	10
c. Las contribuciones de Skinner	11
B. Enseñanza	13
1. Contribuciones de pedagogos y psicólogos	13
a. Las contribuciones de Skinner	13
b. Las contribuciones de Mosel	14
c. Las contribuciones de Rogers	14
d. Aprendizaje por descubrimiento	16
C. Actividades de enseñanza-aprendizaje	16
1. Dinámica de grupo	17
2. El estudio dirigido	17

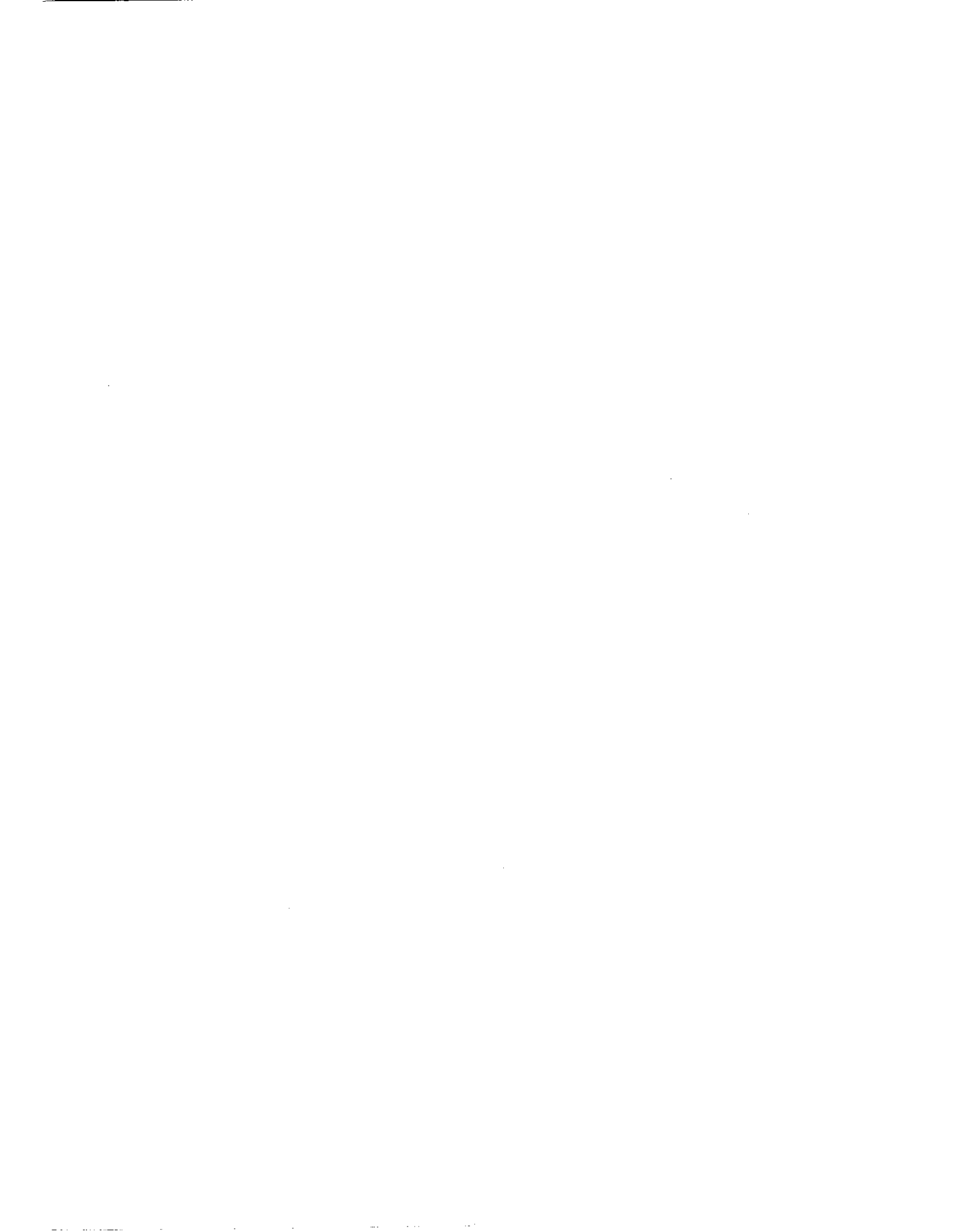
	Páginas
D. Desarrollo de la actitud científica	17
1. La orientación hacia la solución de problemas	18
2. La biblioteca como recurso de la enseñanza-aprendizaje	19
E. Metodología de la enseñanza	19
1. Clasificación general de los métodos de enseñanza	20
2. Técnicas de enseñanza	22
a. Técnica expositiva	23
b. Discusión en pequeños grupos	23
c. Diálogos simultáneos	24
3. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática	24
4. Valor y fines de la enseñanza de la matemática	26
a. Valor formativo de la matemática	26
b. Valor instrumental de la enseñanza de la matemática	29
c. Valor práctico para el individuo	29
F. Metodología de la enseñanza de la matemática	29
1. Métodos lógicos	30
2. Métodos didácticos	31
a. La didáctica fundada en la psicología de Piaget	32
b. El método heurístico	33

	Páginas
c. El método de laboratorio	36
d. El método de proyectos	36
3. Técnicas de la enseñanza-aprendizaje	38
a. Técnica expositiva	38
b. Técnica de resolución de problemas	39
c. Técnica de la demostración	39
d. Técnica de Fehr	40
G. La enseñanza del álgebra	41
H. La evaluación del aprendizaje de la matemática	43
I. Habilidad numérica	47
1. Confiabilidad	47
2. Validez	48
J. Investigaciones realizadas	48
III. METODOLOGIA	55
A. Problema	55
B. Hipótesis	55
C. Definición de variables	56
D. Diseño de la investigación	57
E. Paradigma	57
F. Población y muestra	58
G. Instrumentos	59
H. Procedimiento	61

	Páginas
IV. RESULTADOS	67
A. Estadísticas descriptivas	67
B. Estadística inferencial	69
V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	71
A. Conclusiones	72
B. Recomendaciones	73
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
ANEXOS	
A. Tabla de especificaciones para la prueba inicial	77
B. Prueba inicial	79
C. Tabla de especificaciones para la prueba final	85
D. Prueba final	87

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Páginas
4.1	Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en el test de habilidad numérica para las alumnas de tercero básico en los dos grupos.	67
4.2	Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en la prueba inicial por las alumnas de tercero básico en ambos grupos.	68
4.3	Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en la prueba final por las alumnas de tercero básico en los dos grupos.	69
4.4	Estadísticas inferenciales correspondientes a los puntajes obtenidos en los test de habilidad numérica, prueba inicial y prueba final, por las alumnas de tercero básico en ambos grupos.	70



RESUMEN

El proceso de la enseñanza-aprendizaje de la matemática es motivo de preocupación debido a múltiples factores tales como: frustración de los estudiantes hacia la matemática, dando como resultado insatisfacción por parte de los profesores de matemática al dar sus clases, métodos rígidos que no permiten que todos los estudiantes puedan aprender; por ésto y por mucho más es necesario que los docentes le den la importancia que tiene a los métodos de enseñanza con la idea de obtener mejores resultados en el trabajo docente.

Se presenta un marco teórico en el cual se analiza el proceso de enseñanza-aprendizaje, en particular el de la metodología de la enseñanza-aprendizaje.

El objetivo de este estudio fue el de experimentar una alternativa metodológica que promueva más aprendizaje de la matemática en los estudiantes. Para ésto se trabajó con dos grupos de alumnas del tercer año básico del Instituto para Señoritas Belén, un grupo control y un grupo experimental. Al grupo control se le aplicó el método de enseñanza tradicional y al grupo experimental el método propuesto en esta investigación, el cual está constituido por los siguientes pasos:

1. Información del contenido

2. Discusión de la información entre los estudiantes y el profesor.
3. Problemas para resolver en el aula y fuera de ella.
4. Evaluación constante por el docente.

Al iniciar esta investigación se le aplicó a ambos grupos un test de Habilidad Numérica para conocer su capacidad de razonamiento y la realización de operaciones ya que ésta variable podía influir en el resultado de este experimento. También se le aplicó a ambos grupos, una prueba inicial que investigó si tenían o no los conocimientos necesarios para iniciar este experimento.

En estas dos pruebas se utilizó el estadístico Z, encontrándose que no existe diferencia estadísticamente significativa a nivel de $p_{\alpha} = 0.05$ entre la media del grupo experimental y la media del grupo control. Al final del experimento se le aplicó a ambos grupos la misma prueba final, y el grupo experimental obtuvo una media mayor, significativa a nivel de $p_{\alpha} = 0.05$.

Con lo cual la hipótesis experimental planteada en el estudio fue aceptada.

I. INTRODUCCION

En este capítulo se presenta el panorama general en el que se encuentra enmarcada esta investigación. Se dan los antecedentes, características actuales del problema en cuestión, la justificación y los objetivos de ésta.

En la actualidad son pocos los profesores de matemática que se encuentran satisfechos del modo como transcurre su enseñanza. Son muchos los jóvenes que sienten antipatía por la matemática, muchos los que encuentran dificultades en las cuestiones más sencillas, algunos nunca logran comprender el significado real de los conceptos matemáticos, y por qué deben aprenderlo. De allí que muchos se convierten en técnicos al manejar complicados conjuntos de símbolos y números y no logran adquirir el razonamiento lógico necesario al enseñar matemática. Por eso es muy común la gran frustración de los jóvenes al estudiar matemática. Ellos simplemente se esfuerzan en "pasar un examen", y después viene el olvido, pues consideran a la matemática como una disciplina para "genios", llena de dificultades y de obstáculos. Hay que reconocer que algunos profesores, muy pocos por cierto, le han dado entusiasmo y "vida" a la matemática de tal manera que la hacen atractiva y menos difícil.

Algunos métodos que se emplean para el aprendizaje de la matemática no toman en cuenta un factor muy importante, el de las diferencias individuales, ya que hay distintas formas de aprender una misma parte de la matemática.

De ésto se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los métodos que tienen más posibilidades de llegar a un mayor número de estudiantes de matemática para que éstos aprendan?

Para dar respuesta a esta pregunta serán necesarias numerosas experiencias e investigaciones sobre métodos de enseñanza. Probablemente se deberá eliminar completamente el método tradicional de enseñanza donde el profesor es el que todo lo sabe, y sustituirlo por el aprendizaje individual, o en pequeños grupos, a partir de guías con instrucciones escritas donde el profesor sea orientador y consejero.

A. Antecedentes

Los estudios e investigaciones realizados en relación a los métodos de enseñanza, conducen a considerar la posibilidad de utilizar un método científico para dirigir el aprendizaje, ya que el aprendizaje no es simplemente un fenómeno que se dé en forma inexplicable, sino que acontece dentro de ciertas consideraciones observables, condiciones que pueden ser controladas y alteradas.

Existe un buen número de estudios sobre la modernización del contenido de los programas y las experiencias realizadas en materia de nuevos enfoques de la enseñanza de las ciencias y de la matemática. Los que se refieren a las escuelas secundarias incluyen los que pertenecen a las siguientes instituciones: Comité de la Escuela de Matemáticas de la Universidad de Illinois, Grupo de Estudio de la Escuela de Matemáticas (Universidad de Yale), Proyecto de Matemáticas de la Universidad de Maryland, Comisión de Matemáticas (Nueva York).

B. Características actuales del problema

Actualmente el método de enseñanza más utilizado por los profesores de matemática es el método de clase magistral, en la que el profesor actúa como autoridad de la información. Este método de enseñanza no permite una auténtica comprensión de la matemática. El problema radica en el profesor o en el proceso de transmisión o en la asimilación por parte del estudiante, o quizás en el propio método que no resulta apropiado para la transmisión de la información de la matemática.

No se puede afirmar que sea por la calidad del profesor que este método no funcione como se espera, ya que es imposible pensar que la ineptitud del profesor sea la causa de la poca comprensión de la matemática.

Muchos profesores de matemática buscan nuevas alternativas que les permita provocar en el estudiante entusiasmo e interés por el estudio de la matemática. Ellos intentan nuevos métodos de enseñanza tales como: el método vivencial-activo, donde se trata de llevar la realidad a algunos contenidos matemáticos, el método de enseñanza individualizada con motivación por parte del profesor, el método experimental donde se pretende aumentar el rendimiento académico de la matemática, especialmente en la resolución de ecuaciones lineales, con la participación activa del estudiante y con la guía y orientación del profesor. Este método como una alternativa para el profesor es el que se experimentó en este trabajo de investigación.

C. Justificación

La problemática de la Enseñanza de la Matemática ha sido un tema im

portante no sólo en el sector educativo sino en otros sectores tales como: industria, comercio, agricultura, etc.

En los países en vías de desarrollo, por la problemática que se tiene, se requiere un hombre integral y productivo, por lo tanto es necesario que sus sistemas educativos le permitan a los estudiantes desarrollar sus potencialidades para que redunde en beneficio individual y de la sociedad donde se desenvuelve.

Actualmente los estudiantes de matemática muestran serias dificultades en resolver problemas y de ahí que su rendimiento no es del todo satisfactorio.

Se podría mencionar muchos factores que pueden incidir en esta situación tales como: Sistema Educativo ineficiente; Programas de Estudio que no se adaptan a las necesidades de los estudiantes; Personal Docente no capacitado; Métodos de Enseñanza inadecuados; Aulas de clase con grupos numerosos; poco tiempo para dar clase de matemática; nivel económico muy bajo que no permite comprar libros; y biblioteca con pocos textos de matemática.

Pero de todos estos factores, los métodos empleados por los profesores en la enseñanza de la matemática son el interés de este estudio ya que se señala que algunos métodos de enseñanza no producen óptimos aprendizajes, sobre todo al trabajar con grupos numerosos. Esta afirmación habrá que investigarla.

Además, es importante conocer cómo se podría aumentar la habilidad para resolver problemas de matemática en grupos numerosos de estudiantes

del sexo femenino, ya que algunos estudios señalan que ésta es una limitante que impide que los estudiantes aprovechen al máximo su clase de matemática.

Por todo ésto, se propone un método experimental con grupos numerosos de estudiantes del sexo femenino en una escuela pública de escasos recursos económicos, con el propósito que aumenten su habilidad para resolver problemas con ecuaciones lineales, y su rendimiento en matemática.

La investigación que se realizó consistió en comparar el método expositivo y el método experimental con dos grupos numerosos de alumnas, uno como control y el otro como experimental con el objetivo de conocer en cuál de los dos se produce mayor habilidad para resolver problemas con ecuaciones lineales.

D. Objetivos

Esta investigación pretende lograr los objetivos siguientes:

1. Diseñar un método experimental para la enseñanza de la matemática en el ciclo básico en las escuelas públicas de Guatemala.
2. Someter a prueba experimental este método en una escuela pública con grupos numerosos de estudiantes del sexo femenino.
3. Comparar el método experimental propuesto y el método expositivo.
4. Que los profesores puedan utilizar este nuevo método para la enseñanza de la matemática en grupos numerosos de alumnas, en caso que resulte más eficiente.

II. FUNDAMENTACION TEORICA

En este capítulo se presenta el marco conceptual y referencial en el que se basa esta investigación.

A. Aprendizaje

El aprendizaje se define como una modificación relativamente permanente en la disposición o en la capacidad del hombre, ocurrida como resultado de su actividad y que no puede atribuirse simplemente al proceso de crecimiento y maduración o a otras causas tales como enfermedad o mutaciones genéticas.

Al respecto, Nordberg, Bradfield y Odell (1970: 13), dicen que:

"El aprendizaje es un proceso científico, y el qué y el cómo aprenden los adolescentes en las escuelas secundarias obedece a tal carácter. El estudiante no adquiere rasgo, destreza o concepto alguno, sino lo que es capaz de adquirir. Un alumno es activo de acuerdo con el estímulo, aprende a través de la actividad y no de otra manera, percibe como significativo sólo lo que es importante y pleno de sentido para él, y responde lo que percibe y lo recuerda".

La comprensión de la naturaleza de los procesos del aprendizaje permitirá al profesor adaptar su acción, y por lo tanto sus clases, a la realidad psicológica.

1. Contribución de pedagogos y psicólogos

A continuación se presenta más detalladamente el proceso de aprendizaje, desde el punto de vista de algunos estudiosos que lo examina

ron teóricamente.

a. Las contribuciones de Jean Piaget.

Para Piaget el pensamiento es la base en la que se asienta el aprendizaje. El pensamiento es la forma en que la inteligencia se manifiesta. La inteligencia desarrolla una estructura y un funcionamiento, notándose que el propio funcionamiento modifica la estructura. La construcción de la inteligencia se realiza mediante la interacción del organismo con su medio ambiente con la finalidad de adaptarse a éste para sobrevivir y realizar el potencial vital del organismo.

Piaget distingue etapas sucesivas en el desarrollo de la inteligencia que fueron resumidas por Bordenave (1982: 31), así:

1) El desarrollo del pensamiento sensorio-motriz. Desde el nacimiento hasta los dos años aproximadamente. A partir de la capacidad congénita de succionar, agarrar y llorar, el niño construye gradualmente modelos de acción interna con los objetos que le rodean, en virtud de las acciones que verifica al servirse de ellos.

2) Aparición y desarrollo del pensamiento simbólico. La representación pre-conceptual (de un año y medio a los cinco años aproximadamente). La función simbólica nace porque la imitación interiorizada puede ser evocada en ausencia de las acciones que originalmente crearon las imitaciones. El niño aprende a representar el tiempo y el espacio, y nace en él el lenguaje.

3) Representación articulada o intuitiva. Los principios del pensamiento operatorio (desde los cuatro a los

ocho años). La interacción social que el lenguaje le permite, le ayuda a superar la falta inicial de "acomodación" de sus ideas al ambiente. Con todo, está fuertemente dominado por la "percepción".

4) Aparición del pensamiento operatorio. Operaciones concretas (de los siete a los doce años). El niño logra liberarse del dominio de la percepción y comienza a ser capaz de crear conceptos generales.

5) El progreso de las operaciones concretas. Comienzo de las operaciones formales o abstractas (de los nueve a los doce años). Mientras en la etapa anterior el niño es capaz de hacer operaciones características de los objetos concretos, en esta etapa puede formar clases complejas y hacer raciocinios en cadena, pero aún no es capaz de interrelacionar sus clasificaciones de los fenómenos.

6) Aparición del desarrollo de las apariciones formales. (Desde los doce años hasta la adolescencia). La estructura mental ya está madura, y el adolescente es capaz de mayores abstracciones, del raciocinio hipotético-deductivo y de manejar conceptos de gran complejidad. Sin embargo, dependerá de la estimulación -ambiental como de los métodos pedagógicos utilizados en la educación del joven - que su inteligencia se desarrolle en plenitud. No todos los jóvenes alcanzan el extremo final en la secuencia. Además de eso, las personas que ya están en estadios superiores de desarrollo intelectual, aún mantienen los modos de pensamiento anteriores. De manera que un adolescente puede pensar concreta o formalmente y hasta utilizar modos de pensamiento más punitivos en determinadas circunstancias.

Según Dienes (1970: 23):

"Piaget fue el primero en ver que el proceso de formación de un concepto es mucho más largo de lo que se había creído y que antes de tener la menor indicación sobre la dirección que el pensamiento va a tomar, debe realizarse un trabajo de gran importancia.

Se trata de la etapa del juego, que resulta prácticamente inconsciente del todo y en la que se juega efectivamente con los elementos, mucho antes de tener la menor idea de que estos elementos podrán ayudarnos un día a clasificar los sucesos del mundo".

Esta descripción dinámica del aprendizaje está más adaptada a las condiciones del aprendizaje de la matemática que cualquier explicación a base de "estímulo-reacción".

b. Contribuciones de Robert Gagné.

Gagné, organizó una clasificación de tipos de aprendizaje desde la simple asociación de estímulos a la compleja resolución de problemas. Su tipología es interesante porque cada tipo de aprendizaje posee estrategias de enseñanza más adecuadas. Gagné (1971: 53), presenta los siguientes tipos de aprendizaje:

- 1) de signos y señales.
- 2) de respuestas operantes.
- 3) en cadena.
- 4) de asociaciones verbales.
- 5) de discriminaciones múltiples.
- 6) de conceptos.
- 7) de principios.
- 8) de resolución de problemas.

b.1 Aprendizaje de resolución de problemas. La solución de un problema consiste en elaborar, con la combinación de principios ya aprendidos, un nuevo principio. La dificultad según Gagné está en que la persona que aprende debe ser capaz de identificar los trazos esenciales de la respuesta (o nuevo principio) que dará la solución, antes de llegar a la misma. De acuerdo con Gagné (1975:75):

"Cuando se plantea un problema nuevo, el alumno debe aplicar sobre el mismo los efectos retenidos del aprendizaje previo en la forma de información y habilidades intelectuales previamente aprendidos. Si bien estas capacidades son necesarias, pero no suficientes. Además de ello, debe contar con una estrategia para abordar el nuevo problema; o posiblemente podría escoger entre varias estrategias. Estas estrategias organizadas internamente lo capacitan para controlar sus propios procesos al pensar. La originalidad y firmeza de sus pensamientos se verán determinadas en un grado elevado por lo adecuado y eficaz que resulten sus estrategias cognoscitivas".

Al resolver problemas, el alumno no solamente aprende nuevos principios que los solucionan, sino también una serie de estrategias mentales más eficientes para combinar principios ya conocidos. En otras palabras aprende a pensar.

c. Contribución de Skinner.

Skinner explica el comportamiento y el aprendizaje como secuencia de los estímulos ambientales. El método que empleó es el siguiente:

- 1) Especificar claramente cuál es el comportamiento final que se desea implantar;
- 2) Identificar la secuencia de movimientos que el aprendiz debe ejecutar para llegar gradualmente al comportamiento final deseado;

- 3) Poner el organismo en actividad por medio de la privación;
- 4) Condicionar al aprendiz a responder a un estímulo substitutivo, por ejemplo una orden;
- 5) Aplicar el refuerzo toda vez que el aprendiz ejecute movimientos en dirección del comportamiento deseado y solamente en ese caso;
- 6) Una vez implantado el comportamiento, recompensar al animal de cuando en cuando y no toda vez que ejecute la acción deseada.

c.1 Instrucción programada. La llamada instrucción programada, por ejemplo, es una aplicación de la teoría del condicionamiento de respuestas operantes y sirve para la enseñanza de cualquier disciplina académica. En la instrucción programada el estudiante responde a una serie de pequeños estímulos en forma sucesiva. Sus respuestas, cuando son correctas, son reforzadas mediante la comprobación inmediata de que el estudiante respondió bien. De esta manera con pequeños pasos, el estudiante adquiere la conducta terminal deseada por el autor del programa.

Estas teorías parten del supuesto de que el organismo es naturalmente activo y el aprendizaje ocurre debido a tal actividad. En otras palabras se cree que el agente del aprendizaje es el alumno y que el profesor es un orientador o facilitador, además, responde a la necesidad de prestar atención a las diferencias individuales entre los alumnos y de orien-

tar de manera más individualizada su aprendizaje.

B. Enseñanza

La enseñanza consiste en la manera planeada de responder a las naturales exigencias del proceso de aprender. La enseñanza debe ser considerada como el producto resultante de una relación personal entre el profesor y el alumno en la que el profesor facilita el aprendizaje del alumno.

1. Contribución de pedagogos y psicólogos.

A continuación se presentan las contribuciones de Skinner, Mosel y Rogers en relación al proceso de la enseñanza.

a. Las contribuciones de Skinner. Netto, basándose en las investigaciones de Skinner enumera las siguientes etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje:

- 1) El alumno percibe: organización de la situación estimuladora.
- 2) El alumno reacciona: importancia de la respuesta adecuada a la situación estimuladora.
- 3) Retroalimentación más refuerzo: El aprendiz confirma la validez de su respuesta.
- 4) El alumno memoriza: retención contra olvido.
- 5) El alumno aplica: transferencia del aprendizaje, creatividad.

Los partidarios de la tecnología de la educación, basándose sobre to

do en la psicología de la conducta de Skinner, valorizan el concepto de refuerzo de las respuestas, entendiendo por ésto la satisfacción o recompensa a los esfuerzos del alumno por aprender.

b. Las contribuciones de Mosel. Según Bordenave (1982: 50) Mosel da mucha importancia a la materia o práctica al enseñar. Halla que ciertos modelos de organización hacen más fácil el aprendizaje y prolongan su retención. Para ésto, ha contribuido con algunas reglas operacionales a la estrategia de la acción docente.

Las reglas de Mosel son las siguientes:

- 1) Especificación de lo que debe aprenderse.
- 2) Discriminación entre núcleo y transformaciones.
- 3) Descomponer cada asunto o tarea en sus componentes (análisis componencial).
- 4) Escoger el orden de presentación (análisis secuencial).
- 5) Facilitar la retención y la memoria.
- 6) Procurar la participación activa de los alumnos.
- 7) Proporcionar al alumno la realimentación planeada.

Tanto Skinner como Mosel consideran la enseñanza como un proceso de moldeamiento de la conducta del alumno, mediante la manipulación de los estímulos exteriores, con inclusión entre éstos, de las instrucciones verbales del profesor. Sin embargo existen otras opiniones sobre lo que es enseñar; entre éstas a las de Rogers.

c) Las contribuciones de Rogers. Según Carl R. Rogers, el fin de la educación es el de facilitar el cambio y el aprendizaje

El facilitar el aprendizaje se basa en ciertas cualidades de actitud que existen en la relación personal entre el facilitador y el estudiante. Debe encontrarse un camino para desarrollar en el sistema un clima por el cual se ponga atención, no en enseñar, sino en facilitar el aprendizaje auto-dirigido. El secreto del buen enseñar reside ciertamente en el entusiasmo y en la competencia personal del profesor, que le vienen a éste de su amor a la ciencia, a la misión que desempeña y a sus alumnos.

Desde el punto de vista de la función y de la responsabilidad de la educación un entusiasmo como el descrito puede y debe ser canalizado mediante el planeamiento y la metodología adecuada, procurando sobre todo incentivar el entusiasmo en los alumnos para que realicen, por iniciativa propia, los esfuerzos intelectuales y morales que exige el aprender. A la altura de este tiempo, las instituciones de enseñanza deberían formar sus cuerpos docentes con el concurso de profesores que posean una auténtica vocación para enseñar; darles todo el apoyo e incentivos para que realicen su obra con tranquilidad y libertad.

Al mismo tiempo deben de situar la responsabilidad del aprender en el alumno, desarrollando en él actitudes científicas, éticas y suministrándole problemas y contenidos significativos que incentiven el esfuerzo necesario para su crecimiento personal.

Carl Rogers (1975: 129), señala que:

"La mayor parte del aprendizaje significativo se logra mediante la práctica, uno de los modos más eficaces para promover el aprendizaje es enfrentar al alumno con problemas prácticos, de carácter social, ético o filosófico, problemas personales o de investigación".

d. Aprendizaje por descubrimiento. Al aprendizaje por descubrimiento se le suele definir como la enseñanza de una asociación, un concepto o una regla en la que interviene el "descubrimiento" de la asociación, del concepto o de la regla. Según Glasser en el libro Aprendizaje por descubrimiento de Shullman-Keislar (1979: 29):

"Se pueden caracterizar las secuencias de descubrimientos por esas dos propiedades: una, secuencia inductiva, y otra, aprendizaje por ensayo y error, o con errores en diversos grados".

C. Actividades de enseñanza-aprendizaje

Las actividades constituyen los vehículos que utiliza el profesor para crear situaciones y facilitar el aporte de contenidos que le permitan al alumno la vivencia de las experiencias necesarias para su propia transformación.

El profesor tradicional es un hombre feliz; no tiene el problema de escoger entre las diversas actividades posibles para enseñar un asunto. Como para él la única actividad válida es la exposición magistral, no pierde su tiempo buscando alternativas. Para el profesor moderno, sin embargo, la elección adecuada de los objetivos de la enseñanza-aprendizaje es el punto crucial de su profesión docente. Es en esta tarea donde se manifiesta la verdadera contribución de su competencia profesional del ingeniero. Esta se manifiesta en la acertada elección que haga de los materiales y de los métodos para la construcción bajo su responsabilidad. Así la idoneidad profesional del profesor se manifiesta en la adecuada elección que haga de los objetivos y actividades de enseñanza-aprendizaje

y técnicas de evaluación que adopte para su trabajo.

1. Dinámica de Grupos

La dinámica de grupo estudia las interacciones entre las personas que se juntan para divertirse o para trabajar. Se descubrió en psicología que es mucho más profunda de lo que se pensaba la influencia que las personas ejercen sobre las otras cuando están juntas. De ahí el interés de los responsables de dependencias y escuelas, por la dinámica de grupo con el objetivo de:

- 1) Aumentar la productividad;
- 2) Aumentar la buena relación entre los miembros del equipo;
- 3) Romper la barrera de la comunicación y poner siempre alerta la inteligencia por el desafío que el otro represente.

2. El estudio dirigido

Es una actividad de aprendizaje que realizan los alumnos con el auxilio de guías trazadas por el profesor, conforme a sus necesidades o a las de la clase. El estudio parte de la lectura de un texto seleccionado por el profesor; no se trata, sin embargo, de una lectura pasiva, si no eminentemente activa. En el estudio dirigido los alumnos, individualmente o en grupo, deben trabajar con intensidad en el texto asignado por el profesor, aportando su propia creatividad en busca de su interpretación y de la extrapolación de su contenido.

D. Desarrollo de la actitud científica

El desarrollo de una actitud científica depende de las experiencias

vividas por los individuos, lo que a su vez depende de la metodología de la enseñanza-aprendizaje. ¿Cómo desarrollar la actitud científica en los alumnos? Bell, afirma que el medio influye decisivamente en la fijación de líneas de pensamiento convergente o divergente. A continuación se detallan puntos básicos para que el maestro ayude a desarrollar el pensamiento divergente:

- 1) Valorar el pensamiento creador;
- 2) Incitar a la manipulación de objetos e ideas;
- 3) Fomentar el pensamiento crítico;
- 4) Incitar a la adquisición de conocimientos en varios campos diferentes;
- 5) Ser receptivo a la creatividad de sus alumnos y participar en ella.

1. La orientación hacia la solución de problemas.

Los profesores de hoy que deseen desarrollar la actitud científica de sus alumnos deben mantenerse actualizados en cuanto a la evolución del pensamiento científico en el mundo. Las ciencias cambian, no solamente con el descubrimiento de nuevos hechos, principios, leyes, sino también con su manera de enfocar la realidad. En la visión dinámica, el estado presente del conocimiento es también importante; y lo es principalmente porque constituye una base para nuevas operaciones científicas. Esto se denomina enfoque heurístico de la ciencia, en el sentido de que sirve para descubrir y revelar nuevas cosas. El acento está en el proceso de descubrimiento en el proceso de solución de problemas y no en la acumulación de informaciones. De ahí que un método heurístico de

enseñanza sea aquel que acentúe las oportunidades para que los estudiantes descubran cosas por si mismos y al hacerlo, resuelvan problemas que a ellos interesan.

2. La biblioteca como recurso de enseñanza-aprendizaje.

"Aquel que sabe dónde encontrar la ciencia es semejante a quien la posee".

A. Mikailov señaló esta gran verdad. En la mayoría de los casos los profesores enseñan con los mismos métodos que se utilizaban cuando ellos se educaban. Por esta razón siguen empleando como fuentes principales de información un determinado libro de texto o apuntes preparados por ellos mismos. Es admisible que muchos profesores nunca recibieron orientación de cómo utilizar la Biblioteca ni de cómo llevar a cabo una investigación bibliográfica. Los alumnos al utilizar la Biblioteca avanzarían mucho más en la adquisición de experiencias muy importantes para su vida profesional; entre otras las de saber aprovechar el flujo constante de conocimientos provenientes de todas partes del mundo y que llegan hasta la Biblioteca. El estudiante debería desarrollar hábitos de lectura e investigación bibliográfica que le permitan adquirir y renovar sus conocimientos utilizando la Biblioteca dentro del proceso global de su aprendizaje.

E. Metodología de la enseñanza

La metodología es una parte de la lógica y su finalidad es señalar el procedimiento para alcanzar el saber de un orden determinado de objetos.

Según García y Rodríguez (1987: 29):

"El conjunto de los procedimientos adecuados para lograr esos fines se llama método".

La enseñanza tiene su metodología y su técnica. Los métodos y las técnicas constituyen recursos necesarios de la enseñanza; son los medios de realización de ésta.

1. Clasificación general de los métodos de enseñanza

Según los mismos autores (García y Rodríguez), los métodos de enseñanza pueden ser clasificados así:

- a. Método en cuanto a la forma de razonamiento.
 - 1) método deductivo
 - 2) método inductivo
- b. Métodos en cuanto a la coordinación de la materia:
 - 1) método lógico
 - 2) método psicológico
- c. Métodos en cuanto a la concretización de la enseñanza:
 - 1) método simbólico verbalístico
 - 2) método intuitivo
- d. Métodos en cuanto a la sistematización de la materia:
 - 1) método de sistematización (rígido y semi-rígido)
- e. Métodos en cuanto a la globalización de los conocimientos:
 - 1) método de globalización
 - 2) método no globalizado o de especialización

f. Métodos en cuanto a la aceptación de lo enseñado:

- 1) método diagnóstico
- 2) método heurístico (más adelante se explicará este método).

A continuación se explicará con más detalle los siguientes métodos de enseñanza, ya que tienen mucha relación con el método que se aplicó en esta investigación.

g. Métodos en cuanto a las actividades de los alumnos:

1) método pasivo: cuando los alumnos permanecen pasivos ante una experiencia de aprendizaje, y no se le da importancia a su participación.

2) método activo: Se toma la participación del alumno en las experiencias de aprendizaje, aquí el estudiante actúa física y mentalmente. El maestro deja de ser un simple transmisor y se convierte en un coordinador, un líder, un guía, facilitador del aprendizaje. Entre las actividades que se pueden utilizar están las siguientes: interrogatorios, trabajos en grupo, argumentación, debates, discusiones, etc.

h. Métodos en cuanto al trabajo del alumno:

1) Método de trabajo individual: permite establecer tareas diferenciadas atendiendo las diferentes capacidades de los alumnos. Hace que la enseñanza sea individualizada. Se sugiere que este método debe mezclarse con otros que favorezcan el trabajo en grupo.

2) Método de trabajo colectivo: En este método, se trabaja en grupo asignando determinada tarea entre los integrantes.

tes del mismo, cada sub-grupo debe realizar una parte de la tarea. Este tipo de trabajo en grupo fomenta la cooperación, integración entre sus miembros, además permite reunir los esfuerzos en función de una sola tarea.

3) Método mixto de trabajo: Este método brinda la oportunidad a la acción socializada e individualizadora, de esto proviene su nombre de Método mixto.

i. Métodos en cuanto a la relación entre el maestro y el alumno:

1) Método individual: Consiste en la educación de un solo alumno, o sea un profesor para un alumno. Este método no es muy útil frente a los problemas de escasez de profesores y sobrepoblación estudiantil. Sin embargo es importante señalar que la enseñanza no puede descuidar la individualización, ya que se debe atender las diferencias individuales de los estudiantes a fin de enseñarle a su propio ritmo.

2) Método recíproco: Según García y Rodríguez (1987: 34):

"El maestro encamina a sus alumnos para que enseñen a sus compañeros. Se llama también Lancasteriano, debido a Lancaster, quien trató de hacer frente al problema de sobrepoblación de alumnos, y se las arregló para hacer de sus mejores alumnos monitores que repitieron a sus compañeros lo que habían aprendido".

3) Método colectivo: Cuando un profesor enseña a muchos alumnos al mismo tiempo.

2. Técnicas de enseñanza

La técnica de enseñanza se puede definir como el recurso didáctico al cual se acude para concretar un momento de la lección por parte del

método en la realización del aprendizaje. A continuación se presentan una serie de técnicas de enseñanza que les son útiles a los docentes en su trabajo en el aula. Estas técnicas son: expositiva, panel, discusión en grupos pequeños, reunión en corrillos, (Phillips 66), diálogos simultáneos, simposio, mesa redonda, conferencia, seminario de investigaciones y trabajo, diálogo.

Dentro de estas técnicas detallaré aquellas que se utilizaron en la investigación.

a. Técnica expositiva: Se hace una exposición oral, por parte de un profesor, de un asunto o tema de clase. Este método presenta grandes posibilidades de síntesis. Es importante que el profesor motive a sus alumnos para atraer su atención, debe tratar de que su exposición no sea extensa, que hable con un ritmo adecuado, que prepare con anterioridad su exposición.

b. Discusiones en pequeños grupos: Es un intercambio mutuo, de cooperación de ideas, opiniones, experiencias de un grupo relativamente pequeño. (Se recomienda de 5 a 20 personas). Esta técnica sirve para: explorar las preocupaciones de los estudiantes; aumentar los conocimientos; generar interés en las ideas y opiniones de los miembros del grupo; para suministrar información; para motivar al grupo a actuar; para ayudar a los miembros a expresar sus ideas; animar y estimular a los miembros a aprender más sobre problemas e ideas.

Se recomienda: que debe haber un problema que todos deben resolver; la discusión debe ser organizada, en donde los individuos contribu-

yen; no permitir que pocas personas dominen la discusión.

c. Diálogos simultáneos: En esta Técnica se descompone el grupo grande en pequeños sub-grupos para facilitar la discusión (se recomienda que sea de 2 personas). Esta técnica se emplea para proporcionar máxima oportunidad de participación individual en un ambiente informal y de libertad.

3. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática

En el proceso de enseñanza-aprendizaje existen dos posiciones que toman los profesores de matemática y éstos son:

a. Como una simple transmisión de definiciones de principios teóricos; procedimientos de mecanización de tales principios y definiciones; aplicaciones y métodos de aplicación.

b. El logro paulatino de la comprensión, valorización y asimilación interna por parte de los alumnos de un método de interpretación humana de la naturaleza.

En la situación a, el alumno es un receptor de lo que hace y dice el profesor.

Su actividad se limita a tratar de recordar lo que los grandes matemáticos han descubierto y poder utilizarlo. En la situación b, se conduce al alumno a un auténtico aprendizaje ya que participa en el planteo de posibles soluciones, partiendo de una situación concreta. De esta forma encuentra mayor significado en lo que realiza; esto se ajusta a la manera de proceder del pensamiento, ya que la Matemática es: un modo de pensar,

un campo de exploración de la naturaleza, un campo de creación humana y un lenguaje simbólico.

De la concepción que el profesor tenga del proceso de enseñanza - aprendizaje de la matemática, dependerá de que estimule la participación de los alumnos en todo el proceso, de acuerdo con su interés, madurez, experiencias, conocimientos y además entusiasmo para propiciar el aprendizaje de la matemática.

Por lo tanto es necesario que tenga bien claro su papel de educador y forjador de juventudes y para ello debe precisar:

- 1) Objetivos: Lo que se propone alcanzar, cambio de conductas en sus alumnos.
- 2) Planeación: La organización que le dé a su clase y al curso.
- 3) Métodos, Técnicas de dinámica de grupo y recursos didácticos: Medio o la forma en que va a realizar lo propuesto.
- 4) Evaluación: La forma de apreciar los logros alcanzados por los alumnos.

En conclusión aprender matemática es: comprender, no solamente conocer o recibir pasivamente conocimientos; valorar, aceptar como algo importante, útil y de transcendencia para su vida personal; asimilar internamente hacer suyos la comprensión y los valores adquiridos de tal manera que pasen a formar parte activa de su personalidad.

4. Valor y fines de la enseñanza de la matemática

Los fines de la enseñanza de la matemática pueden verse desde el aspecto:

- a. Formativo;
- b. Instrumental; y
- c. Práctico

Como aspecto formativo la enseñanza de la matemática se considera como disciplinadora de la inteligencia; como instrumental la enseñanza de la matemática es un medio indispensable para el estudio de otras disciplinas como la Física, Química, Biología, Astronomía, etc; en el aspecto práctico la enseñanza de la matemática tiene un valor utilitario ya que la matemática tiene numerosas aplicaciones en la vida diaria del hombre moderno. Según Toranzos (1963: 55):

"La realización del fin formativo esta condicionada en forma decisiva por la manera de realizar la enseñanza; el escaso resultado que algunas veces se logra proviene generalmente de poca atención que algunos profesores prestan al aspecto didáctico, principalmente por desconocer los fines de su misión".

Se desea por esto resaltar que para que la enseñanza de la matemática obtenga buenos frutos debe estar estrechamente adaptada a los fines formativos.

a. Valor formativo de la matemática

- 1) El razonamiento matemático como modalidad fundamental del pensamiento.
 - a) Valor como razonamiento cuantitativo:

Toda deducción para establecer relaciones de tipo cuantitativo sigue el esquema del razonamiento matemático y también su lenguaje. Por lo tanto la enseñanza de la matemática es una preparación disciplinadora de la meta para el estudio de las demás ciencias, el conocimiento de sus métodos de razonamiento es un medio formativo indispensable para el estudio de las disciplinas físico-naturales y para la técnica.

b) Valor como razonamiento cualitativo: La disciplina mental adquirida por la matemática, prepara como ninguna otra para esa actitud de analizar y deducir, de fijar con precisión la hipótesis o hechos conocidos, la tesis y conclusiones. La matemática es la disciplina de la enseñanza que más se usa el razonamiento y menos la memoria; de esto la conveniencia de ejercitarse el razonamiento matemático, pues así se prepara la mente para otro razonamiento.

2) Características de la matemática que le dan valor formativo:

a) Simplicidad: En la matemática, es posible presentar cuestiones con el más variado grado de complejidad, desde la sencilla conclusión teórica al alcance de una mentalidad infantil hasta el intrincado teorema sólo accesible a mentalidades especialmente preparadas.

b) Claridad y precisión de los conceptos: Esta característica, contribuye a formar en los alumnos el hábito por la precisión en el hábito de los conceptos, en el lenguaje, en la conceptualización y muy particularmente en el raciocinio.

c) Objetividad y seguridad de los resultados: Esta con

dición de objetividad unida a la anterior de claridad en la formación de los conceptos dan a la matemática la inconfundible característica de ciencia exacta, que le es propia, característica que tiene una gran importancia didáctica; ya que dá al alumno la posibilidad de realizar los pasos necesarios para adquirir, y, a menudo por sí solo los conocimientos de validez irrefutable y absoluto, y, aún la de poder, también por sí solo convencerse de que ha llegado a un tal resultado incontrovertible, ejercitando así su espíritu crítico.

3) Originalidad: Es más valioso un problema resuelto por esfuerzo propio del alumno, que una cantidad de teorías memorizadas y sin ejercitar el espíritu crítico y la capacidad de raciocinio original. El objetivo fundamental de la enseñanza de la matemática no debe ser la acumulación de teorías en la cabeza del educando, sino el incremento de la capacidad para el planteo y solución de cuestiones por medio del razonamiento.

4) Otros aspectos de la importancia formativa del estudio de la matemática:

- a) Contribuye a desarrollar la imaginación;
- b) Ejercita el poder de generalización y abstracción;
- c) Contribuye a perfeccionar el uso del idioma.

5) Importancia estética y moral: Moral en cuanto dá al alumno esa seguridad absoluta en los resultados que contribuye a formar la confianza en su propia capacidad, elemento importante en la formación de la personalidad del alumno. En el aspecto estético cabe señalar la importancia de propiedades geométricas como simetría

y proporcionalidad que luego son fundamentales en manifestaciones artísticas como el dibujo, pintura, escultura y arquitectura, y también en la apreciación y conocimiento de las formas de la naturaleza.

b. Valor instrumental de la enseñanza de la matemática:

La matemática ha sido el instrumento mediante el cual la Física, la Astronomía, la Química, la Biología, etc. se han estructurado y han llegado a la perfección admirable con que hoy las conocemos. Según Vass:

"La civilización actual depende enteramente de la penetración intelectual y utilización de la naturaleza, y ella está basada en la ciencia matemática".

c. Valor práctico para el individuo:

Para el individuo la importancia fundamental de la enseñanza de esta ciencia es de índole formativa y cultural más que instrumental.

F. Metodología de la enseñanza de la matemática

No se debe considerar a los métodos de la enseñanza como recetas fijas e infalibles y de aplicación automática, capaces de solucionar en forma definitiva el problema de la enseñanza de la matemática. Las diferencias individuales de los alumnos, la diversidad de las cuestiones que se tratan y la diversidad de temperamentos de los profesores, hacen que quedén excluída la idea de un método único; más aún no puede afirmarse en forma absoluta que entre los métodos haya uno mejor. Los métodos didácticos son instrumentos a disposición del profesor que él debe de utili -

zar según su criterio. Por encima de las normas estará la personalidad del profesor que dará forma a los procedimientos, actualizándolos y adaptándolos a esa realidad viva que es la clase. El automatismo debe ser reemplazado por una enseñanza activa y variada, capaz de despertar la actividad intelectual de los discípulos, y que tenga en cuenta los tres elementos que entran en juego en toda enseñanza:

1. La naturaleza del objeto motivo de la clase y los fines de su enseñanza.
2. El nivel psicológico de los alumnos y;
3. El temperamento y preferencias del propio profesor.

Según Toranzos (1963: 96):

"La solución del problema del método lógico está en una conveniente aplicación combinada de todos los métodos, desde los tradicionales de exposición del profesor y exposición de los alumnos, hasta los modernos de laboratorio y de proyectos".

Todos presentan aspectos que los hacen necesarios y todos presentan inconvenientes que los hacen no aconsejables como métodos únicos; la aplicación oportuna de todos ellos será la más acertada solución.

1. Métodos lógicos.

Existen dos métodos lógicos principales: el inductivo y el deductivo. El primer método va de lo particular a lo general. El enfoque inductivo consiste en desarrollar el proceso de enseñanza - aprendizaje partiendo de los aspectos particulares de las cosas, hasta establecer generalizaciones. El método inductivo históricamente dio origen a la mate

mática y constituye una herramienta científica que ayuda a formular simbólicamente descripciones, relaciones, principios y leyes a partir de casos particulares. En matemática no todo el aprendizaje puede ser de índole inductivo, como tampoco puede ser totalmente a base de razonamiento deductivo. Pero cuando se desea formar a los alumnos para que piensen críticamente, comprendan a cabalidad el mundo en que se desenvuelven y establezcan relaciones y reglas operacionales hasta encontrarse en posibilidad de formular teorías en base a la abstracción, generalización, gran parte de las clases deben seguir el camino inductivo.

Sin embargo, Ewart W. Beht en su trabajo sobre reflexiones de la organización y el método de la enseñanza matemática en el libro sobre La Enseñanza de la Matemática (1971: 40), nos señala que:

"El papel de la formación matemática en la enseñanza secundaria consiste casi exclusivamente, en mi opinión, en familiarizar a los alumnos con el método deductivo. Con el pretexto de que los alumnos en los primeros años no están todavía maduros para el manejo del método deductivo, nos esforzamos en enseñarles teoremas geométricos por vía empírica".

2. Métodos didácticos

Se denominan didácticos, aquellos métodos empleados por los profesores a fin de facilitar la apropiación, por parte de los alumnos, de conocimientos, así como los medios puestos a disposición de quienes aprenden a fin de cualificar la adquisición de los conocimientos.

La utilización de un método didáctico en particular, supone intencionalidad y depende del hecho de la importancia que da el profesor al aspecto meramente instruccional o al aspecto educativo de formación integral.

Un método didáctico puede considerarse apropiado, solo cuando despierta en el alumno, la iniciativa para aprender y mueve al individuo a adquirir sentido de responsabilidad. El aprendizaje de la matemática, sería más natural, si se lo hiciera, experimentara y asimilara en un proceso dinámico en todo los momentos de la escolaridad.

a. La didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget. Es aquella que arranca de la tesis fundamental según la cual el pensamiento no es un conjunto de términos estáticos, sino un juego de operaciones vivientes y actuantes. Al respecto Aebli (1973: 101), nos dice que:

"Pensar es actuar, trátase de asimilar los datos de las experiencias sometiéndolas a los esquemas de actividad intelectual o de construir nuevas operaciones mediante una reflexión en apariencia "abstracta", es decir operando interiormente sobre objetos imaginados".

Decir que el alumno debe conocer determinadas asignaturas es decir que debe aprender a ejecutar determinadas operaciones. Siempre son las operaciones las que definen a las nociones y es su ejecución lo que debe provocar la enseñanza, efectivamente primero y bajo forma interiorizada o representativa después. El alumno debe ser conducido a establecer las principales relaciones que rigen un complejo de operaciones y a insertar en ellos las operaciones parciales. Es preciso efectuar la investigación según un plan que desde el comienzo oriente su organización de conjunto y confiera significación a todas las tareas comprendidas en el curso de su realización. Así pues ese agente director de la investigación no puede estar constituido, sino por problema muy vivo en el pensamiento del alumno. El mismo autor (1973: 107), nos dice que:

"La psicología de Piaget nos enseña, en efecto, que un problema constituye un "esquema anticipador", es decir un bosquejo esquemático de una operación a hallar, solidario de un sistema de conjunto de operaciones. En el curso de la investigación, ésta se estructura entonces y adquiere sus articulaciones precisas. Si así se logra conducir al niño a construir una operación partiendo de un problema claramente concebido, se puede suponer que ha comprendido no sólo todos los elementos del nuevo acto intelectual, sino también su estructura de conjunto".

b. El método heurístico. Para investigar el método heurístico se utilizó como referencia el libro Didáctica de la Matemática (1987: 18).

El matemático Húngaro G. Polya, en su libro Cómo plantear y resolver problemas, hace una amplia relación al método heurístico, término griego que significa, "yo descubro, yo invento". Este método tiene sus raíces en la antigüedad pues Platón y posteriormente Descartes hacen referencia a algunos de sus principios.

El método heurístico se centra en el desarrollo del razonamiento matemático antes que en la fijación del conocimiento por lo que se utiliza el camino inductivo. Por medio de este método, el maestro debe guiar al alumno, sugiriéndole situaciones que provoquen el descubrir la verdad. En esta forma los alumnos tienen un papel protagónico en los procesos de enseñanza-aprendizaje pues participan mediante un esfuerzo constante, lo cual propicia la creación de estructuras mentales cada vez más elevadas.

Es un método que despierta la iniciativa y creatividad. El maestro deja de ser el centro de la actividad educativa para convertirse en la persona que provee los estímulos y situaciones que permiten a los estudiantes alcanzar nuevas conductas. Según Polya, el plan para realizar la

enseñanza heurística es el siguiente:

1) Usted debe entender el problema: Este paso involucra a más de presentar el problema, el que los alumnos le entiendan en toda su extensión y profundidad. Para esto es menester que lo lean reflexivamente para llegar a determinar: los datos conocidos, las incógnitas (aspectos desconocidos), los símbolos, la condición y la posibilidad de satisfacerla, estructurar gráficos para representar el problema, dividir el problema si es posible, en partes más pequeñas, plantear preguntas y recomendaciones previas a la resolución, precisar la hipótesis y reflexionar sobre la posibilidad de resolver el problema. Si las condiciones son insuficientes redundantes o contradictorias el problema debe de abandonarse por ser lógicamente imperfecto.

Luego es conveniente, analizar todo el proceso, estableciendo conceptos y precisando relaciones y reglas operacionales para llegar inductivamente a la formulación de notaciones convenientes.

2) Imagine usted un plan: El objeto de este paso es que los alumnos establezcan planes que conduzcan a la solución del problema. Si se desea que los alumnos tengan experiencias significativas debe dárseles tiempo suficiente para pensar y bosquejar un plan que responda a la tentativa de solucionar el problema. De esta manera pone en juego su iniciativa, intuición, imaginación, es posible que muchos alumnos encuentren la solución, por lo que los psicólogos de la gestalt denominan "iluminación". En este caso se procura fijar normas que faciliten el uso de los métodos por analogía, de especialización, generalización, descomposición, recomposición.

Es posible, como lo expresa Polya, que el alumno en primera instancia se sienta desorientado, pero con la oportuna orientación del docente y utilizando ciertas estrategias como la analogía, la revisión de sus experiencias pasadas con otros problemas similares, tratando de encontrar el camino adecuado que le oriente a concebir un plan para resolver el problema presentado.

3) Realice su plan. Luego de estructurado el plan es necesario efectuarlo. Para esto es menester que el alumno realice las operaciones y demostraciones indispensables.

La secuencia de operaciones debe corresponder a la lógica y en último término debe estructurarse la generalización. Es importante realizar la verificación de cada uno de los pasos que se van realizando. La prueba de la corrección garantiza la validez de la respuesta.

4) Examine la solución obtenida. En este caso el alumno presenta su trabajo y se realiza la revisión crítica de lo efectuado. Es importante que el alumno se encuentre seguro de su labor y el docente debe orientar hacia la autocrítica. El proceso seguido debe puntualizarse e ir verificando el razonamiento en cada paso del proceso. Al final es necesario que los alumnos traten de generalizar y utilizar el proceso para la resolución de problemas similares.

Mediante el método heurístico, la matemática se dimensiona en todo su valor formativo, pues se le coloca al estudiante en el papel de investigador, para que por medio de su esfuerzo y perseverancia, llegue a solucionar los problemas presentados. El proceso de enseñanza ya no se

centra en el docente, es el alumno el que tiene la parte protagónica, el maestro es la persona que con habilidad, guía y orienta. Al respecto Vides Guerra (1984: 21), en su fundamentación teórica nos señala lo siguiente:

"El profesor que quiere desarrollar en sus alumnos la aptitud para resolver problemas de matemática deberá hacer que los alumnos se interesen en dichos problemas, y deberá darles el mayor número posible de ocasiones de imitación y de práctica. Si el maestro quiere desarrollar en sus alumnos el proceso intelectual que corresponde a las preguntas para resolver un problema, debe emplearlas tantas veces como las considere necesarias, y de un modo natural".

c. El método de laboratorio. Mediante este método se introducen procedimientos empíricos e intuitivos y se procura orientar a la matemática hacia las cuestiones eminentemente prácticas. Los docentes deben tener siempre presente que la eficiencia de los trabajos de laboratorio está en relación directa con la participación individual de los alumnos. Según Bordenave (1982: 216):

"Los participantes se dividen en grupos o equipos, con objetivos bien determinados. Se provee a cada grupo un local apropiado, materiales de trabajo y un instructor asesor que acompañe sus esfuerzos. El programa incluye estudio individual, consulta bibliográfica, disertaciones por instructores y especialista consultor, discusión en pequeños grupos y grupo total, ejercicios prácticos, redacción de trabajos e informes, llenado de formularios de evaluación, participación en actos sociales de recreación, descanso, etc. El laboratorio puede incluir salidas al campo e incluso la realización de investigaciones".

d. El método de proyectos. El método de proyectos es tal vez el más completo de todos los métodos educativos. Está inspirado en las ideas de John Dewey. William Kilpatrick, discípulo de Dewey, profesor de Pedagogía de la Universidad de Columbia, dió a conocer en 1918

la idea de los "proyectos" como una actividad didáctica.

1) En qué consiste el proyecto. El método del proyecto tiene como objetivo principal luchar contra los artificios y aproximar la escuela lo más posible a la realidad de la vida. Para Kilpatrick, el proyecto es una finalidad real, que orienta los procedimientos y les confiere una "motivación". Esto significa que es una actividad intencional, un plan de trabajo, un conjunto de tareas que tienden a una adaptación individual y social, pero emprendidas voluntariamente por el alumno o por el grupo. Esta actividad coloca al alumno dentro de una microrealidad, la de los problemas vivenciales.

2) Qué función desempeña el proyecto. Especialmente la de hacer activo e interesante el aprendizaje, "englobando la educación en un plan de trabajo, sin imponer a los alumnos los títulos sin significación para ellos de las disciplinas científicas". Busca que el alumno consiga informaciones, lea, converse, haga investigaciones, anote datos, calcule, prepare gráficas, reúna lo necesario; y por fin, convierta todo eso en puntos de partida para su ejercicio o aplicación a la vida; cuando quiere saber.

Las consecuencias son:

a) Las conexiones entre los conocimientos y sus fines deben ser naturales.

b) Las actividades deben desarrollarse en un medio natural lo que implica que:

- El proyecto surge y se presenta los ojos del edu-

cando, por las mismas causas por las que se presentaría en la vida práctica;

- El proceso de solución del mismo se desarrolla según el ritmo habitual de la vida.

3) Tipos de proyectos. Según Kilpatrick existen cuatro tipos de proyectos que son:

- a) Proyecto de producción, cuya finalidad es producir algo,
- b) Proyecto de consumo, cuyo objetivo no es producir algo, sino utilizar, consumir alguna cosa producida por otros y aprender a valorizarla y usufructuarla;
- c) Proyecto-problema cuyo fin es resolver un problema actual;
- d) Proyecto de mejoramiento técnico.

4) Técnicas de la enseñanza-aprendizaje de la matemática.

Es el recurso al cual se acude para hacer efectivo el aprendizaje. Para alcanzar los objetivos utilizando cualquier método particular, es necesario hechar mano de una serie de técnicas. Es necesario señalar que casi todas las técnicas didácticas pueden asumir el carácter de un método en función de la extensión en que se utilicen. Cuando una clase se desarrolla con una sola técnica, esta adquiere la connotación de método.

- a) Técnica expositiva. Se denomina así a las formas mediante las cuales el profesor, haciendo uso del lenguaje oral, comunica conocimientos y habilidades. La actividad principal

recae en el docente, quien "expone, enseña o presenta el objeto de enseñanza de una manera coherente a los alumnos".

Se utiliza con preferencia cuando hay leyes, teorías, conceptos difíciles de comprender y existe un tiempo muy limitado para que los alumnos se apropien del conocimiento.

b) Técnica de resolución de problemas. Esta técnica puede utilizarse como parte integrante de los métodos de laboratorio o proyectos. Al desarrollarse el proceso de aprendizaje por el camino inductivo, puede ocurrir que los alumnos se encuentren con problemas que tienen que ser solucionados. Para que lo hagan es necesario enfrentar los problemas con efectividad.

1- Fases de la técnica. La técnica es resolución de problemas, tiene las siguientes fases:

- Identificación del problema;
- Formulación del problema;
- Comprensión del problema;
- Formulación de alternativas de solución;
- Ejecución de las operaciones;
- Verificación de los resultados.

c) Técnica de la demostración. La demostración consiste en exhibir prácticamente la correcta ejecución de las operaciones para el manejo de un instrumento, la elaboración de un trozo, el uso de equipo, en ocasiones, la resolución de un problema. La demostración permite que el educando desarrolle habilidades para manipu-

lar adecuadamente los instrumentos de medida, equipos de geometría y equipos de laboratorio de matemática.

d) Técnica de Fehr. El profesor puede promover el desarrollo, la capacidad para resolver problemas matemáticos, utilizando las siguientes sugerencias de Fehr.

1- Desarrollar la conciencia de los problemas: Los alumnos, al advertir que están frente a un problema que supone dificultad, deben acudir a varias lecturas así como la exploración y el pensamiento penetrante.

2- Desarrollar experiencia y antecedentes amplios en el campo de la matemática.

3- Activar el problema en clase: La solución del problema exige que se lo exprese en símbolos matemáticos, la diagramación, la paráfrasis y el uso de objetos concretos, etc.

4- Desarrollar la habilidad para formular preguntas significativas: El profesor debe conceder tiempo suficiente para pensar, estimular el interrogatorio de los alumnos, colaborar en la interpretación cuando fuese necesario, revisar y guiar el encadenamiento de las dificultades hasta la solución.

5- Impulsar a los discípulos a que abandonen los enfoques erróneos y prueben otros.

6- Procurar que los alumnos aprendan a estimar una

respuesta acertada, al margen de los datos que proporciona el enunciado.

7- Generalizar la solución de cada problema, de modo que pueda aplicarse con amplitud a otros.

G. La enseñanza del álgebra

El álgebra es una de las ramas en que se divide la matemática, surgió como una generalización de la aritmética. Para apreciar claramente los objetivos y la importancia de la enseñanza de la matemática, especialmente la enseñanza del álgebra se le divide en tres partes:

1. El álgebra como la técnica de las operaciones elementales con expresiones literales;
2. El álgebra como punto principal en la teoría de las ecuaciones de primer grado con una o más incógnitas, el estudio de la función de primer grado y las aplicaciones a la resolución de problemas;
3. El álgebra avanzada en donde se estudian teorías como la ecuación y funciones de segundo grado, progresiones, logaritmos, etc. en relación con la geometría analítica y con sus aplicaciones a la física, álgebra financiera. Estas tres partes se complementan tanto en el aspecto científico como en el aspecto didáctico. La primera parte, que se puede identificar como la técnica operatoria tiene como objetivo familiarizar al alumno con el manejo de las operaciones fundamentales con expresiones literales, enteras y fraccionarias, además con el uso de signos, paréntesis, operaciones con igualdades, factorización, etc.

En esta parte la labor en el adiestramiento en el uso de fórmulas constituye un aprendizaje mecánico, pero que cuando se enseña mal el alumno tiende a memorizar mecánicamente técnicas operatorias. Pero si se enseña bien esta parte del álgebra, el alumno puede adquirir valores formativos y de preparación para otros estudios que son muy aplicables. El carácter de máxima generalidad y abstracción de las fórmulas que se manejan y que hacen que el razonamiento utilizado en las teorías algebraicas sea el prototipo del razonamiento formal. Por lo tanto la abstracción y generalidad son las características de esta parte del álgebra que le dan importancia formativa.

En la segunda parte, señala Toranzos (1963: 313):

"El estudio de las ecuaciones de primer grado y sus aplicaciones, tiene mucha importancia desde el punto de vista didáctico. Pocos temas de la matemática presentan tanta riqueza de motivos educativos y de aplicación como este capítulo del álgebra. En primer lugar, allí pueden ponerse en práctica, con las ventajas que los caracterizan, los procedimientos activos de la enseñanza, ejercitando el poder de raciocinio original en la solución de problemas de los tipos más variados".

El profesor debe aprovechar al máximo la motivación que produce el interés por los problemas por parte de los alumnos ya que la satisfacción que para ellos representa dominar métodos tan útiles y generales les permiten dar soluciones a los más variados problemas, ya sea de la vida diaria, de la física, del comercio, etc. El alumno debe aprender a interpretar matemáticamente problemas o sea encontrar un esquema formal, ecuación o sistema de ecuaciones que representen las relaciones entre los elementos reales a que se refiere el problema; y otros elementos desconocidos que constituyen las incógnitas o variables. La técnica de las ecua

ciones permite determinar éstas cuando se conocen algunas de las variables.

La tercera parte que corresponde a el álgebra avanzada permite que se pueda afinar en el rigor lógico y matemático de la enseñanza.

La enseñanza del álgebra se inicia en forma elemental en los primeros cursos de la enseñanza secundaria, como consecuencia natural de la aritmética.

La teoría de las ecuaciones de primer grado o las llamadas ecuaciones lineales debe darse con un conveniente número de ejercicios para dominar el método de resolución de ecuaciones lineales y luego con una gran cantidad de problemas en lo posible con contenido concreto, sacado de la realidad del alumno y que presenten interés para ellos. Luego se deben enseñar los sistemas de ecuaciones lineales con dos variables. Se sugiere que se dé paralelamente la función lineal y ecuaciones de la recta, ligando ambos temas.

H. Evaluación del aprendizaje

A continuación se presentan aspectos importantes de la evaluación, tales como: la medición y la evaluación del aprendizaje de la matemática.

1. La medición en educación. En el área de la educación, medir significa determinar mediante instrumentos adecuados, aspectos cuantitativos y cualitativos del comportamiento humano. La medida del rendimiento en la educación sistemática, en las escuelas, se llamará "medida

de escolaridad"; medida del rendimiento del alumno en el aprendizaje escolar. La medida de escolaridad tiene dos funciones principales:

- a. Acompañar el proceso de aprendizaje, diagnosticarlo y controlarlo;
- b. Seleccionar y clasificar estudiantes para el aprendizaje.

Las pruebas y tests son fundamentalmente procedimientos didácticos de acompañamiento del aprendizaje, de diagnóstico y control. Sirven para determinar el grado en que se logran los objetivos fijados y la eficacia de la enseñanza y de las actividades planeadas y promovidas por el profesor. Es decir, las pruebas y tests son instrumentos de medida no sólo del aprendizaje de los alumnos, sino también de la eficacia del profesor.

2. Evaluación del aprendizaje de la matemática. Según la taxonomía de B. Bloom y colaboradores (1975: 60), una estrategia para medir el rendimiento en matemática que se ha empleado hasta cierto punto en una variedad de contextos es estratificar los resultados de la instrucción de la matemática de dos maneras: en primer lugar, por tipos de contenido de matemática, y en segundo lugar por niveles de conducta.

a. Conductas en el área de matemática.

1) Dominio Cognoscitivo.

a) Computación: incluye conocimientos de hechos específicos, conocimiento de terminología y capacidad de realizar algoritmos.

b) Comprensión: Comprende conocimientos de conceptos,

principios, reglas y generalizaciones, conocimiento de la estructura matemática, capacidad para transformar elementos de problemas de una modalidad a otra, capacidad para seguir una línea de razonamiento y para leer e interpretar un problema.

c) Aplicación: Incluye la capacidad para resolver problemas de rutina, hacer comparaciones y analizar datos, reconocer modelos, isomorfismos y simetrías.

d) Análisis: Capacidad para resolver problemas no rutinarios y descubrir relaciones, construir demostraciones, formular y validar generalizaciones.

2) Dominio afectivo

a) Intereses y actitudes: Incluye actitud, interés, motivación, ansiedad y valoración de sí mismo.

b) Apreciación: Incluye la intrínseca, extrínseca y la operacional.

b. Planeación de las pruebas en el aula. Al planear una prueba deben considerarse todos los objetivos educacionales. Una vez que hemos identificado los objetivos y los productos del aprendizaje que pueden medirse mediante pruebas por escrito, la tarea principal es elaborar una prueba que mida adecuadamente los cambios que se proponen en el alumno. Esta tarea puede facilitarse con una tabla de especificaciones, que es una tabla por coordenadas que relacionan los productos del aprendizaje que se desean con el contenido del curso que se utiliza para las transformaciones del comportamiento.

- c. Construcción de pruebas en el aula: Según Gronlund (1973: 262):

"La habilidad para construir elementos de prueba de óptima calidad requiere un conocimiento de los principios y las técnicas de construcción de pruebas así como destreza en su aplicación".

Los términos para la construcción de elementos de contestación corta, elementos de cierto o falso o de respuesta alternativa están restringidos a la medición de los productos de memoria. En términos generales no son adecuados para medir comprensiones, habilidades del pensamiento y otros tipos de complejos de aprovechamientos. El elemento de selección múltiple consiste en un problema o una aseveración incompleta y una lista de soluciones de alternativa.

La forma de selección múltiple es sumamente flexible y puede usarse para medir varios productos del aprendizaje a los niveles de conocimiento y de comprensión.

La ventaja principal del elemento de selección múltiple es su aplicabilidad en la medición de varios aspectos del aprovechamiento.

La pregunta de ensayo es especialmente útil para, medir aquellos aspectos del aprovechamiento complejo que no pueden medirse por medios más objetivos como:

- 1) La capacidad de suministrar más bien que nada más de reconocer interpretaciones y aplicaciones de datos;
- 2) La habilidad de seleccionar, organizar e integrar ideas en el ataque general de un problema. Aunque las preguntas

tas de ensayo dan una medida directa de productos significativos del aprendizaje, tienen varias limitaciones que restringen mucho su uso;

- a) La calificación tiende a no ser fiable;
- b) Al corregir las preguntas se toma mucho tiempo;
- c) Se obtiene un muestreo limitado del aprovechamiento.

En virtud de esto se sugiere que las preguntas de ensayo se limitan a las pruebas de aquellos productos que no pueden medirse mediante elementos objetivos.

I. Habilidad numérica

Thorndike dice:

"que la habilidad numérica consiste en problemas numéricos que hacen hincapié en la comprensión más que en la simple facilidad de cálculos".

Para esta investigación se utilizó de la batería del test de Aptitud Diferencial, el subtest de habilidad numérica.

Bennett, Seashore y Vesman, cuando desarrollaron el test de aptitud diferencial, usaron la siguiente definición de habilidad numérica: Mide la comprensión de relaciones numéricas y la facilidad para manipular conceptos numéricos.

1. Confiabilidad. Según Anastasi (1973: 74):

"La fiabilidad de un test se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por los mismos individuos cuando son examinados con el mismo test en diferentes ocasiones con conjuntos distintos de elementos equivalentes o bajo otras condi-

ciones variables de examen".

La confiabilidad de este instrumento es de 0.83 - 0.86, calculada por el método de división por mitades de Bennettr, Seashore y Wesman (1943).

2. Validez. Según Anastasi, (1973: 103):

"El concepto de validez del test se refiere a lo que éste mide y a como lo mide. Fundamentalmente, los procedimientos para determinar la validez de un test, se basan en las relaciones entre la actuación en dicho test y otros hechos observables independientes relativos al rasgo de conducta que se está considerando".

El coeficiente de validez del test de habilidad numérica es de 0.66 - 0.70 basado en la comparación de las puntuaciones obtenidas por un criterio externo que sean una medida directa del éxito académico. Las magnitudes de este coeficiente fueron calculadas por los autores antes citados.

J. Investigaciones realizadas

Se han realizado diversas investigaciones sobre el aspecto metodológico referente a la enseñanza de la matemática y física. A continuación se expondrán los aportes más importantes de algunas de estas investigaciones.

1. Hans Aebli, realizó una investigación sobre un experimento didáctico sobre la introducción del cálculo del perímetro y de la superficie del rectángulo. Se realizó ésta en 1949 entre junio y julio en dos cursos primarios de sexto grado. La edad media de los alumnos de

ambas clases era de 12 años 2 meses y de 12 años 5 meses respectivamente. La clase que recibió la nueva enseñanza fue la de una escuela sub-urbana de Zürich cuyos niños provenían de un ambiente mixto de obreros y campesinos, este grupo estaba constituido de 30 niños, 15 varones y 15 niñas. El grupo tradicional lo constituyó una clase de la escuela primaria de Kusnacht, rica población de Zürich. Los alumnos fueron 36, 14 varones y 22 niñas. El método tradicional era estrictamente intuitivo y el método experimental recibió enseñanza fundada en la psicología de Piaget en la que se trató de provocar una construcción progresiva de las operaciones por parte de los alumnos. Aebli, señala que el grupo experimental asimiló mejor las nociones y operaciones con menos frecuencia que los alumnos del grupo control, a pesar que las medias de ambos grupos son similares. En este experimento se utilizó una prueba inicial y una prueba final. El tema fue el mismo para ambos grupos, pero con el grupo experimental se trabajó más tiempo ya que el método que se utilizó es activo y requería de más tiempo que el método tradicional.

2. Silvia Villagra Gutiérrez, realizó una investigación con estudiantes del cuarto año del Colegio Americano de Guatemala bajo el título "El método modular, una alternativa para la enseñanza de la matemática en Educación Media" en 1978, para optar al grado académico de Maestría en Medición, Evaluación e Investigación Educativas. El tipo de investigación que utilizó fue la denominada experimental. La población que utilizó para su estudio está constituida por los tres grupos del cuarto año de bachillerato del Colegio Americano. Los grupos que corresponden al primer grupo tienen 24 alumnos; al segundo con 21 alumnos y el tercero con 31 alumnos. El grupo experimental lo formaron los estudiantes

que recibieron clase con el método modular y el grupo control lo formaron los alumnos que recibieron clase con el método tradicional. Estos grupos tuvieron como característica: similar nivel socioeconómico, edad oscilante entre los 15 y 17 años, una media de 113 aproximadamente, en cuanto al sexo si había desequilibrio en cuanto al número. Al grupo experimental se le distribuyó 11 folders numerados donde estaban los módulos, a los alumnos se les dio la instrucción de que iban a estudiar individualmente, que el profesor no iba a explicar, que al iniciar el módulo tenían los objetivos que ellos deberían alcanzar, que podían estudiar individualmente o en grupo. En el grupo control la clase consistía en exponer el tema por parte del profesor, podían hacer preguntas, se resolvían ejemplos en el pizarrón y se les dejaba "tarea" para la casa.

Tanto el grupo experimental como el de control, fueron manipulados por el mismo profesor para evitar diferencias individuales en la actividad docente, pero era un profesor nuevo para el grupo por un período corto. Los grupos eran tan pequeños que a los del grupo control se les dio bastante atención individual, ya que el tamaño del grupo lo permite (15, 12, 11).

En este experimento los resultados que se obtuvieron, fueron que no había diferencias significativas entre las medias de los dos grupos.

3. Bayardo A. Mejía, realizó una investigación sobre la enseñanza de la física y el aprendizaje de ésta. El experimento se llevó a cabo del 7 de junio al 13 de agosto de 1982 en el Colegio Americano de Guatemala.

El grupo de control estaba compuesto por 15 estudiantes y el grupo experimental por 22 estudiantes. En el grupo de control se utilizó el método tradicional que consistía en que el profesor explica y demuestra, es él quien inicia las nuevas ideas y quien elabora en el pizarrón y en las explicaciones en clase, el conocimiento por aprender. En el grupo experimental la metodología empleada fue la siguiente:

- a. adquisición de la información;
- b. puesta en común;
- c. clase magistral y algunas demostraciones;
- d. problemas y ejercicios a resolver, basados en lo aprendido;
- e. laboratorio;
- f. nuevos problemas; y
- g. evaluación.

El propósito de este estudio fue examinar el aspecto metodológico referente a la enseñanza de la física. En especial las variables responsables del éxito en el aprendizaje. Al iniciar el experimento se le pasó a ambos grupos una prueba que exploró si tenía o no los conocimientos, conceptuales e ideas necesarias para iniciar la unidad experimental. También se controló el cociente intelectual de ambos grupos ya que se pensó que éste podía ser una variable influyente en el resultado final o durante el experimento. El estudio mostró que el rendimiento de los estudiantes de la clase de física del grupo experimental fue más alto que el de los estudiantes a quienes no se aplicó la metodología experimental objeto de la presente investigación, por lo cual la hipótesis planteada en el estudio pudo ser comprobada.

4. Wenceslao R. De Los Ríos realizó una investigación sobre "Ejecución y Evaluación de un proyecto de Enseñanza programada para el mejoramiento de la Enseñanza del Cálculo" en la Universidad de Panamá en 1980, con estudiantes de primer año, para optar por el título de Master en Enseñanza de la Ciencia y Matemática en el Instituto de Matemática, Estadística y Ciencia de la Computación de la Universidad de Campinas en Brazil. Esta investigación se llevó a cabo durante dos años. En el experimento se utilizó cuatro grupos, el grupo A, con 34 estudiantes, se le aplicó el tratamiento de clase expositiva; al grupo B, con 25 estudiantes, se le aplicó la clase expositiva con motivación y atención por parte del profesor; al grupo C se le aplicó la técnica de enseñanza programada, este grupo estaba formado por 10 estudiantes; al grupo D, con 35 estudiantes, se le aplicó la técnica de enseñanza programada con motivación y atención por parte del profesor. Los resultados del experimento fueron los siguientes:

- a. Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos A y B;
- b. Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos A y C;
- c. Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos A y D;
- d. No existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos B y C;
- e. Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos C y D.

De estos resultados, se concluye que la técnica de enseñanza programada, la motivación del alumno por el estudio y la ayuda prestada por el profesor al grupo (en relación a explicaciones, aclaración de dudas, guía en la resolución de problemas y la cantidad de tipo de sesiones de práctica), fueron los principales factores que influyeron positivamente en el aprovechamiento del estudiante.



III. METODOLOGIA

En este capítulo, se presentan los aspectos metodológicos que sirven de base para esta investigación, el mismo comprende el planteamiento del problema, las hipótesis, las variables, diseño de investigación, paradigma, muestra, instrumentos y el procedimiento seguido.

A. Problema

En esta investigación se pretende dar respuesta al siguiente problema: ¿Produce el método de enseñanza experimental mayor habilidad para resolver problemas y aumenta el rendimiento en matemática que el método tradicional en grupos numerosos de estudiantes de nivel medio del sexo femenino?

B. Hipótesis

Se responderá a la pregunta mediante la formulación de las siguientes hipótesis que se someterán a prueba de significado estadístico a un nivel de $p_{\alpha} = 0.05$.

1. Hipótesis nula

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa, entre la media de los puntajes obtenidos en la prueba final de rendimiento por los estudiantes del grupo de control y la media de los puntajes obtenidos en la misma prueba por los estudiantes del grupo experimental.

Simbólicamente: $H_0: \bar{X}_e = \bar{X}_c$

2. Hipótesis alterna

H_1 : La media de los puntajes, obtenidos en la prueba final de rendimiento, de los estudiantes del grupo experimental, es significativamente mayor que la media del grupo control.

Simbólicamente: $H_1: \bar{X}_e > \bar{X}_c$

C. Definición de variables

La variable independiente de esta investigación está constituida por dos métodos de enseñanza que son: el tradicional y el experimental, los cuales se aplican a dos grupos de alumnas de nivel medio.

1. Método de enseñanza tradicional

En éste el profesor expone, explica y demuestra en la clase y los alumnos anotan la información que brinda el profesor. Este es el centro de todo el proceso enseñanza-aprendizaje y el alumno es pasivo y dependiente de lo que hace el profesor.

2. Método experimental

En éste el profesor y los estudiantes intercambian conocimientos a través de: guías de problemas, libros y discusión en clase. El estudiante es el responsable de su propio aprendizaje, con la orientación y guía del profesor. Se trabaja en forma individual y grupal, de tal manera que todos los estudiantes puedan alcanzar los objetivos trazados, ganando conocimientos, experiencias y habilidades en la resolución de pro -

blemas en forma activa y sin depender del profesor.

La variable dependiente de esta investigación está constituida por el Rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas con ecuaciones lineales. A nivel operacional, el rendimiento se define como los puntajes que obtienen los estudiantes en una prueba sobre conocimientos de matemática de tercer año básico. La habilidad para resolver problemas se define como la habilidad que demuestra el alumno frente a una situación nueva o similar a situaciones dadas anteriormente. Esta variable está constituida por los puntajes que los alumnos obtienen en la prueba final.

D. Diseño de investigación

En esta investigación se utilizó un diseño experimental en el que se aplicó bajo control tratamientos diferentes al grupo control y al experimental, Escotet (1976: 194), define a estos diseños como:

"El procedimiento para alcanzar información científica mediante la recolección de nuevas observaciones bajo condiciones controladas. Indudablemente el concepto control es el que distingue la experimentación de cualquier otra forma de investigación en las ciencias de la conducta".

Para el análisis de los datos se utilizó la prueba Z de diferencia entre las medias de los dos grupos para establecer si la diferencia entre los grupos era estadísticamente significativa.

E. Paradigma

El paradigma conceptual del diseño que se utilizó es el siguiente:

a	Y_a	X_1	Y_d	Grupo experimental
	<hr/>			
	Y_a	X_2	Y_d	Grupo control

Siendo:

- a : parcialmente aleatorizado
- X_1 : método experimental Y_a : prueba inicial
- X_2 : método tradicional Y_d : prueba final

F. Población y Muestra

La población utilizada para este estudio está constituida por las cinco secciones del tercer año del ciclo básico del Instituto Normal Para Señoritas Belén, establecimiento público del área urbana de la ciudad de Guatemala. Este establecimiento público de acuerdo al sistema educativo guatemalteco forma maestras de Educación Primaria Urbana.

Los grupos que fueron tomados corresponden al tercer año básico: sección "A" con 60 alumnas y, sección "E" con 51. Las edades de las alumnas oscilaba entre los 14 y 17 años. La clasificación de estos grupos en secciones fue hecha desde el inicio del año lectivo por la dirección del Instituto Normal Central para Señoritas Belén.

El grupo experimental en este caso lo formaron las alumnas que recibieron clase con el método experimental y lo constituyen 60 alumnas del tercer año básico sección "A". El grupo control lo formaron las alumnas que recibieron clase con el método tradicional del tercer año básico sección "E". Para decidir a qué grupo se le aplicaba el método tradicional y a cuál el método experimental se azarizó.

Entre las razones que motivaron a la autora a investigar con alumnas del Instituto Normal Central para Señoritas Belén se encuentran las siguientes: la cantidad numerosa de alumnas que hay en los grupos y que pertenecen a un nivel socioeconómico medio bajo.

Estos grupos tuvieron como características: similar nivel socio-económico, edad oscilante entre los 14 y 17 años, una media de habilidad numérica de aproximadamente 4.3 que corresponde a la norma de los estudiantes del sexo femenino en la ciudad de Guatemala; en cuanto al sexo, toda la población y muestra son del sexo femenino.

G. Instrumentos

Se utilizaron tres instrumentos:

1. Test de habilidad numérica: se aplicó este test a las alumnas ya que la habilidad numérica se relaciona con la capacidad de razonamiento, manejo de conceptos numéricos, realización de operaciones y la comprensión de relaciones cuantitativas. La confiabilidad de este test es de 0.83 a 0.86 calculada por el método de división por mitades de Bennett Seashore y Wesman (1943). La validez de este instrumento es de 0.66 a 0.70 basada en la comprensión de las puntuaciones obtenidas por el criterio externo que establece que sea una medida directa del éxito académico. La medida de este test, atendiendo a la norma de la ciudad de Guatemala para el sexo femenino con una muestra de 1525 casos, es de 4.37 con una desviación típica de 2.79, la media para el sexo masculino, para la ciudad de Guatemala con una muestra de 1652 casos, es de 5.21, con una desviación típica de 3.49. Este test de Aptitud Diferencial en su forma A,

para el tercero básico, fue normalizado en agosto de 1978 por el Ministerio de Educación Pública de Guatemala.

2. Prueba inicial de Matemática: Esta primera prueba de rendimiento fue aplicada a ambos grupos el mismo día y a la misma hora. Con esta prueba se buscaba conocer el nivel de conocimiento matemático de ambos grupos con respecto al conocimiento que deberían tener para dar inicio al experimento. Esta prueba inicial tenía 20 ítems y se desarrolló en 35 minutos aproximadamente. Se hizo con esta cantidad de ítems porque las alumnas disponen únicamente de 35 minutos para la clase de matemática, por lo tanto, no se puede administrar una prueba más larga ya que esto provocaría que no la resolvieran en su totalidad; por eso es que se adaptó al poco tiempo que disponían para la clase de matemática. La validez de este instrumento es una validez de contenido logrado a través de una tabla de especificaciones, tomando en cuenta los objetivos del experimento.

La confiabilidad de esta prueba fue obtenida aplicando la fórmula KR21 y fue de 0.53.

3. Prueba final: Esta prueba que consta de 20 ítems y fue aplicada a ambos grupos con una duración de aproximadamente 40 minutos, fue una prueba basada en la resolución de problemas con el objetivo de determinar si las alumnas habían logrado desarrollar esta habilidad.

La validez de este instrumento es una validez de contenido lograda a través de una tabla de especificaciones.

La confiabilidad de esta prueba fue obtenida aplicando la fórmula

KR21, obteniéndose un coeficiente de 0.73.

La prueba inicial y la prueba final fueron elaboradas por la autora de este trabajo.

H. Procedimientos

Antes de iniciar el experimento, se coordinó con los profesores de los dos grupos que iban a participar en la investigación. Se elaboró un proyecto de unidad de trabajo que contempló los mismos objetivos, contenidos, bibliografía y tiempo para el tratamiento. La única diferencia que se estableció fue el método de enseñanza. Se dispuso que una profesora del Instituto Normal de Señoritas Belén se encargara del grupo control y que la autora de esta investigación se encargara del grupo experimental.

Luego, en forma aleatoria se decidió qué grupo iba a constituirse en el grupo control y el otro en el experimental.

Las dos profesoras de la escuela estaban dispuestas a trabajar con el método tradicional de enseñanza. Los temas matemáticos que se desarrollaron fueron: ecuaciones de primer grado con una incógnita, ecuaciones equivalentes, resolución de ecuaciones y resolución de problemas que requerían el uso de ecuaciones de primer grado.

El 27 de mayo se le aplicó a las alumnas de los dos grupos el test de habilidad numérica y el 30 de mayo la prueba inicial. Las clases se iniciaron el 31 de mayo y terminaron el 30 de junio. La prueba final se aplicó el 13 de julio, y ésto ocurrió así ya que no se pudo aplicar antes

porque las alumnas se declararon en huelga por problemas educativos del país.

1. Procedimiento en las clases

a. Grupo Control: en el grupo control se utilizó el método tradicional que consistía en que la profesora explica y demuestra, es la figura central de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes dependen de lo que realice la profesora, las alumnas demuestran una actitud pasiva. La profesora explicaba y resolvía los problemas en el tablero o pizarrón y las alumnas lo anotaban en sus cuadernos. La profesora asignaba tareas que muchas veces no se corregían derivado de no haber suficiente tiempo producto del exceso de alumnas en el aula. Generalmente las alumnas estudian (si es que estudian) un día antes del ejercicio anunciado por la profesora.

b. Grupo Experimental: en éste la autora utilizó el método experimental de enseñanza que incluyó los siguientes pasos:

1) Información del contenido. Al inicio del experimento la profesora distribuyó 4 guías de problemas que debían desarrollar durante el mes que iba a durar el experimento. Se les indicó la bibliografía que se requería para trabajar con ecuaciones lineales y se les pidió por lo menos un libro para que lo llevaran al aula para que les sirviera de consulta, se les sugirió que utilizaran los servicios de la biblioteca, pero como había pocos libros nada más pudieron conseguir dos libros para todo el grupo. En vista de esta dificultad se fotocopiaron de varios libros que desarrollaban este tema y se entregó a

las alumnas por grupos. Algunas alumnas sacaron fotocopias en forma individual. Se distribuyeron 10 folletos, uno por cada grupo para que se informaran del tema que se estaba trabajando, ya una vez equipadas del material necesario, se entregaron guías del tema por día. La primera semana trabajaron en forma individual y luego en grupos de 5 y 6 estudiantes; en vista que había muchas alumnas (64) el trabajo en grupo no permitía un óptimo trabajo, así que se decidió alternar la forma de trabajo, dándole énfasis al trabajo individual de las alumnas.

2) Discusión de la información entre los estudiantes y el profesor. Al inicio de la clase se daban diez minutos para que se revisara la teoría que necesitaba para resolver los problemas asignados del día. Una vez concluido este tiempo trabajaban sus problemas. Luego diez minutos antes de finalizar la clase se discutían los problemas, sobre todo aquellos que les fueron difíciles a las alumnas, algunas veces ellas deseaban que el docente se los resolviera, pero se solicitaba la ayuda de las alumnas que habían resuelto correctamente estos problemas. Ellas les hacían preguntas, que las muchachas respondían al inicio con timidez y luego con confianza. Generalmente las alumnas resolvían los problemas de mayor interés en el pizarrón y en muchas ocasiones se suscitaban discusiones sobre cómo era la mejor forma de resolver estos problemas. En esos casos, el docente las orientaba de tal modo que eran ellas las que decidían el camino correcto de resolver determinado problema. Al final del período de clase el docente hacía un resumen de lo que se estaba haciendo y les señalaba los errores que cometían y que les dificultaba su avance en la resolución de las ecuaciones. Se estableció que las alumnas a este nivel aun no pueden trabajar con ecuaciones linea

les que contengan fracciones y decimales; además, las operaciones con paréntesis les resultaba difícil al trabajar con ecuaciones. En estos aspectos el docente trabajó intensamente con ellas, asignándoles más trabajo de manera que tenían que practicar bastante, hasta que la mayoría pudo trabajar las ecuaciones sin dificultad. Como el tiempo fue una limitante (35 minutos la hora clase) para desarrollar todo lo planeado diariamente, dentro de las circunstancias, se atendieron las diferencias individuales de tal manera que a las más adelantadas se les suministraba otra lista de problemas. Cuando éstas terminaban, se les revisaba en presencia de ellas y luego se les designaba trabajo con sus compañeras más lentas. Lo importante fue que la mayoría alcanzó los objetivos que se habían trazado en el experimento. En este aspecto sirvió el trabajo en grupo ya que ellas podían intercambiar información y aclarar dudas. Si no podían, acudían al docente quien con la ayuda de ellas resolvía sus dudas.

3) Problemas para resolver en el aula y fuera de ella.

Diariamente las alumnas resolvían problemas en el aula, una vez leído el material necesario para ello. Se les asignaba problemas nuevos para que los trabajaran fuera del aula, además de las tareas a las que se les daba una calificación, esto era con el objetivo de que todas resolvieran sus problemas asignados. Algunos problemas nuevos que se les daba adicionalmente eran sobre todo para las alumnas más capaces e interesadas en seguir trabajando, también se les asignaba una calificación para motivarlas. A las otras no se les exigía esto ya que lo más importante era que resolviesen sus problemas del día y no se atrasaran.

4) Evaluación constante por el docente. Con el objetivo de que las alumnas estudiaran todos los días se les aplicaba semanalmente dos pruebas cortas de uno o dos problemas con 10 minutos de duración. Estas pruebas se aplicaban al inicio de la clase; generalmente en dichas pruebas se les ponía uno o dos problemas asignados en las clases anteriores. A las alumnas que no habían resuelto bien los problemas se les corregía y luego se les pedía que en su hoja de ejercicios entregaran corregidos él o los problemas al docente. Con ello se corregía su calificación, ya que lo que interesaba era que resolviesen los problemas correctamente.

A las alumnas que resolvían bien sus problemas se les estimulaba con una buena nota. Además, se les anotaba en sus exámenes comentarios como: muy bien, siga así o bien, puede mejorar. Estas notas de estas pruebas tenían valor para su calificación final.

Este trabajo experimental fue arduo y un poco difícil, sobre todo al inicio del experimento, ya que las alumnas no están acostumbradas a este tipo de experimentos.

En conclusión, este método es activo ya que el alumno es el principal ejecutor de su propio aprendizaje y el profesor es un guía y orientador en el proceso de enseñanza-aprendizaje.



IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación.

A. Estadísticas descriptivas

Se calcularon las siguientes estadísticas descriptivas: medias, desviaciones típicas, amplitudes observadas y posibles para el test de habilidad numérica, la prueba inicial y la prueba final.

En los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3 se presentan estas estadísticas descriptivas para el test de habilidad numérica y las dos pruebas que se aplicaron.

Cuadro 4.1

Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en el test de habilidad numérica para la alumnas de tercero básico en los dos grupos.

Grupo	n	\bar{X}	s	Amplitud Observada	Amplitud Posible
Control	51	4.20	2.41	-0.75 - 12.75	-10 - 40
Experimental	60	4.31	2.64	-0.75 - 11.75	-10 - 40

En el cuadro 4.1 puede observarse que la media mayor corresponde a

la del grupo experimental y la media menor a la del grupo control, con una diferencia de 0.11; la desviación estándar mayor corresponde al grupo experimental y la menor correspondiente a la del grupo control con una diferencia de 0.23. En relación con la amplitud observada la mayor corresponde a la del grupo control y la menor a la del grupo experimental.

Cuadro 4.2

Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en la prueba inicial por las alumnas de tercero básico en ambos grupos.

Grupo	n	\bar{X}	s	Amplitud Observada	Amplitud Posible
Control	51	3.69	2.18	1 - 9	0 - 20
Experimental	60	3.43	2.01	1 - 10	0 - 20

En el cuadro 4.2 puede apreciarse que la media mayor corresponde al grupo control y la media menor al grupo experimental, con una diferencia de 0.26. En lo referente a la desviación estándar, la mayor corresponde a la del grupo control y la menor a la del grupo experimental con una diferencia de 0.17. La mayor amplitud corresponde al grupo experimental y la menor al grupo control.

En el cuadro 4.3, que aparece en la página siguiente, puede observarse que la media mayor corresponde al grupo experimental y la media menor corresponde al grupo control con una diferencia de 5.26. En relación a la desviación estándar, la mayor corresponde al grupo experimental y la menor al grupo control, con una diferencia de 1.28. La mayor amplitud

corresponde al grupo experimental y la menor al grupo control.

Cuadro 4.3

Estadísticas descriptivas correspondientes a los puntajes obtenidos en la prueba final por las alumnas de tercero básico en los dos grupos.

Grupo	n	\bar{X}	s	Amplitud Observada	Amplitud Posible
Control	51	6.88	2.37	2 - 12	0 - 20
Experimental	60	12.14	3.65	3 - 18	0 - 20

B. Estadística inferencial

Para someter a prueba estadística de significado a las hipótesis planteadas, se utilizó la prueba Z, de la diferencia entre medias del grupo control y del experimental para los resultados del test de habilidad numérica, la prueba inicial y la prueba final.

En el cuadro 4.4, que aparece en la página siguiente, se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa a nivel alfa de 0.05 entre la media del grupo experimental y el grupo control en el test de habilidad numérica y la prueba inicial. Sin embargo, en la prueba final con un nivel alfa de 0.05 y cálculo unilateral, la media del grupo experimental es estadísticamente mayor que la media del grupo control.

Cuadro 4.4

Estadísticas Inferenciales correspondientes a los puntajes obtenidos en los test de habilidad numérica, prueba inicial y prueba final, por las alumnas de tercero básico en ambos grupos.

Test	Nivel de sig nificancia	Z Observada	Z Crítica	Conclusión
1. Habilidad Numérica	0.05	0.23	1.96	Diferencia No sig.
2. Prueba Inicial	0.05	0.66	1.96	Diferencia No sig.
3. Prueba Final	0.05	9.22	1.64	Diferencia Sig.

Diferencia No sig. = Diferencia no significativa

Diferencia Sig. = Diferencia significativa

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se discuten los resultados presentados en el capítulo anterior y se hacen recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en la presente investigación.

A. Prueba de hipótesis

Los grupos son homogéneos, es decir se encuentran en igualdad de condiciones antes de iniciar el experimento, en cuanto a su habilidad numérica y conocimientos en la prueba inicial.

Debido a que el análisis de los resultados obtenidos con la prueba Z y operados en una calculadora fx 3600, indican que con un alfa de 0.05 no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias del grupo control y del grupo experimental, por lo que NO se rechaza la hipótesis nula.

En relación a los resultados de la Prueba Final, el análisis realizado con la prueba Z, indica que a un nivel de alfa de 0.05 la media del grupo experimental es mayor que la media del grupo control, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis experimental, que afirma que: H_1 : "La media de los puntajes, obtenidos en la prueba final de rendimiento, de las estudiantes del grupo experimental, es significativamente mayor que la media del grupo control".

B. Conclusiones

En base a lo anterior, se plantean las siguientes conclusiones:

1. Los resultados de este estudio solo se pueden generalizar a poblaciones similares a la investigada.
2. De los resultados obtenidos se infiere que el método propuesto dio el resultado esperado. Las alumnas del grupo experimental aumentaron su rendimiento académico y su habilidad para resolver problemas en la clase de matemática.
3. El método mostró lo importante que es para el aprendizaje el trabajo individual y en grupo para la resolución de problemas, así como ponerle atención a las dificultades que tienen las alumnas para abstraer y transferir sus conocimientos. Se utilizó el principio de ir de lo simple a lo complejo (método inductivo), de tal manera que se les brindó oportunidad a aquellas alumnas que necesitaban nivelarse para que pudieran alcanzar los objetivos planteados.
4. Este método le permitió a las alumnas trabajar con libertad y disciplina ya que ellas podían consultar con sus compañeras, con los libros y con el profesor para aclarar sus dudas.
5. Este método le permitió a las alumnas comprender que ellas realmente son las responsables de su propio aprendizaje ya que aprendieron a través de su propio esfuerzo; es decir, el papel del estudiante es activo y no pasivo.
6. El método produce en los estudiantes un cambio positivo de acti-

tud, que puede ser transferido a otras actividades y queda como un estímulo interno para un aprendizaje permanente.

7. Las alumnas consideran al profesor como un guía, orientador y facilitador del aprendizaje y no como un procesador de conocimientos.

C. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda que:

1. Se repita este tipo de investigación con estudiantes de institutos públicos de varones, institutos mixtos públicos y privados.
2. Se estimule al profesor para que utilice este método activo con el objetivo que aumente el aprendizaje de la matemática de sus alumnos.
3. El profesor trabaje con libertad y tranquilidad de manera que pueda enfocar su trabajo en lo que hacen y aprenden en realidad sus alumnos y no solamente en cubrir un programa.
4. Todas las escuelas públicas de Guatemala se les provea de una buena biblioteca con suficiente variedad y cantidad de libros para que los estudiantes tengan los libros que necesitan.
5. Se estimule a los estudiantes a usar la biblioteca para que encuentren, por diferentes medios, la información indispensable para su formación académica.

6. El profesor oriente a sus estudiantes para alcanzar éxito en la clase de matemática y que no se constituya él en la única fuente de información.
7. Discuta con sus estudiantes la evaluación que se realiza y que trate de darles la oportunidad a todos de alcanzar los objetivos trazados, aumentando la frecuencia de las evaluaciones.
8. El docente se actualice respecto a las nuevas tendencias para la enseñanza de la matemática.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aebli, H. Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget.
1972 Buenos Aires, Editorial Paidós. 208 pp.
- Anastasi, A. Tests Psicológicos. España, Editorial Aguilar.
1973 784 pp.
- Bennett, Seashore y Wesman. Manual for the Differential Aptitude Tests.
1959 New York, The Psychological Corporation. 163 pp.
- Beth, Piaget y otros. La enseñanza de las matemáticas. Madrid,
1971 Editorial Aguilar. 181 pp.
- Bloom, B., Hasting, T. y Madaus, G. Evaluación del aprendizaje.
1975 Buenos Aires, Editorial Troquel. 309 pp.
- Bordenave, J. y Pereira, A. Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje.
1982 Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura,
San José, Costa Rica. 375 pp.
- De Los Ríos, W. Ejecución y Evaluación de un proyecto de enseñanza programada para el mejoramiento de la enseñanza del Cálculo.
1980 Brazil, Campinas. 113 pp.
- DINACAPED. Didáctica de la matemática al nivel medio. Quito Ecuador.
1987 67 pp.
- Downie, N.M. y Heath, R.H. Métodos Estadísticos Aplicados. México,
1986 co, Editorial Harla. Quinta edición. 380 pp.
- Escotet, M. Estadística Psicoeducativa. México, Editorial Trillas.
1976 281 pp.
- Gagné, R. Las condiciones del Aprendizaje. Madrid, España. Editorial Aguilar.
1971 273 pp.
- Gagné, R. Principios básicos del aprendizaje para la instrucción.
1975 México, Editorial Diana. 199 pp.
- García, E. y Rodríguez, H. El maestro y los métodos de enseñanza.
1987 Editorial Trillas. Segunda edición. México. 75 pp.
- Gronlund, Norman E. Medición y Evaluación en la enseñanza. México,
1973 co, Editorial Pax-México. 630 pp.

- Hammonds, C. y Lamar, C. La enseñanza. México, Editorial Trillas.
1972 204 pp.
- Inhelder y Piaget. De la lógica del niño a la lógica del adolescente.
1972 Buenos Aires, Editorial Paidós. 294 pp.
- Mejía, Bayardo. La enseñanza de la Física, una propuesta experimental.
1982 Guatemala, Universidad del Valle. 68 pp.
- Nordberg, H. Bradfield, J. y Odell, W. La enseñanza en la escuela media.
1970 Argentina, Editorial Inmobiliaria Florida, segunda edición.
343 pp.
- Polya, G. Cómo plantear y resolver problemas. México, editorial Trillas
1975 quinta edición. 215 pp.
- Rogers, C. Libertad y creatividad en la educación. Buenos Aires, Edito
1975 rial Paidós. 256 pp.
- Shulman, L., Keislar, E. Aprendizaje por descubrimiento, Evaluación crí-
tica. México Editorial Trillas. 251 pp.
- Thorndike, R. y Hayen E. Tests y técnicas de medición en psicologías y
educación. México, Editorial Trillas. 733 pp.
- Toranzos, F. Enseñanza de la matemática. Buenos Aires, Editorial Kape-
1963 lusz. 372 pp.
- Vides, W. Factores que afectan el rendimiento del alumno en matemática.
1984 Guatemala, Universidad del Valle. 64 pp.
- Villagra, S. El método modular, una alternativa para la enseñanza de la
matemática en la educación media. Guatemala, Universidad del
1978 Valle. 90 pp.

ANEXO A

Tabla de especificaciones para la prueba inicial
sobre ecuaciones lineales

CONTENIDO	OBJETIVOS CONOCIMIENTO	COMPRENSION	APLICACION	ANALISIS	TOTAL ITEMES	PORCENTAJE CONTENIDO
1. Ecuación lineal con una variable	1	1	2		4	20
2. Propiedades de las ecuaciones lineales	1		1	1	3	15
3. Resolución de ecuaciones	1	1	5		7	35
4. Resolución de problemas con ecuaciones lineales			4		4	20
5. Representación gráfica			2		2	10
Total- ítemes	3	2	14	1	20	↓
% - objetivos	15	10	70	5	→	100



ANEXO B

Prueba inicial de ecuaciones lineales

INSTITUTO NORMAL CENTRAL PARA SEÑORITAS BELEN

NOMBRE: _____ FECHA: _____ GRADO: _____

INSTRUCCIONES: Coloque a la derecha, la letra a que corresponde su respuesta correcta en cada uno de los problemas siguientes.

1. Para cualquier v, w, z . Si $v+w=z+w$ entonces: _____
 - a. $v = z$
 - b. $z = w$
 - c. $z - w = v$
 - d. $z - v = w$

2. Si $x-2=7$ entonces x es igual a: _____
 - a. 7
 - b. 2
 - c. 9
 - d. 5

3. Si $0.8=x-75.7$ entonces x es igual a: _____
 - a. 76
 - b. 76.5
 - c. 75.7
 - d. 75

4. Si $5x-4=3x+8$, su solución es: _____
 - a. $x = 10$
 - b. $x = 6$
 - c. $x = -6$
 - d. $x = 11$

5. Para cualquier a y b , $c \neq 0$, si $a=b$ entonces: _____
- a. $a/c = b$
 - b. $a = b/c$
 - c. $a/c = b/c$
 - d. $a/c = b/d$
6. Si $5x + 2x - 4 = 10 = 30$ su solución es: _____
- a. $44/7$
 - b. 44
 - c. 40
 - d. $-40/7$
7. 18 aumentado en 4 veces un número es: _____
- a. $18 + x$
 - b. $18 + 4x$
 - c. $18 + 4$
 - d. n.a
8. La solución de $2(3-z) = 16 - 2(3+2z)$ es: _____
- a. -2
 - b. 2
 - c. 1
 - d. -1
9. La solución de $5(4y+2) = 13 - 4(2+y)$ es: _____
- a. -5
 - b. -24
 - c. $5/16$
 - d. $-5/24$
10. Una ecuación que represente la siguiente proposición "Doce es cinco más que seis por x ", es: _____
- a. $12 = 5+x$
 - b. $12 = 6+5x$
 - c. $12 = 5+6x$
 - d. $5 + 6 = 12$

11. Cinco veces la suma de un número, y 2 es 45. Cuál es el número?
a. 5 _____
b. 45
c. 2
d. 7
12. El mayor de dos números es 8 menos que 2 veces el más pequeño. El número mayor se representa como: _____
a. $2x - 8$
b. 8
c. $2x + 8$
d. $8 - 2x$
13. El segundo de dos números es cinco veces el primero. Su suma es 42, ¿Cuáles son los números? _____
a. 42
b. 5
c. 7
d. 7
14. Juan tiene cuatro veces más monedas de 5 centavos que monedas de 10 centavos. En total, él tiene 90 centavos. ¿Cuántas monedas tiene de cada tipo? _____
a. 2,8
b. 5,5
c. 4,6
d. 6,2
15. La edad de María es el doble que la de Juana y hace 15 años la edad de María era el triple de la de Juana. ¿Cuáles son las edades de María y Juana respectivamente? _____
a. 30,90
b. 60,30
c. 90,30
d. 30,60

16. La suma de tres números enteros consecutivos es 156. ¿Cuáles son los números? _____

- a. 53, 52, 51
- b. 50, 51, 52
- c. 51, 52, 53
- d. 52, 53, 54

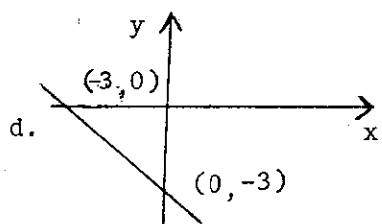
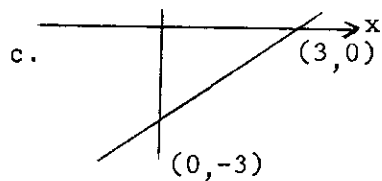
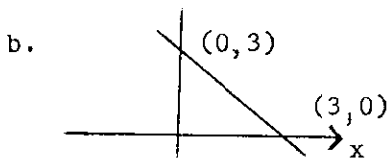
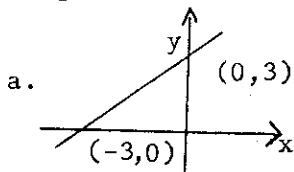
17. La solución de $3x - (2x - 1) = 7x - (3 - 5x) + (-x + 24)$ es: _____

- a. 2
- b. -2
- c. 1
- d. -1

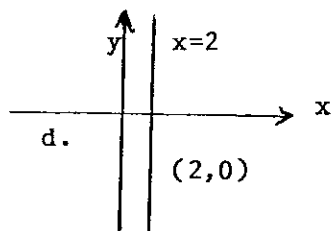
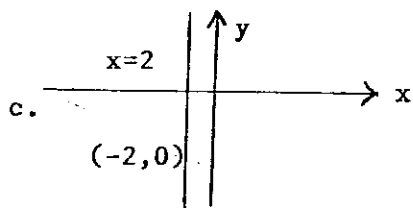
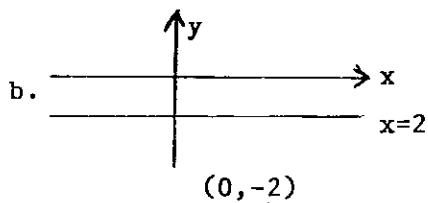
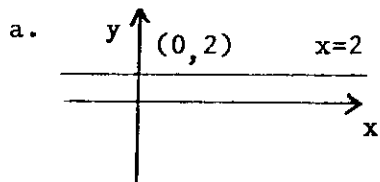
18. La solución de $5x + (-2x - x) + 6 = 18 - (-7x - 6) - 3x + 24$ es: _____

- a. $1/4$
- b. $-1/4$
- c. $3/4$
- d. n.a

19. La gráfica de la ecuación $y = x + 3$ es: _____



20. La gráfica de la ecuación $x=2$ es:





ANEXO C

Tabla de especificaciones para la prueba final
sobre ecuaciones lineales

OBJETIVOS CONTENIDO	CONOCI MIENTO	COMPREN SION	APLICACION	ANALISIS	TOTAL ITEMES	PORCENTAJE CONTENIDO
1. Ecuación lineal con una variable		1	1		2	10
2. Propiedades de las ecuaciones		1	1		2	10
3. Resolución de ecuaciones		1	6		7	35
4. Resolución de problemas con ecuaciones			4	5	9	45
Total - ítemes	-	3	12	5	20	↓
% - objetivos	-	15	60	25	→	100



ANEXO D

Prueba final de ecuaciones lineales

INSTITUTO NORMAL CENTRAL PARA SEÑORITAS BELEN

NOMBRE: _____ FECHA: _____ GRADO: _____

I. INSTRUCCIONES: Coloque a la derecha, la letra a que corresponde su respuesta correcta en cada uno de los siguientes problemas.

1. Al resolver la ecuación $4x-6= 10$, x es igual a: _____
 - a. 1
 - b. 4
 - c. 16
 - d. -4

2. Al resolver la ecuación $2y-8 = -7$, y es igual a: _____
 - a. $15/2$
 - b. 15
 - c. $1/2$
 - d. 1

3. La solución de la ecuación $5x-4 = 3x + 8$ es: _____
 - a. 6
 - b. $3/2$
 - c. 2
 - d. $1/2$

4. 15 aumentado en 4 veces un número es: _____
 - a. $15 + 4$
 - b. $15 + x$
 - c. $15 + 4x$
 - d. $15x + 4$

5. La solución de la ecuación $7n - 0.05 = 3.15 + 2n$ es: _____
- a. 0.77
 - b. 2.90
 - c. 0.35
 - d. 0.64
6. La solución de la ecuación $2(x-1) = 10$ es: _____
- a. $11/2$
 - b. 6
 - c. 4
 - d. 3
7. La solución de $5x - (3+2x) = 2(x+2)$ es: _____
- a. $7/3$
 - b. $5/3$
 - c. 7
 - d. -7

II. En cada uno de los siguientes problemas, coloque la respuesta correcta en el espacio provisto a la derecha.

Dé una ecuación para cada afirmación

8. Ocho más que un número es 12 _____
9. Dos disminuido en 4 veces x es 15. _____
10. La suma de x, y, 7 es 8 veces x. _____

Encuentre el número de:

11. Ocho más que un número es 13. _____
12. Ocho veces un número disminuido con el número es 35. _____
13. Un número incrementado con 5 es lo mismo que 37 disminuido con 7 veces el número. _____

14. Cinco veces la suma de un número, y 2 es 45. _____

15. Dos veces la suma de 6 y un número es lo mismo que 15 disminuído en ese número. _____

El más grande de dos números es 10 más que cinco veces el más pequeño.

Su suma es 34. Encuentre:

16. El más pequeño. _____

17. El más grande. _____

III. Resuelva los siguientes problemas, indicando todos sus cálculos.

18. Inés tiene cuatro veces más monedas de 5 que monedas de 10 centavos. En total, tiene 90 centavos ¿Cuántas monedas tiene de cada tipo?

19. $2[4-(2+3x)] = 4x + 5$

20. Seis veces la suma de un número, y, -4 es 30 . Encuentre el número. Verifique su respuesta.

