

De acuerdo con la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR  
Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996,  
México.

## Capítulo II De la Limitación a los Derechos Patrimoniales

### Artículo 148.-

*Las obras literarias y artísticas ya divulgadas podrán utilizarse, siempre que no se afecte la explotación normal de la obra, sin autorización del titular del derecho patrimonial y sin remuneración, citando invariablemente la fuente y sin alterar la obra, sólo en los siguientes casos:*

I. Cita de textos, siempre que la cantidad tomada no pueda considerarse como una reproducción simulada y sustancial del contenido de la obra;

II. Reproducción de artículos, fotografías, ilustraciones y comentarios referentes a acontecimientos de actualidad, publicados por la prensa o difundidos por la radio o la televisión, o cualquier otro medio de difusión, si esto no hubiere sido expresamente prohibido por el titular del derecho;

III. Reproducción de partes de la obra, para la crítica e investigación científica, literaria o artística;

IV. *Reproducción por una sola vez, y en un sólo ejemplar, de una obra literaria o artística, para uso personal y privado de quien la hace y sin fines de lucro. Las personas morales no podrán valerse de lo dispuesto en esta fracción salvo que se trate de una institución educativa, de investigación, o que no esté dedicada a actividades mercantiles;*

V. *Reproducción de una sola copia, por parte de un archivo o biblioteca, por razones de seguridad y preservación, y que se encuentre agotada, descatálogada y en peligro de desaparecer.*

Si usted es el autor de la obra y no desea que sea visualizada a través de este medio, favor de notificarlo por escrito a:

Universidad Autónoma de Nayarit. Dirección de Desarrollo Bibliotecario. Edificio de la Biblioteca Magna. Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n. Col. Los Fresnos. CP. 63190. Tepic, Nayarit.

O bien vía correo electrónico a: [ddb@uan.edu.mx](mailto:ddb@uan.edu.mx)

# Universidad Autónoma de Nayarit

*Facultad en Ciencias de la Educación*

División de Posgrado e Investigación

Maestría en Educación Superior



DOCUMENTO RECEPCIONAL

Estrategias Pedagógicas del Aprendizaje Significativo en las Matemáticas del  
Nivel Superior en el Instituto Tecnológico de Tepic

Que presenta:

Jorge Zavala Rodríguez

Para obtener el grado de

Maestría en Educación Superior

Xalisco Nayarit; Julio del 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su comprensión  
Cariño y amor.

A mi asesor, M.E.S. Rafael Hernández  
Navarrete, por su apoyo,

A la Universidad Autónoma de  
Nayarit y mi Facultad por la  
oportunidad recibida,

A mis amigos, Joaquín, Marco  
y Samaniego, por su sabiduría.

## INDICE

	Pág.
Introducción	1
Planteamiento del Problema	5
Objetivos	10
Marco Contextual	12
Marco Teórico	25
Metodología	70
Conclusiones	78
Bibliografía	80

## INTRODUCCION

Hoy en día, la revolución tecnológica y la cibernética, promueven en el estudiante más interés por inscribirse en una carrera que participe en dicho desarrollo, donde la enseñanza de las matemáticas ocupa un lugar fundamental en estos sistemas educativos. Se cree que el nivel de preparación científica y tecnológica puede aumentarse si el conocimiento matemático se enseña apropiadamente. Aunque no podemos predecir el tipo de matemáticas que se usará en el futuro, podemos estar bastante seguros que su utilidad continuará aumentando y que su aplicación se extenderá a muchos campos (Wenzelburger, 1992: 55).

El desarrollo de las habilidades para el estudio, es algo que en el nivel de educación superior, ha estado olvidado, debido a que se considera que el joven al llegar a este nivel ya alcanzó el desarrollo intelectual.

En la licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales, hablar de Matemáticas, provocan en el alumno, falta de motivación, temor, trauma, predisposición negativa y también aburrimiento y clases con

maestros tradicionalistas, debido a que se enfrenta a operaciones simbólicas abstractas fuera de su contexto real y simplista y esto a su vez se refleja en el rendimiento escolar. El uso de estrategias de aprendizaje que motiven a lograr una mayor integración en el estudio de matemáticas, ha sido una gran preocupación por los docentes del Instituto Tecnológico de Tepic.

La materia de Matemáticas I (Cálculo Diferencial e Integral), se imparte en el primer semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, en donde ésta área de conocimiento inicia, y pretende que el alumno obtenga una capacidad para la resolución de problemas de ingeniería.

El aprendizaje tiene como finalidad la adquisición de hábitos y conocimientos. Como parte del fenómeno educativo se sustenta en una gran número de disciplinas científicas; haciendo un recorrido sobre las diferentes teorías del conocimiento, desde el Racionalismo y el Empirismo hasta llegar al Constructivismo, que implica una

estructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos, esquemas que el aprendizaje posee en su estructura cognoscitiva.

La Teoría Cognitiva del aprendizaje humano en el aula, desarrollada por David Paul Ausubel, señala que todo aprendizaje en el aula puede ser situado en dos dimensiones: la primera conformada por el aprendizaje por recepción y por descubrimiento; la segunda formada por el aprendizaje por repetición y aprendizaje significativo, siendo el aprendizaje significativo por recepción, base para la presente investigación.

De la Teoría Psicogenética de Jean Piaget, se retoma su pensamiento: el desarrollo intelectual constituye un proceso adaptativo que continúa la adaptación biológica: asimilación, acomodación y equilibración. Los alumnos de la investigación se encuentran en el estadio de las operaciones formales, donde admite que el alumno es capaz de resolver problemas abstractos en forma lógica, tiene un pensamiento más científico y además desarrolla intereses de carácter social y de identidad.

De la Teoría Sociocultural del Desarrollo y el Aprendizaje, desarrollada por Lev Semiónovich Vygótski, se toman la forma en que se concibe al alumno como un ser social y al conocimiento como un producto social. Además la formación de las funciones psicológicas superiores, generadas a partir de la práctica instrumental, en cooperación social, en la Zona de Desarrollo Próximo.

Los aprendizajes significativos, requieren del sustento de las teorías mencionadas y es a partir de dichas teorías, de dónde surge la presente investigación, en alumnos del primer semestre, utilizando estrategias de aprendizaje y tomando en cuenta los diferentes factores del contexto donde se realiza, tratando de encontrar alternativas que faciliten la adquisición de aprendizajes significativos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el Instituto Tecnológico de Tepic, se ofrece a la sociedad educación a nivel superior, mediante 9 carreras, las cuales son:

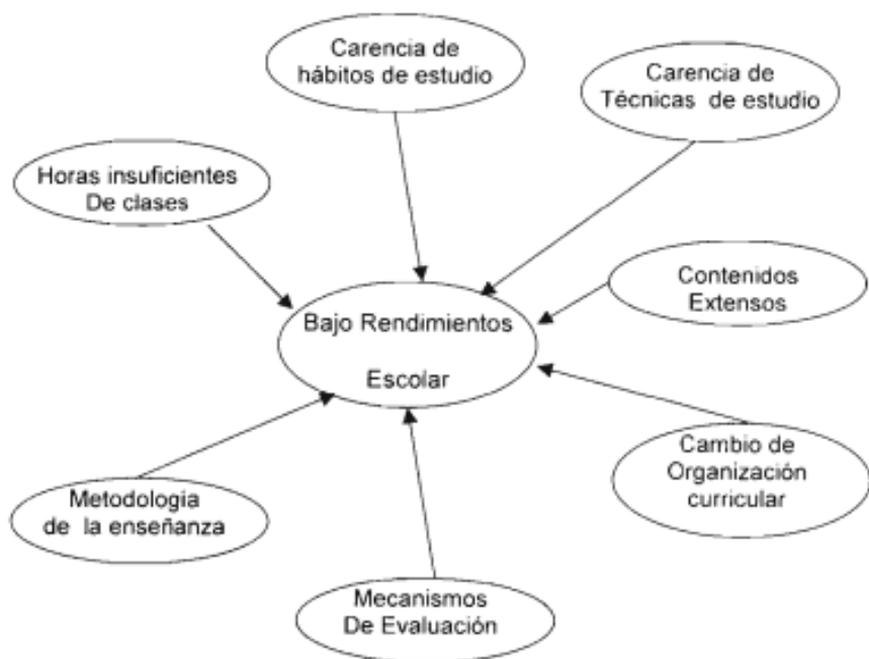
1. Licenciatura en Administración
2. Licenciatura en Informática
3. Arquitectura
4. Ingeniería Bioquímica en Alimentos
5. Ingeniería Eléctrica
6. Ingeniería Industrial
7. Ingeniería en Sistemas Computacionales
8. Ingeniería Química
9. Ingeniería Civil.

En cada uno de los mapas curriculares de las carreras, se encuentra ubicada la materia de Matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral), por lo que representa que el 100 % de los alumnos cursan dicha materia.

A lo largo de la historia del Instituto Tecnológico de Tepic, se han venido presentando altos índices de reprobación y bajos promedios de rendimiento escolar en la materia de Matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral).

Con todo lo anterior surge la pregunta:

¿De que manera apoyaría el uso de estrategias de enseñanza con enfoque Constructivista y de aprendizaje significativo, utilizadas por el profesor, para elevar el rendimiento escolar en los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales?

*Factores causales*

### *Horas Insuficientes de clases*

Las horas dedicadas al desarrollo de los contenidos programáticos varía de un grupo a otro, pero tienen una duración aproximada de una hora diaria, lo que puede resultar insuficiente para el tratamiento de algunos temas.

### *Contenido programático extenso*

El contenido programático es muy amplio y requieren de mayor tiempo que permita que los alumnos logren el aprendizaje de éstos.

### *Cambio de organización curricular*

El cambio que experimentan los jóvenes de bachillerato al del Instituto Tecnológico de Tepic, les provoca un desequilibrio inicial ya que en el Instituto se tiene una organización curricular basada en créditos y una serie de porcentajes, que implica un nivel de mayor participación del estudiante.

### *Metodología de la enseñanza*

Las estrategias de enseñanza consisten básicamente en la exposición de los temas por los profesores, en donde los profesores son profesionistas que no han llevado la capacitación pedagógica, lo que puede complicar la comprensión de los temas por parte de los alumnos.

### *Mecanismos de evaluación*

En los planes y programas no existe un sistema de evaluación, por lo que los profesores del Instituto al ser en su mayoría profesionistas, determinan a su libertad el sistema de evaluación.

## OBJETIVOS

### *Objetivo general:*

Analizar el efecto de utilizar estrategias de enseñanza y aprendizaje significativo con enfoque constructivista, en la materia de Matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral), con los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, en el Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit.

### *Objetivos específicos:*

- Indagar en el alumno estrategias de aprendizaje significativo, basadas en el constructivismo que utiliza.
- Describir el desarrollo de habilidades intelectuales de los estudiantes para el logro de aprendizajes significativos en las Matemáticas.

- Describir las estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje significativo de los alumnos y con que frecuencia son utilizadas por los docentes que imparten la materia.

## **MARCO CONTEXTUAL**

El Instituto Tecnológico de Tepic nació el 1 de octubre de 1975, como fruto de la conjugación entre gestión estudiantil y la decisión presidencial.

En 1972 se creó en la ciudad de Tepic, el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Número No. 84 (CE-CYT 84) para impartir estudios de bachillerato tecnológico y desde entonces operaba en las instalaciones de la Escuela Secundaria Técnica No. 1, durante el turno vespertino.

A finales de 1974 y principios de 1975, los jóvenes estudiantes del CECYT 84 se movilizaron en la búsqueda de sus instalaciones propias, apoyados por el Ing. José Guadalupe Lara Pérez, director del plantel, así como por la sociedad de padres de familia y la comunidad general. Elevaron su petición a las diversas autoridades municipales, estatales y federales hasta llegar a la Presidencia de la República.

El 6 de junio de 1975, el Presidente Luis Echeverría Álvarez durante su estancia en la ciudad de Tepic, no sólo atendió favorablemente la petición de los jóvenes nayaritas, sino que decidió crear el Instituto Tecnológico Regional de Tepic.

Por su parte, el licenciado Roberto Gómez Reyes, gobernador constitucional del Estado de Nayarit, a través del Fideicomiso de la Ciudad Industrial Nayarita, donó un terreno de veinte hectáreas para la construcción de las instalaciones del nuevo centro de estudios.

El 12 de septiembre de 1975, el ingeniero Víctor Bravo Ahuja, Secretario de Educación Pública, Autorizó oficialmente la conversión del CECYT 84 en Instituto Tecnológico Regional de Tepic y, de este modo, inició sus operaciones el 1 de octubre de 1975 con una población escolar de 868 alumnos.

## FUNCIONES

### *Docencia:*

Es una de las funciones sustantivas de la institución e indica el sistema más generalizado en la transmisión de conocimientos, ya sea a través de la formación como de conceptos formativos. Supone la relación fundamental maestro-alumno en el proceso enseñanza-aprendizaje pero incluye, como ámbito propio de las actividades académicas, el diseño de programas y el trazado de estrategias de apoyo a la enseñanza. La docencia se realiza por medio de los cursos que integran el currículo académico durante los períodos fijados, pero también en laboratorios, talleres y, en general, a través de una actitud de enseñanza permanente.

### *Investigación:*

En la práctica educativa, la investigación constituye un elemento central que incide en el quehacer académico. Las actividades de investigación se entrelazan con la docencia y la vinculación, dando un

sentido integral al trabajo cotidiano de la comunidad tecnológica. La articulación de la investigación con la docencia ocurre al incluir a los alumnos, desde el inicio de su formación, en proyectos que exploran la creación de nuevas tecnologías, la solución de problemas de su entorno y el análisis de su impacto. Así, al ofrecer el saber tecnológico a los sectores productivos, se contribuye a su modernización y se vinculan constantemente con la sociedad del proceso educativo.

*Extensión:*

Se considera como las actividades extraescolares como el deporte, la recreación, el arte y la difusión de la cultura que son elementos fundamentales que contribuyen a la creación de un cuerpo fuerte y sano, a fortalecer el espíritu y, a la vez, a impulsar las habilidades, actitudes y valores que perfilan al educando y lo comprometen con su entorno. Para el efecto, se consideran los programas, instalaciones y recursos humanos para la realización de actividades culturales, deportivas, recreativas y cívicas, dirigidas a propiciar una formación más armónica y equilibrada de los estudiantes.

*Vinculación:*

Se estima como la actividad tendente a estrechar lazos entre la institución y los sectores productivos de la sociedad (público, académico, privado y social), para garantizar la pertinencia de los servicios con las necesidades del desarrollo regional y nacional. Se busca la concertación de acciones que permitan actualizar los currícula, formar a los educandos, actualizar a los profesores e investigadores y obtener recursos adicionales, con la participación coordinada de los sectores mencionados, los cuales en reciprocidad, podrán contar con recursos humanos calificados y servicios científicos de excelencia. Se trata de que la vinculación no sea únicamente formal, sino que ésta se concrete en acciones conjuntas como la elaboración de planes de estudio, la realización de prácticas escolares, la elaboración de productos tecnológicos, la adaptación de tecnología, la capacitación de personal, etc.

*Apoyo:*

se considera como apoyo al conjunto de herramientas que facilitan el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, como la infraestructura

física; el acervo bibliográfico, el equipo de cómputo, las telecomunicaciones, el equipamiento de aulas, talleres y laboratorios, los métodos y medios educativos, la orientación educativa, los servicios y estímulos a los alumnos y el financiamiento.

#### *Administración:*

Es el conjunto de acciones cuyo propósito es coadyuvar al desarrollo eficaz y eficiente de las funciones institucionales, estableciendo una infraestructura técnico-administrativa que genere las normas que posibiliten la optimización de los recursos con que cuenta la institución para el logro de sus objetivos. Para efectos de este programa se considera a la administración exclusivamente como el conjunto de instancias que llevan a cabo trámites, procesos y procedimientos organizados en sistemas, para mantener el control, el registro y el seguimiento de las diversas actividades de la institución.

### *Objetivos*

Formar, capacitar y actualizar profesionales de nivel superior en cantidad y calidad suficiente para generar, seleccionar, adaptar y aplicar la tecnología, tomando en cuenta las necesidades del sector industrial, así como las expectativas del desarrollo económico y social del país.

Ofrecer educación de postgrado, de acuerdo a las necesidades regionales, para que seamos promotores del fortalecimiento científico y tecnológico que la modernidad exige.

Atender las demandas del sector productivo, en relación a la capacitación y actualización profesional, las asesorías y servicios técnicos, así como el desarrollo de experimentos y paquetes tecnológicos que estimulen la productividad.

Generar, desarrollar, adaptar e innovar ciencia y tecnología que permitan el desarrollo económico y social de México.

Promover la formación integral de estudiantes, maestros y administrativos con actividades relacionadas al deporte, la recreación, la cultura y el intelecto.

Atender la continua profesionalización docente, mediante la formación y capacitación de profesores en las áreas de pedagogía y microenseñanza.

Desarrollar y actualizar permanentemente al personal directivo, administrativo y de servicios generales en los procesos de la administración educativa con criterios de excelencia.

Compartir con la sociedad los valores y virtudes de la educación, para lograr que los educandos y quienes los atienden, realimentemos la identidad nacional, la justicia y la solidaridad.

Fomentar el equilibrio de la producción con la naturaleza aprovechando racionalmente los recursos naturales, protegiendo el medio ambiente, regulando la relación tecnológica entre la industria, la agricultura y los servicios.

### *Políticas*

**Cobertura.** Referida como la capacidad de absorción y atención de estudiantes por la institución.

**Calidad.** Abarca las funciones: docencia, investigación y vinculación, extensión apoyo y administración, e integra los elementos más importantes del proceso educativo mediante los cuales el concepto calidad se hace operativo.

**Pertinencia.** Está referida a las relaciones que se establecen entre la educación, la investigación y el desarrollo tecnológico con la sociedad y el sector productivo.

**Desarrollo del personal.** Abarca fundamentalmente la formación y actualización docente.

**Coordinación u organización.** Considera las vertientes principales que permiten la consolidación de los servicios que presta la institución.

### *Estructura orgánica*

La institución opera actualmente con una estructura de producción académica. O sea, con una estructura que agrupa las funciones administrativas en dos áreas: la sustantiva y la adjetiva. En la primera, queda incluida exclusivamente la administración académica y, en la segunda, la administración de los servicios de apoyo y de los recursos. El personal directivo clave, está subdividido en cuatro partes: dirección, subdirección de planeación y vinculación, subdirección académica y subdirección de servicios administrativos, cada una de ellas con sus respectivas funciones.

- Dirección (coordinación, dirección y control).
- Subdirección de Planeación y Vinculación (regulación, vinculación y control).
- Subdirección Académica (docencia, investigación y vinculación).
- Subdirección de Servicios Administrativos (administración y control).

### *Departamentos Académicos*

Los departamentos académicos tienen el objetivo de coordinar, controlar y evaluar las actividades de docencia, investigación y vinculación de cada carrera. Estos departamentos son:

Departamento de Ciencias Básicas

Departamento de Sistemas y computación

Departamento de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica

Departamento de Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Departamento de Ciencias Económico – Administrativas

### *Departamentos de Apoyo a Estudiantes*

División de Estudios Profesionales

Departamento de Servicios Escolares

Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

Departamento de Actividades Extraescolares

Laboratorio de Cómputo

Centro de Información

Departamento de Desarrollo Académico

*Servicios Personalizados*

- Becas
- Seguro Social
- Orientación Vocacional
- Orientación para estudios de posgrado
- Asesoría académica
- Asesoría Psicológica
- Asesoría para actividades deportivas
- Consultas médicas
- Bolsa de trabajo
- Servicio social
- Residencias profesionales
- Préstamos de libros
- Centro de copiado

- Servicio telefónico
- Laboratorio de cómputo
- Seguro estudiantil

## MARCO TEÓRICO

El ser humano posee características que lo hacen diferente de todos los seres vivos, entre otras más se pueden mencionar: el raciocinio, el lenguaje, la reflexión, el sentido del tiempo, la toma de decisiones, el autoconocimiento, la creatividad, los sentimientos, el control progresivo de los instintos, etc., mismas que al emplearse cotidianamente propician su desarrollo íntegro. Desde esta perspectiva, el hombre es un ser vivo que tiene como destino aprender, acción que termina cuando muere. (Garza, 1998: 14)

El término aprendizaje, proviene del latín *apprendere*, que significa asir. El Diccionario Enciclopédico Salvat lo define como el proceso de interiorización de normas y pautas de comportamiento en general (1986: 279). Algunas concepciones psicológicas como el Conductismo, desarrollado por John B. Watson (1879 -1959), Edward B. Thorndike (1874 -1949) Clark Leonard Hull (1884 -1952), Edward Chace Tollman (1886 -1959), B. Fréderick Skinner (1904- 1990), entre otros, mencionan que el aprendizaje se reconoce cuando se genera en el aprendiz un cambio de conducta observable (Garza, 1998: 28).

Sustentando esto en las Teorías del Condicionamiento Clásico, descubierto por Iván Petrovich Pávlov (1849 -1936) y la Teoría del Condicionamiento Operante .

Por otra parte, la concepción del Constructivismo del aprendizaje enfatiza la labor de (re)construcción significativa que debe hacer el aprendiz de los contenidos o saberes de la cultura a la cual pertenece (Díaz Barriga, 1998: 32). Esta postura se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la Psicología Cognoscitiva, sustentada en el enfoque Psicogenético de Jean Piaget (1896 -1980), con su Teoría del Aprendizaje por la Equilibración; La Teoría de la Asimilación y del Aprendizaje Significativo de David Paul Ausubel y de la Teoría Sociocultural desarrollada por Lev Semiónovich Vygóski (1896- 1934), entre otros.

Para la realización de este trabajo se consideró el aprendizaje, como la actividad que sirve para adquirir alguna habilidad y que modifica de manera permanente las posibilidades de un ser vivo, teniendo como finalidad la adquisición de destrezas o habilidades prácticas (motoras e intelectuales ) incorporando contenidos informativos o adoptando nuevas estrategias de conocimiento y/o acción; según sea el fin de

que se deba alcanzar varían los procedimientos, se acude a la atención, la percepción, la imaginación, la asociación, etc. (Aguilar, 1997: 43).

Por tal razón el aprendizaje juega un papel muy importante en la vida humana, ya que no hay actividad que no lo implique y los alumnos de nivel superior presentan dificultad para comprender los contenidos de las matemáticas.

En la Institución donde se realizará el estudio, la mayoría de sus docentes utilizan estrategias que enmarcan en los principios conductistas, siendo muy común su preocupación por cómo enseñar y no por cómo los alumnos aprenden, situación que se agudiza y se refleja en los bajos rendimientos de aprendizaje de los alumnos en las materias de matemáticas.

En las últimas generaciones el aprovechamiento ha disminuido y esto se refleja en los altos niveles de reprobación registrados cada semestre, siendo una causa de la deserción escolar.

Con la propuesta de utilizar estrategias de aprendizaje basadas en el Constructivismo en la materia de Matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral) que se imparte en primer semestre de la Licenciatura en Sistemas Computacionales, se pretende generar aprendizajes significativos en el alumno.

### *Constructivismo.*

El presente trabajo se realizará con un enfoque constructivista, y surge la pregunta ¿Que es el constructivismo?, Carretero (1993, p.21) argumenta:

"Básicamente puede decirse, que es la idea que mantiene que el individuo (tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos) no es mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción?

Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea”.

Dicho proceso de construcción depende fundamentalmente de dos aspectos: de los conocimientos previos (esquemas) o representaciones que se tengan de la nueva información y de la actividad externa o interna que el alumno realice al respecto. Los esquemas, son considerados como una representación de una situación concreta o de un concepto que permite manejarlos internamente y enfrentarse a situaciones iguales o parecidas a la realidad.

El término Constructivismo Cognoscitivo sostiene que el individuo construye su conocimiento de una manera activa, lo cual es resultado de sus capacidades innatas y la interacción con su medio ambiente.

Edouard Claparede (1873 -1940), uno de los iniciadores del concepto de educación funcional- retoma de la pedagogía de John Dewey (1859 -1952) que los procesos van de adentro a afuera, por eso se consideran genéticos; funcional porque los procesos y actividades psíquicas las considera funciones destinadas al mantenimiento de la

vida, y social porque el individuo, como ser perteneciente a la sociedad, ha de serle útil. En Piaget surge el modelo de cómo se produce la formación de estructuras intelectuales y los conocimientos cuya problemática habría de estudiarla desde cómo se pasa de un estado de menor conocimiento a uno de mayor conocimiento.

Evoquemos que en la antigüedad el filósofo ateniense Sócrates (478 - 399 A. C.), utilizaba para la construcción del conocimiento de sus alumnos la reflexión, el diálogo, la ironía y la mayéutica (Gr, maieutiké = perito en partos), en donde partiendo de casos ya conocidos llegaban a descubrir definiciones o conceptos generales.

En el Constructivismo existen y prevalecen procesos activos en la construcción del conocimiento, se habla de un sujeto cognitivo aportante, que claramente rebasa a través de su labor constructiva lo que le ofrece su entorno. De esta manera en la construcción del conocimiento escolar el alumno no es un receptor o reproductor de los contenidos o saberes culturales, sino que participa activamente en la construcción de su propio conocimiento.

Coll organiza el Constructivismo en tres ideas fundamentales (1990: 441 - 442):

1. El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.
3. La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.

La epistemología genética (Gr. Epistémé = conocimiento, saber científico + logos = tratado; Gr. German = engendrar), designa aquella teoría que estudia el conocimiento como una construcción continua, analizando su evolución desde los niveles más elementales hasta los estados superiores, llegando finalmente al conocimiento científico.

El aprendiz debe ser una actividad significativa para la persona que aprende, con base en las relaciones existentes entre el conocimiento

nuevo y el que ya tiene. De acuerdo con ello, Ausubel menciona que aprender es sinónimo de comprender, y lo que se comprenda, será lo que se aprenderá y se recordará mejor, debido a que se integrará a su estructura de conocimiento. (Carretero, 1993: 27).

De esta manera la construcción del conocimiento escolar se asemeja a un proceso donde el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de diversas fuentes, posteriormente establece relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos, para darles un significado y así construir una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales. Para construir nuevos significados es necesario que se realicen cambios en los esquemas que poseen, introduciendo nuevos elementos y relaciones entre ellos. En síntesis, Díaz Barriga, F. (1998: 17) sostiene que la concepción Constructivista se asocia a los siguientes principios del aprendizaje:

1. El aprendizaje es un proceso constructivo interno, autoestructurante.

2. El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo.
3. El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos previos.
4. El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.
5. El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros.
6. El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.
7. El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe, con lo que debería saber.

Como ya se mencionó, el Constructivismo se sustenta en las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas a la Psicología Cognoscitiva.

Como sustento del presente trabajo se consideró principalmente la Teoría de la Asimilación y el Aprendizaje Significativo desarrollado por David Paul Ausubel, así como la Teoría del Desarrollo Intelectual de Jean Piaget, y la Teoría Sociocultural del Desarrollo y del Aprendizaje de Lev Semiónovich Vygótski.

Al analizar los estudios en el campo educativo de los años en que la Psicología Conductista se encontraba al máximo de su desarrollo, en áreas como la programación y evaluación, la dinámica de grupos, la orientación y el desarrollo de la personalidad, dejando de lado el estudio del aprendizaje en el aula, David P. Ausubel desarrolló una teoría cognitiva del Aprendizaje Humano en el Aula, tomando en cuenta la importancia que el conocimiento y la integración de los nuevos contenidos en las estructuras cognoscitivas previas del sujeto y centrándose en los problemas y tipos de aprendizaje que se plantean en situaciones dentro del aula, donde el lenguaje es el

sistema básico de comunicación y transmisión de conocimientos (García, 1990: 81 )

*Aprendizaje Significativo (David Paul Ausubel).*

La posición de David Paul Ausubel es considerada como Constructivista e Interaccionista, ya que menciona que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz tiene en su estructura cognitiva. El concepto (Lat. Conceptus, concipio = formar ideas, discurrir), como dice Howard C. Warren (1974: 59): "Es el estado mental que significa o se refiere a más de un objeto o experiencia, o aun objeto en relación con otros (...); la formación de un concepto en palabras se llama término".

El aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, sino que, el sujeto la transforma y la estructura; además interrelaciona e interactúa los materiales de estudio y la información del exterior con los esquemas previos y las características personales del alumno (Díaz Barriga, 1998: 18).

El aprendizaje es considerado un proceso de desarrollo de "insights" o estructuras significativas. El término "insight" (ing. Comprensión súbita) designa la comprensión constante y repentina de la solución de un problema, de una relación lógico -matemática, etc. Se trata de una comprensión que no es producto de aprendizaje por ensayo y error ni de un condicionamiento, sino de una reorganización del campo conceptual (Diccionario de las Ciencias de la Educación, 1996: 780).

#### *Dimensiones del Aprendizaje.*

De acuerdo con Ausubel, todo aprendizaje en el salón de clases puede ser situado en dos procesos o dimensiones independientes, las que posteriormente darán lugar a las cuatro clases fundamentales de aprendizaje que forman su teoría.

La primera de las dimensiones es la que se refiere a la forma en que se adquiere el conocimiento, en ésta se encuentra el aprendizaje por recepción y al aprendizaje por descubrimiento. La segunda dimensión alude a la forma en que el conocimiento es subsecuentemente incorporado en la estructura del conocimiento o estructuras cognitivas del alumno y se conforma por el aprendizaje por repetición y el

aprendizaje significativo. La interacción de estas dimensiones da lugar a las llamadas situaciones del aprendizaje escolar:

- Aprendizaje por recepción repetitiva.
- Aprendizaje por descubrimiento.
- Aprendizaje por recepción significativa.
- Aprendizaje por descubrimiento significativo. (Ausubel, 1997: 17, 18 y 35)

Estas dimensiones son consideradas como un continuo de posibilidades, donde se entreteje la acción docente y los planteamientos de enseñanza.

#### *Situaciones de Aprendizaje.*

El aprendizaje por recepción, se caracteriza porque el alumno recibe los contenidos que debe aprender en su forma final, acabada; no necesita realizar ninguna actividad para reproducirlos cuando le sean requeridos.

En el aprendizaje por descubrimiento, el contenido no se proporciona en su forma acabada, sino que debe ser descubierto por el alumno; éste reordena el material adaptándolo a su estructura cosgnoscitiva previa y descubriendo sus relaciones, leyes o conceptos y posteriormente los asimila.

En el aprendizaje significativo, el contenido puede relacionarse de un modo sustantivo, no arbitrario o al pie de la letra, con los conocimientos previos del alumno y así éste adopte una actitud favorable para tal tarea, dotando de significado propio a los contenidos que asimila.

El aprendizaje repetitivo se produce cuando los contenidos de la tarea son arbitrarios o cuando el alumno carece de los conocimientos necesarios para que los contenidos le resulten significativos, así adopta la actitud de asimilarlos al pie de la letra y de modo arbitrario (García, 1990: 83). Lo anterior enfatiza que ninguno es absoluto, sino que están en un continuo de repetición- significativo y recepción - descubrimiento.

Es necesario mencionar que la enseñanza en el salón de clases se organiza por prioridades con base en el aprendizaje por recepción; esto implica que el aprendizaje por recepción y el aprendizaje por descubrimiento sean excluyentes o antagónicos, sino que, pueden coincidir y ayudar a resolver problemas de la vida diaria que implique descubrimiento (Díaz Barriga, 1998: 19).

Ausubel, considera que la principal fuente de conocimiento proviene del aprendizaje significativo por recepción, ya que el cuerpo básico de conocimientos de cualquier disciplina académica se adquiere mediante este tipo de aprendizaje, el cual es facilitado por el lenguaje, por la forma en que la humanidad ha almacenado y acumulado su conocimiento y su cultura (Ausubel, 1997: 34- 38).

Según Ausubel, Novak y Hanesian (1997: 110 -148), el aprendizaje significativo por recepción es esencial para la adquisición de conocimientos concernientes a la mayoría de las materias de estudio; es un proceso activo porque requiere, por lo menos:

- a) Del tipo de análisis cognoscitivo necesario para averiguar cuáles aspectos de la estructura cognoscitiva son más pertinentes al nuevo material potencialmente significativo.
  
- b) Cierta grado de reconciliación de las ideas existentes en la estructura cognoscitiva; esto es aprehender similitudes y las diferencias y resolver las contradicciones reales o aparentes, entre los conceptos y proposiciones nuevos y los ya establecidos.
  
- c) La reformulación del material de aprendizaje en términos de los antecedentes intelectuales idiosincrásicos y el vocabulario del alumno particular. La idiosincrasia (Gr .idios =propio + syncrasis = temperamento ), en psicología, es el conjunto de características hereditarias o adquiridas que definen el temperamento y carácter de una persona.

Desde esta perspectiva, García Madruga considera que la tarea del docente consiste en programar, organizar y secuenciar los contenidos de la forma que el alumno pueda realizar un aprendizaje significativo, encajando los nuevos conocimientos en su estructura cognoscitiva

previa, evitando por tanto el aprendizaje memorístico o repetitivo (1990: 83,84).

La presente investigación se plantea con base a los principios del aprendizaje por recepción; sin descartar los otros tipos de aprendizaje; pues esto permite que en la adquisición de significados nuevos, se requiera de una actitud de aprendizaje significativo y de información altamente significativa (Ausubel, 1997: 46)

#### *Tipos de aprendizaje.*

Al enfatizar en el planteamiento teórico del aprendizaje significativo, es posible analizar el porqué, el cómo y para qué de la enseñanza de las Matemáticas por medio de aprendizajes significativos. De ahí la consideración de los siguientes tipos de aprendizaje significativo.

1. Aprendizaje de representación, que ocurre cuando se da un significado a símbolos, palabras, objetos, etc., o de lo que estos representen.

2. Aprendizaje de conceptos, considerando que los conceptos o ideas unitarias son representados por símbolos solos, de la misma manera que otros referentes unitarios lo son.
  
3. Aprendizaje de proposiciones, con base en que la tarea del aprendizaje significativo consiste en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones.

#### *Significado Lógico y Psicológico.*

El significado puede ser potencial o lógico, si se refiere al significado inherente que tiene el material simbólico por su propia naturaleza, y éste sólo podrá convertirse en significado psicológico cuando se haya transformado en un contenido nuevo, diferenciado e idiosincrásico dentro de alumno. Es decir, "puede haber aprendizaje significativo, pero también puede darse la situación de que el alumno aprenda por repetición al no estar motivado o dispuesto a hacerlo de otra forma, o porque su nivel de madurez cognitiva no le permite la comprensión de contenidos de cierto nivel" (Díaz Barriga, 1998: 22 y 23). Por eso es necesario que se tengan presentes las condiciones para el logro de aprendizajes significativos que se presentan a continuación:

Respecto al:

A. Material	<p>Relacionabilidad no arbitraria.</p> <p>Relacionabilidad sustancial.</p> <p>Estructura y organización.</p>	Significado lógico.
B. Alumno	<p>Disposición o actitud.</p> <p>Naturaleza de su estructura cognitiva</p> <p>Conocimiento y experiencias previas.</p>	Significado Psicológico.

Según Ausubel, mientras el material no pueda conectarse con algún conocimiento del alumno en su estructura cognitiva, éste no tendrá significatividad psicológica, lo que explica el énfasis que se debe realizar en los conocimientos o ideas previas en el alumno. Es necesario recalcar que el significado lógico es siempre un fenómeno idiosincrásico, que no descarta la posibilidad de significados sociales o compartidos. Pero también en el significado psicológico es una experiencia cognoscitiva idiosincrásica. (Ausubel, 1997: 55).

### *Metaconocimiento.*

Aprender sobre la naturaleza y la estructura del conocimiento apoya a los alumnos a entender como se aprende, es decir, el metaconocimiento (Novak, 1988: 27). La metacognición (Gr. Metá = más allá, alternativamente + Lat. Cognoscere = conocer) significa tener conocimiento de nuestro pensamiento; estar consciente de la propia maquinaria cognoscitiva y de cómo funciona. La metacognición comprende al menos dos componentes separados:

- a) Estar conscientes de las habilidades, estrategias y los recursos que se necesitan para ejecutar una tarea de manera efectiva -saber qué hacer -y,
  
- b) La capacidad de usar mecanismos autorreguladores para asegurar el término con éxito de la tarea -saber cómo y cuándo hacer qué cosas-.

Las estrategias del primer componente, como argumenta Anita. E. Woolfolk (1990) respecto al saber qué hacer, incluyen: la identificación de la idea principal, repaso de la información, formar asociaciones e

imágenes, usar mnemónicos, organizar el material nuevo para que sea más fácil recordarlo, aplicar técnicas para examinar, resumir y tomar notas. Los mecanismos autorreguladores -el segundo componente, saber cómo y cuándo hacerlo- incluyen: confirmar si se entendió, predecir resultados, evaluar la efectividad al intentar hacer una tarea, planear la siguiente acción, probar estrategias, decidir cómo distribuir tiempo y esfuerzo, revisar o cambiar a otras estrategias para salvar cualquier dificultad que se haya encontrado. El uso de estos mecanismos autorreguladores se conoce como monitoreo cognoscitivo. En general, las capacidades metacognoscitivas comienzan a desarrollarse alrededor de los cinco a los siete años y mejoran a lo largo de la vida escolar.

Díaz Barriga menciona, "que son múltiples y complejas las variables relevantes del proceso de aprendizaje significativo (1998: 23), es por eso que deben ser tomados en cuenta en la planeación, desarrollo y evaluación de aprendizajes. Sin olvidar que en dicho proceso la construcción de significados, según Coll, se involucra el alumno en su totalidad y no sólo implicando su capacidad para establecer relaciones sustantivas entre los conocimientos previos y el nuevo material de

aprendizaje. (1990: 198, citado en Díaz Barriga, 1998: 23), lo que obliga a ir más allá de los procesos cognitivos del alumno.

Para que el aprendizaje significativo se presente es necesario que los nuevos conocimientos puedan relacionarse de manera sustantiva y no arbitraria con lo que el alumno que ya posee como conocimiento, adoptando el alumno una actitud activa y motivada para establecer dichas relaciones; para ello, es necesaria la presencia de tres condiciones (Ausubel, 1997: 67,68):

1. Que los nuevos materiales que van a ser aprendidos deben ser potencialmente significativos; esto es, sustantivos y no arbitrarios para poder ser relacionados con las ideas que posea el alumno.
2. El alumno debe tener una estructura cognoscitiva con las ideas necesarias para que puedan ser relacionadas con los nuevos conocimientos.
3. El alumno debe mostrar una actitud activa, atenta y motivada hacia el aprendizaje.

### *Teoría de la Asimilación.*

Estas condiciones son la parte medular de la Teoría de la Asimilación (Lat. Ad = hacia + similis = semejante) de Ausubel: en donde la nueva información se vincula a las ideas relevantes que posee el alumno en su estructura cognoscitiva y, al producirse la interacción entre ambos se modifica la información adquirida y la ya existente, dando como resultado una nueva estructura cognoscitiva; por ello a este proceso se le conoce como asimilación (Ausubel, 1997: 67,68).

En la Teoría de la Asimilación existen tres formas de aprendizaje significativo.

1. El Aprendizaje Subordinado, que se produce cuando las nuevas ideas son relacionadas subordinadamente con ideas relevantes de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad; se les denomina inclusores y sirven de anclaje para las nuevas ideas o conceptos. El aprendizaje puede ser por inclusión derivativa si se produce cuando los nuevos conceptos tienen un carácter de ejemplo o ilustración de los conceptos ya existentes, y pueden ser derivados de manera fácil. Al ser de inclusión correlativa, los

nuevos conocimientos son una extensión o modificación de los conocimientos que ya se poseen, siendo estos la principal forma de aprendizaje significativo.

2. El Aprendizaje Supraordenado se da cuando el alumno integra conceptos ya aprendidos anteriormente dentro de un nuevo concepto integrado más amplio.
3. El Aprendizaje Combinatorio se caracteriza porque los nuevos conceptos no pueden relacionarse, ya sea de forma subordinada o supraordenada, con ideas relevantes en la estructura cognoscitiva del alumno.

La Teoría de la Asimilación de Conocimientos es una concepción relativamente sistemática y completa de los aspectos psicológicos que subyacen a la asimilación de conocimientos en el aula (Ausubel, 1997: 70, 71;).

Shuell (1990, citado en Díaz Barriga 1998: 25, 26, 27) postula que el aprendizaje significativo ocurre en una serie de continuos que dan

cuenta de una complejidad y profundidad progresiva, por lo que distingue tres fases del aprendizaje significativo:

- a) En la Fase Inicial de los hechos o partes de información están aislados conceptualmente, se memorizan los hechos y se favorecen el aprendizaje por acumulación; además de la información adquirida es concreta y vinculada al contexto específico donde ocurren formas simples de aprendizaje como condicionamiento, aprendizaje verbal, y gradualmente se va formando una visión del dominio.
- b) En la Fase Intermedia se forman estructuras a partir de partes de información aisladas, la comprensión de los contenidos es más profunda y pueden aplicarse a situaciones diversas, hay oportunidad para la reflexión y recepción de re alimentación sobre la ejecución, el conocimiento más abstracto puede ser generalizado a varias situaciones y se usan estrategias de procesamiento más sofisticadas.
- c) En la Fase Final existe una mayor integración de estructuras y esquemas, el aprendizaje consiste en acumulación de nuevos

hechos a los esquemas preexistentes, se incrementan los niveles de interrelación entre los elementos de las estructuras y hay un mejor manejo de estrategias específicas de dominio.

Al considerar el aprendizaje como un proceso continuo, con frecuencia los docentes se pregunta ¿De qué depende el olvido y la recuperación de la información aprendida?; ante ello, García Madruga menciona que: "en el proceso de asimilación, así como explica el aprendizaje, explica también el olvido, al considerar que éste se produce en el momento en que las nuevas ideas o conceptos no pueden ser disociadas de las ideas o conceptos que les han servido de anclaje" (1990: 85, 86).

De ahí que la teoría ausubeliana se base principalmente en el aprendizaje significativo por recepción, utilizando métodos de exposición oral y escrita. Estos métodos tradicionalmente han sido mal utilizados y entre los errores más comunes que generan un aprendizaje repetitivo se pueden mencionar: el uso prematuro de técnicas puramente verbales con alumnos cognitivamente inmaduros, la presentación arbitraria de hechos no relacionados sin ninguna organización o principios explicatorios, se fracasa en la integración de

los nuevos conocimientos con los materiales presentados previamente, aunado al uso de procedimientos de evaluación que únicamente miden la habilidad de los alumnos para producir las ideas con las mismas palabras o en idéntico texto a aquél en que fueron aprendidas. Ante lo anterior el docente debe fomentar en el alumno el desarrollo de formas activas de aprendizajes por recepción, que lo ayuden a comprender y a integrar los nuevos conocimientos a su cognición (García Madruga, 1990: 86).

#### *Organizadores Previos.*

Con la intención de proporcionar o indicar al alumno cuáles son los conceptos de mayor nivel de generalidad los inclusores deben ser activados para lograrlo. Un concepto de orden metodológico contemplado por la teoría ausubeliana para el logro de aprendizajes significativos son los organizadores previos en la enseñanza.

Un organizador previo es un material introductorio compuesto por un conjunto de conceptos y proposiciones de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad que la información nueva que los alumnos han de aprender (García Madruga, 1990: 87; Carretero 1993: 28; Díaz

Barriga, 1998: 86). Se trata de una información de introducción de una relación o un concepto de alto nivel lo suficientemente amplio como para comprender la información que tratará el alumno más adelante (Woolfolk, 1986: 268); tratan de proporcionar un puente entre lo que el sujeto ya conoce y lo que necesita conocer para asimilar significativamente los nuevos conocimientos, por lo que deben ser obviamente aprendibles y ser enunciados en términos familiares (Ausubel, 1997; 158, 159).

Los organizadores pueden ser de tipo expositivo si el material es relativamente nuevo, siendo su función proporcionar los inclusores necesarios para integrar la nueva información y que éstos pongan en relación las ideas existentes con el nuevo material al tiempo de elaborarse con base en una serie de ideas o conceptos de mayor nivel de inclusión que la información nueva, creando así un contexto de conceptos inclusores relevantes y favorecer la asimilación de los contenidos; en caso de que el tema pueda ponerse en relación con ideas ya adquiridas se utiliza un organizador previo comparativo, el cual tiene como función proporcionar el soporte conceptual y facilitar la discriminabilidad entre las ideas nuevas y las ya aprendidas, señalando similitudes y diferencias. Sin olvidar que en ambos casos las ideas o

los conceptos que establecen el puente cognitivo deben crear el contexto o el soporte ideacional necesario para la posterior asimilación de los contenidos.

Los organizadores previos se elaboran en forma de pasajes o textos en prosa, aunque son posibles en otros formatos: visuales, mapas, gráficas, redes de conceptos, etc.

#### *Teoría Genética del Desarrollo Intelectual (Jean Piaget)*

La epistemología genética es una disciplina que estudia los mecanismos y procesos mediante los cuales se pasa de los estados de menor conocimiento, a los estados de conocimiento más avanzado. La idea principal de Piaget, "es que el desarrollo intelectual constituye un proceso adaptativo que continúa la adaptación biológica y que presenta dos aspectos: asimilación y acomodación" (Aguilar, 1997: 1). Que viene a constituir la configuración del proceso de equilibración (Lat. *Aequilibrium* = contrapeso, ecuanimidad) entre las relaciones del sujeto con el objeto, proceso que denominado adaptación (Aguilar, 1997: 15).

La asimilación, concebida por Piaget se define "como la incorporación de los objetos en los esquemas de conducta, no siendo tales esquemas más que la trama de las acciones susceptibles de repetirse activamente". (Aguilar, 1997: 15). En ella la persona incorpora la nueva información haciéndola de su conocimiento, aunque esto no quiera decir necesariamente que la integre con la información que ya posee (Carretero, 1993: 37).

La acomodación (Lat. Acomodatío = adaptación, ajuste) se considera como el proceso mediante el cuál la persona transforma la información que ya tenía en función de la nueva; este concepto es básico para entender la construcción de conocimientos, ya que es considerado como la influencia recibida en el sujeto por el objeto (Lat. Objectus = presente, expuesto) de conocimiento; es decir, la modificación sufrida por el sujeto debido a la influencia del objeto en su interaccionar, de esta forma el objeto de conocimiento modifica al sujeto cognoscente (Carretero, 1993: 37). Pues el objeto es aquello que para una persona de un momento dado, es consciente como percepción, imagen o pensamiento.

La asimilación y la acomodación son las dos invariantes funcionales que se identifican en todo acto inteligente; es necesario considerar lo que se adapta, o sea los problemas de estructura y los elementos que entran en la composición de estructuras (Dole, 1993: 52).

Cabe señalar que la relación entre asimilación y acomodación es altamente interactiva, y que en ocasiones no es posible asimilar toda la información que nos rodea, sino sólo la que nos permite nuestro conocimiento previo, la cual supone que la asimilación está determinada por los procesos de acomodación y viceversa.

La interacción de ambos procesos da como resultado la equilibración, la que se produce cuando se ha alcanzado un equilibrio entre las contradicciones surgidas, entre los conocimientos asimilados, los conocimientos que la persona ya tenía y los conocimientos que ha acomodado, lo que le permite al sujeto incorporar experiencias externas a los esquemas internos.

La equilibración es considerada como un factor interno y según Piaget, un proceso de autorregulación, es decir, una serie de compensaciones

activas el sujeto en reacción a perturbaciones exteriores (Coll , 1990: 124).

El nivel de competencia intelectual de una persona, depende de la naturaleza de sus esquemas, del número de los mismos y de la manera como se combinan y coordinan entre sí. Desde el punto de vista piagetano el desarrollo cognitivo es una sucesión de interacciones entre procesos de asimilación y acomodación en pos de equilibrios cada vez más estables y duraderos. Es decir, es una sucesión de estadios y subestadios, caracterizados por la forma especial en que los esquemas se organizan y se combinan entre sí para formar estructuras.

La inteligencia (Lat. *Intelligentia* = capacidad, habilidad), tiene tres significados :

- a) Sirve para designar una cierta categoría de actos distinguidos de las actividades automáticas o instintivas.
  
- b) Se emplea para definir la facultad de conocer o de comprender.

c) Significa el rendimiento general del mecanismo mental.

La capacidad intelectual refleja tanto el potencial biológico del individuo como su experiencia o su entrenamiento. En otro agregado, debemos destacar que la comprensión (Lat. *Comprenderé* = abrazar, ceñir), es el conocimiento que se extiende a una valoración más o menos profunda del significado de esos objetos, cualidades, etc., con referencia a condiciones, a causas y efectos ya otras relaciones, en la medida necesaria para la solución adecuada de problemas correspondientes a la vida individual y social. En este sentido se aplicó la metodología didáctica constructivista para el aprendizaje significativo de las matemáticas.

La ruptura del equilibrio da como resultado el paso de un estadio a otro. Un estadio existe cuando el orden de sucesión de las adquisiciones es constante, pero no se trata de un orden cronológico estipulado, sino de un orden sucesorio (Aguilar, 1997: 2). Un estadio debe cumplir tres condiciones según Piaget: "el orden de sucesión de los estadios debe ser constante para todos los sujetos, aunque las edades medias correspondientes a cada estadio pueden variar de una población a otra; un estadio ha de poder caracterizarse por una forma

de organización, y las estructuras que corresponden a un estadio se integran a las estructuras del estadio siguiente como caso particular" (Coll, 1990: 122).

### *Desarrollo de la inteligencia.*

Piaget distingue cuatro grandes estadios evolutivos en el desarrollo de las estructuras cognitivas:

#### *Estadio sensoriomotor.*

Este periodo se extiende desde el nacimiento hasta el final de los dos años de vida. En este tiempo, el niño pasa del comportamiento que supone una completa indiferencia entre el yo y el mundo a una organización intencionada y coherente de sus actuaciones puramente prácticas, es decir, sin actividad representativa organizada.

Una vez que la mente del niño empieza a manejar objetos que son constantes, aunque cambien de aspecto, empezará a entender que los objetos se pueden representar mediante otros objetos o incluso mediante sonidos o dibujos. La adquisición de nociones supone la

entrada del niño a un mundo de constancias entre los objetos que lo rodea y sus referentes externos.

Piaget ha dividido este periodo en seis subetapas (Carretero, 1993: 41), siendo los comportamientos más importantes los siguientes:

Conductas de reflejos o de estímulos respuestas, desde el nacimiento hasta el primer mes.

Reacciones circulares primarias relativas al propio cuerpo y que consisten en la repetición de una misma acción, abarca desde el primer mes hasta el cuarto mes.

Reacciones circulares secundarias, se refiere a los objetos externos manipulables y procedimientos para hacer que las vistas entrantes perduren, abarca del cuarto al octavo mes.

Entre los ocho y los doce meses comienza a aparecer la importante distinción entre medios y fines que no se consolida hasta seis meses más tarde cuando aparecen las conductas de soporte, en las que el

niño es capaz de utilizar nuevos medios para obtener fines ya conocidos.

Reacción circular terciaria y búsqueda de nuevos medios mediante la experimentación activa, abarca de los doce a los dieciocho meses.

Inención de nuevos medios mediante la comprensión mental o por insight, abarca de los dieciocho a los veinticuatro meses.

Como reacción (Lat. Re = de nuevo + actio, onis = acto operación) se entiende la acción con sentido contrario del que tiene la acción que la desencadenó; en fisiología y psicología, es la respuesta de un ser vivo a la acción de un estímulo o excitante, que puede ir desde un reflejo (Lat. Reflecto = inclinar, volver hacia atrás) hasta un proceso emocional. En la teoría evolutiva de J. Piaget, la reacción circular se compone de conductas que aparecen en el primer año de vida del niño y consisten en la repetición de un gesto o movimiento cuando éstos resultan casualmente una consecuencia agradable y sin una finalidad diferenciada. Las reacciones circulares son el resultado de un doble juego de acomodación y asimilación, dentro del periodo de la

inteligencia sensoriomotriz y dan lugar a la formación de esquemas de acción cada vez más complejas.

#### *Estadio Preoperacional.*

Este periodo abarca de los dos a los siete años de edad del niño. En ocasiones es considerada como una subetapa del periodo de las operaciones concretas. Se caracteriza por presentarse un desarrollo gradual del lenguaje y de la capacidad de pensar en forma simbólica; es capaz de pensar en operaciones continuas de manera lógica en una dirección (Aguilar, 1997: 5). Aparecen importantes tendencias en el contenido del pensamiento, como es el asimismo, el realismo y el artificialismo. El juego simbólico es una actividad importante en esta etapa (Carretero, 1993: 43).

#### *Estadio Operacional Concreto.*

Abarca de los siete a los once años, se caracteriza por la capacidad de resolver problemas concretos en una forma lógica, el niño entiende las leyes de la conservación de la materia y es capaz de clasificar y de seriar.

*Estadio operacional formal.*

Este periodo comienza a los once y doce años para consolidarse entre los catorce y los quince años, el sujeto deja atrás la dependencia de lo concreto, se adquiere un mayor poder de abstracción, lo que le da capacidad de comprender nociones más complejas se requieren una mayor demanda cognitiva, el razonamiento adquiere un carácter hipotético deductivo, el pensamiento es más científico, desarrolla intereses de carácter social y de identidad, en este estadio el lenguaje comienza a cumplir una función muy especializada con respecto al pensamiento .

Es considerado como último periodo en el desarrollo intelectual del individuo y es donde se encuentran los alumnos del presente estudio (Aguilar, 1997: 4 y 6). El pensamiento formal no es desarrollado en el individuo de repente, sino que tienen lugar lentamente e incluso pueden producirse algunas oscilaciones hacia atrás y hacia delante (Coleman, 1994: 49). El pensamiento (Lat. Penso - are = estimar, apreciar) viene siendo la secuencia de procesos mentales de carácter simbólico, estrechamente relacionados entre sí, que comienzan con

una tarea o problema, en general por grados, y llegan a una conclusión o a una solución.

Sin embargo Carretero menciona que en la propia teoría de Piaget existen elementos teóricos que permiten concebir distintos niveles de actuación cognitiva en el pensamiento formal, se trata de los denominados esquemas operacionales formales que representan una fase intermedia entre la actuación final del sujeto y las dos estructuras generales del pensamiento formal. Dichos esquemas son:

- Las operaciones combinatorias, entendida como la capacidad de combinar objetos y proposiciones de todas maneras posibles.
- Las proporciones, es la comprensión de dicha noción matemática, que resulta ser un requisito imprescindible para cuantificar las relaciones implicadas en numerosas nociones científicas.
- La coordinación de dos sistemas de referencias y la relatividad de los movimientos o las velocidades: son las situaciones en las

que interactúan dos sistemas cuyas nociones pueden compensarse o anularse.

- La noción del equilibrio mecánico, que representa una variante del esquema anterior.
- La noción de probabilidad es una interacción de los esquemas de proporción y combinatoria.
- La noción de correlación, es una conjunción de los esquemas de proporción y probabilidad.
- Las compensaciones multiplicativas, que son las comprensiones de la conservación de la materia.
- Las formas de conservación que van más allá de la experiencia, incluye los casos en los que la conservación no puede observarse directamente sino que debe ser inferida a partir de razonamientos deductivos o inductivos.

*Teoría Sociocultural del Desarrollo y del Aprendizaje.*

La Teoría Sociocultural desarrollada por Lev Semionovich Vygótski, concibe al sujeto como un ser eminentemente social, dentro de la misma línea de pensamiento marxista y al conocimiento como un producto social. Así podemos decir que el niño recibe de quienes lo rodean, en particular de los adultos y de sus compañeros más desarrollados, una serie de instrumentos y estrategias psicológicas de los que se va a apropiarse a través de un proceso de interiorización, en el cual se distinguen lo siguiente (Palacios, 1990: 23).

- a) la construcción del psiquismo va de lo social a lo individual, de lo interpersonal a lo intrapersonal, ejemplo de ello es que el niño aprende a usar el lenguaje en su interacción y comunicación con los demás antes de que pueda reflexionar y no puede autocontrolarse, sino que es controlado desde el exterior.
  
- b) No toda interacción social ni todo aprendizaje dan paso a progreso evolutivo, sólo aquellos que toman como punto de partida el lugar donde se encuentra el niño, y que de alguna manera son capaces de llevarlo un poco más allá, donde no

podría haber llegado por sí sólo, o le hubiese costado más trabajo.

Para Vygótski, las funciones psicológicas superiores se derivan del desarrollo cultural y no del biológico y se ponen de manifiesto en lo que él denomina "Conductas Vestigiales". Entendidas éstas, como aquellas conductas primitivas, que todavía se pueden encontrar en la conducta del hombre actual (García, 1990: 95).

#### *Zona de Desarrollo Próximo.*

La formación de las funciones psicológicas superiores se generan por medio de la práctica instrumental, en cooperación social, en la Zona de Desarrollo Próximo, que Vygótski define como:

"La distancia entre el nivel real de desarrollo determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero capaz" (Vygotski, 1998: 133).

Dicha zona define las funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, funciones que en un futuro próximo alcanzarán su madurez y que ahora se encuentran en estado embrionario.

Una manera de comprender mejor la Zona de Desarrollo Próximo es entendiendo algunos conceptos en que se apoya la psicología de Vygótski.

#### *Proceso de Mediación.*

La mediación instrumental se sustenta en el lenguaje como medio para desarrollar más rápidamente su modelo, sin dejar de lado otros medios o tecnologías del intelecto, como pueden ser materiales didácticos y juguetes educativos. El lenguaje realiza importantes contribuciones al desarrollo cognitivo.

La mediación social definida por Vygótski en su Ley de la Doble Formación de los Procesos Psicológicos, como una operación que inicialmente representa una actividad externa, se reconstruye y comienza a suceder internamente, por lo que un proceso interpersonal

queda transformado en otro intrapersonal. En el desarrollo cultural del individuo toda función aparece dos veces: primero a nivel social y, más tarde, a nivel individual (García, 1990: 93,94).

*Proceso de Interiorización.*

Vygótski niega que la actividad externa e interna del hombre sean idénticas, pero niega igualmente que estén desconectadas; es decir los procesos externos son transformados para crear procesos internos. El proceso de interiorización se mejora y optimiza cuando los procesos de mediación están escalonados y permiten al sujeto una adecuación más precisa al nivel de actividad posible (García, 1990: 100).

La formación de significados como un proceso de internalización supone una posición teórica mediadora entre la idea asociacionista de que los significados se toman del exterior, de acuerdo con el principio de correspondencia (Pozo, 1989: 196).

El aprendizaje significativo hunde sus raíces en la actividad social, en la experiencia externa compartida, en la acción como algo inseparable

de la representación y viceversa. De ahí que a Vygótski le preocupe más el sentido de las palabras que sus significados, porque el sentido incorpora el significado de la representación y el significado de la actividad conjuntamente (García, 1990: 101).

La aportación de las ideas de Piaget y Vygótski, ha sido fundamental en la elaboración de un pensamiento constructivista en el ámbito educativo. La contribución de este último ha significado que el aprendizaje no sea considerado como una actividad individual, sino más bien social. Lo anterior en los últimos años ha generado numerosas investigaciones que muestran la importancia de la interacción social para el aprendizaje. Es decir, se ha comprobado cómo el alumno aprende en forma más eficaz cuando lo hace en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros. Igualmente, se han precisado algunos mecanismos de carácter social que estimulan y favorecen el aprendizaje como son las discusiones en grupo y el poder de la argumentación en la discrepancia entre los alumnos que poseen distintos grados de conocimiento sobre el tema.

## **METODOLOGIA**

Basados en el objetivo central que pretende la materia de matemáticas I "Cálculo Diferencial e Integral", donde es necesario que el alumno comprenda la importancia de los conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral; se preparará la metodología adecuada a los contenidos, los cuales pretende brindar un panorama para comprender el desarrollo de los Sistemas Computacionales, para que el alumno pueda emplear los conocimientos que adquiera, desarrollando capacidades para el análisis y la crítica, de acuerdo al siguiente contenido del curso:

1. Introducción al Cálculo
2. Límites
3. Derivadas
4. Aplicaciones de las derivadas
5. Integrales
6. Técnicas de integración.

A continuación se describirá la forma en que se desarrollará el curso de matemáticas I "Cálculo diferencial e Integral" durante el semestre Agosto – Diciembre. Por indicaciones del Departamento de Ciencias Básicas de la Institución, se programará una sesión diaria de 1 hora, haciendo un total de 5 horas a la semana; se planearán las actividades por periodos semanales, de tal manera que abarcan 5 sesiones. Por lo que la descripción se hará detallando los objetivos, las estrategias, los métodos, los recursos, las dinámicas grupales, la función docente, la función del alumno, los productos, los tiempos y espacio utilizados en el tratamiento experimental.

En la propuesta se realizará el encuadre metodológico del curso y de la materia, de la misma manera se explicará detalladamente el tratamiento experimental a desarrollarse, haciendo énfasis en la forma en que serán tratados y abordados los contenidos, de su participación en las actividades de aprendizaje para el logro de la aprehensión significativa de los conocimientos.

A continuación se procederá a aplicar una prepueba basada en los contenidos generales de la materia en cuestión, en los que se incluirán reactivos en la forma de falso y verdadero, reactivos de relación,

reactivos de identificación y de complementación; el cual se utilizará como punto de referencia inicial a este curso, la cual será la primera actividad a considerarse para las mediciones que se obtendrán en el tratamiento experimental.

Posteriormente será necesario dejar bien claros algunos conceptos relacionados con la metodología a utilizar, quedando como se describen a continuación:

- a) Los objetivos dirigen el aprendizaje con el propósito de modificar o perfeccionar el comportamiento del alumno.
- b) Las estrategias constituyen la forma de conducir, enfocar y abordar los contenidos del curso por parte del docente.
- c) Los métodos se refieren a la serie de pasos sucesivos para llegar a un objetivo, quedando claro que es necesario el uso de diferentes métodos para lograr aprendizaje significativos.
- d) Los recursos son los elementos o apoyos para el logro de objetivos de aprendizaje.



- e) Las dinámicas grupales como un recurso indispensable para el desarrollo de habilidades en el alumno, que se reflejan en su activismo y el empleo de algunas facultades intelectuales superiores.
  
- f) Los docentes son los facilitadores del aprendizaje con la responsabilidad de promover una actitud de apertura hacia el aprendizaje, creando los escenarios adecuados para el análisis y aprehensión significativa de los conocimientos.
  
- g) Los alumnos son considerados como los seres activos que van construyendo y transformando su estructura cognitiva, en concordancia con sus capacidades potenciales.
  
- h) Los productos considerados todos aquellos resultados de aprendizaje que se obtengan y se reflejen en las estructuras cognitivas de los alumnos, que a su vez serán demostrados a través de trabajos presentados de manera individual o grupal, de forma escrita o verbal.

- i) Los tiempos representan la duración que tendrá cada una de las actividades que se determinen llevar a cabo.
  
- j) Los espacios considerados como los lugares donde se llevarán a cabo actividades de aprendizaje.

Posteriormente se establecerá la forma de evaluar el curso, donde se promoverá una lluvia de ideas y se determinará por consenso de la forma de calificar y los rasgos que serán considerados.

Se darán los fundamentos teóricos y técnicos de algunas estrategias de aprendizaje a utilizar durante el curso, tales como organizadores previos, mapas conceptuales, análisis de textos, lecturas comentadas, cuadros comparativos, etc.

Se explicará el porque de la preprueba realizada, mencionando que no es motivo de calificación, sino que, servirá como punto de comparación para la evaluación final.

Se establecerán lecturas de acuerdo algunos rubros como motivación, mis expectativas, la comunicación, etc.

#### *Técnicas para la recolección de datos.*

Las técnicas que se utilizarán en la investigación serán de dos tipos: documental y de campo.

#### *Documentales:*

Investigación bibliográfica y hemerográfica: se obtuvieron datos disponibles de libros y revistas localizados en bibliotecas especializadas en educación, con la finalidad de conformar el marco teórico del estudio.

#### *De campo:*

#### *Prueba*

Conforme al diseño del trabajo de investigación, se aplicará una prueba de conocimientos en dos momentos diferentes, tanto al grupo

experimental, como al grupo control: una al inicio del curso a la que se denominará preprueba, con la finalidad de obtener información respecto de los conocimientos previos de los alumnos de los contenidos temáticos del curso. Al final del estudio se volverá a aplicar la misma prueba a la que se llamará postprueba, lo que permitirá determinar la influencia de las variables independientes con las dependientes. Con los resultados que se obtendrán se realizará los análisis estadísticos establecidos en el diseño de estudio.

#### a) Cuantitativo estadístico

Se utilizará la estadística descriptiva para la comprobación de las diferentes hipótesis de investigación: media aritmética, moda y mediana; también las medidas de dispersión: desviación estándar y la varianza, para ofrecer un panorama general de las poblaciones de estudio.

Prueba "t" de student: para evaluar si los grupos que participarán en el estudio: el grupo G1 es el experimental y el grupo G2 el control, tienen diferencias significativas entre sí con respecto a sus medias. Para la obtención del valor de t, se utilizará un programa en el paquete Excel.

## b) Cualitativo

Se utilizarán técnicas de tipo cualitativo, con la finalidad de ofrecer datos del desarrollo del estudio y poder contar con las acciones más significativas en relación con las hipótesis planteadas, siendo las más utilizadas la observación, el diario y las grabaciones.

## **Conclusiones**

La principal fuente de conocimiento proviene del aprendizaje por recepción, de allí que el docente tenga como tarea: programar, organizar, y secuenciar contenidos de forma que el alumno pueda articular los nuevos conocimientos a su estructura cognitiva.

En base a lo anterior, se propone plantear diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje significativo con enfoque constructivista, en la materia de Matemáticas (Cálculo Diferencial e Integral), con los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, en el Instituto Tecnológico de Tepic.

Realizar la descripción detallado de los objetivos, las estrategias, los métodos, los recursos, las dinámicas grupales, la función docente, la función del alumno, los productos, los tiempos y espacios que se utilizarán.

Con las estrategias utilizadas generar conocimiento significativo elevando el rendimiento escolar abatiendo la reprobación y la deserción escolar.

## Bibliografía

Aguilar Lomeli R.F. 1997. El Cognoscitivismo. Síntesis. E.N.S.A. Aguascalientes, México.

Ausubel, P. David, Joseph D. Novak, Helen Hanesian. 1998. Psicología Educativa. Ed. Trillas. México. D. F.

Bower, Gordon H. y Hilgard Ernest R. 1997. Teorías del Aprendizaje. México, D. F.

Carretero M. 1993. Constructivismo y Educación. Ed. Luis Vives. Argentina.

Castañeda, Yañez Margarita. 1997. Los medios de comunicación y la tecnología educativa. Ed. Trillas. México, D. F.

Coleman, J.C. 1994. Psicología de la adolescencia. Ediciones Morata. Madrid, España.

Coll, C. 1990. "Un marco de referencia psicológico para la educación escolar". En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi. Desarrollo Psicológico y Educación II. Ed. Alianza. Madrid España.

Coll C. 1998. "Enfoques constructivistas de la educación". Citado por F. Díaz Barriga y G. Hemández en: Estrategias para docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. Ed. Mc. Graw Hill. México, D. F.

Díaz Barriga F. y Hemández G. 1998. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. Ed. Mc. Graw Hill. México, D. F.

Dole Jean Marie. 1993. Para comprender a Jean Piaget. Ed. Trillas. México, D. F.

Gagné, R. M. 1993. Las condiciones del aprendizaje. Ed. Mc. Graw Hill. México, D. F.

García González Enrique. 1996. Piaget. Ed. Trillas. México, D.F.

García Madruga J. A. 1990. "Aprendizaje por descubrimiento frente al aprendizaje por recepción: la Teoría del Aprendizaje Verbal Significativo". En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi. Desarrollo Psicológico y Educación II. Ed. Alianza. Madrid, España.

García Madruga J.A. 1990. "Educación y desarrollo: la Teoría de Vygótski y la zona de desarrollo próximo". En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi.

Desarrollo Psicológico y Educación II. Ed. Alianza. Madrid, España.

Garza Rosa María y Leventhal S. 1998. Aprender como aprender. Ed. Trillas. México, D. F.

Gutiérrez Saenz Raúl. 1.997. Introducción a la Didáctica. Ed. Esfinge. México, D. F.

Hernández Hernández, Pedro. 1991. Psicología de la Educación. Ed. Trillas. México, D. F.

Menéndez Aquiles. 1992. Ética Profesional. Herrero Hermanos, Sucs., S.A. Editores. México, D. F.

Moncayo, Luis Guillermo. 1992. No solo con gis y buenos deseos. Ed. Hexágono. México, D. F. pp. 85, 86.

Novak J.D. y Gowin D.B. 1988. Aprendiendo a aprender. Ed. Martínez Roca.

Pacheco Ladrón de Guevara Lourdes C. 1997. Metodología de la Investigación. Universidad Autónoma de Nayarit.

Palacios J. Marchesi A, y C. Coll. 1990. Desarrollo Psicológico y Educación I. Psicología evolutiva. Ed. Alianza. Madrid, España.

Pozo J. I 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata. España.

Radford Luis. 1991. Hacia una Nueva Pedagogía de la Matemática. Publicada en la revista Pedagogía. Revista de la Universidad Pedagógica Nacional. Enero -Junio 1991. Vol. / No.21

Santillana, S .A. 1996. Diccionario de las Ciencias de la Educación. Ed. Santillana, S.A. México, D. F.

Salvat Universal. 1986. Diccionario Enciclopédico. Tomo 2. Salvat Editores. España.

Sánchez, Cerezo Sergio (Dirección). 1998. Diccionario de las Ciencias de la Educación. Pp. 116. ed. Santillana. México, D. F.

Skinner, B.F. 1982. Tecnología de la enseñanza. Ed. Labor, S.A. Barcelona, España.

Sprinthall, Norma A., Richard C. Sprinthall y Sharon N. Oja. 1996. Psicología de la educación. Ed. Mc. Graw Hill.

Swenson, Leland C. 1991. Teorías del Aprendizaje. Ediciones Paidós. España.

Tirado, F. (1986). La Crítica situación de la educación básica en México. Ciencia y Desarrollo. CONACYT. XII (71), 81-94, México.

Universidad Pedagógica Nacional. 1988. Antología: Desarrollo del niño y aprendizaje escolar. México. U. P. N.

Valenzuela, R. (1992). Resolución de problemas matemáticos: Un enfoque psicológico. Educación Matemáticas. 4 (3), 19-29.

Warren Howard C. 1974. Diccionario de Psicología. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.

Wenzelburger, E. 1992. La matemática contemporánea y su papel en la enseñanza del nivel medio superior. Educación Matemáticas.

Woolfolk Anita. 1990. Psicología Educativa. Ed. Mc. Graw Hill. México, D. F.