



Universidad Virtual

Escuela de Graduados en Educación

Preconcepciones Matemáticas y Aprendizaje de Nuevos Conceptos

Tesis que para obtener el grado de:

Maestro en Educación con acentuación en Enseñanza de las Ciencias

Presenta:

Félix Cabildo Bernal

Matricula: A1303193

Asesor Tutor:

Mtra. María de Lourdes Sosa González

Titular:

Dr. Leopoldo Zúñiga Silva

Resumen

El presente trabajo, reporta los resultados de un análisis preliminar que sirve de base para conocer y reconocer preconcepciones que prevalecen en los alumnos de secundaria, con la intención de mejorar la enseñanza de conceptos matemáticos. El estudio se llevó a cabo sujetándolo a la investigación de literatura relacionada al tema de las preconcepciones preferentemente, y de una escueta investigación de campo debido a la situación social adversa que prevalece en la región donde se efectuó el estudio; con todo esto, los resultados que se obtienen, muestran que dentro de la componente cognitiva, destacan las concepciones de los estudiantes al momento de enfrentar una situación de aprendizaje; y de los profesores sobre el concepto de la enseñanza de las matemáticas en el ámbito escolar, lo cual ejerce una amplia influencia en la producción de concepciones en los alumnos.

La metodología de investigación empleada, fue el estudio bajo un enfoque cualitativo de la información; de manera que se utilizó el instrumento de cuestionarios de respuesta corta unos y otros de opción múltiple; para después realizar un análisis de los resultados de la aplicación de dichos instrumentos, los cuales, arrojaron un resultado positivo a pre-concepciones de los alumnos como un obstáculo para el aprendizaje de conceptos matemáticos.

Este documento está dividido en cinco capítulos: el primero, enfoca los antecedentes que originan la problemática de las pre-concepciones de los alumnos al momento de recibir instrucción académica en el área de matemáticas; el segundo, es el referido a las investigaciones que conforman el marco teórico del tema; el capítulo tercero, trata de la metodología que se empleó para la investigación; ya en el cuarto capítulo se presentan los resultados de la investigación de campo a través de los instrumentos para la recolección de datos; por último, el capítulo cinco da cuenta de las conclusiones derivadas de la investigación y la presentación de algunas recomendaciones alusivas al tema.

Índice

Resumen.....	1
Índice.....	2
Índice de tablas.....	4
Introducción	5
Capítulo 1. Planteamiento del Problema.....	8
1.1 Antecedentes.....	9
1.1.1 Marco Legal.....	11
1.1.2 Tendencias de la Educación.....	12
1.1.3 Contexto.....	14
1.2 Planteamiento del Problema.....	16
1.3 Objetivo.....	17
1.4 Supuestos de Investigación.....	17
1.5 Justificación.....	18
1.6 Limitaciones.....	18
Capítulo 2. Marco Teórico	
Introducción.....	20
2.1 La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.....	21
2.1.1 Preliminares.....	22
2.1.2 Definición de preconcepción.....	24
2.1.3 Justificación.....	25
2.1.4 Modelos Mentales y Preconcepción.....	26
2.2 Preconcepciones matemáticas y aprendizaje de nuevos conceptos.....	27
2.2.1 Origen de las preconcepciones	28
2.2.2 Autoconstrucción de conceptos.....	30
2.2.2.1 Preconcepciones y docentes.....	33
2.2.3 Construcción de conceptos por proximidad.....	34
2.2.3.1 En ambientes formales.....	35
2.2.3.2 El lenguaje y la construcción de conceptos	36

2.2.4 Tratamiento de las preconcepciones.....	38
2.2.4.1 Manejo de concepciones previas.....	38
2.2.4.2 Cambio o evolución conceptual.....	40
2.2.4.3 El pensamiento Lógico-Matemático.....	42
2.3 Investigaciones relacionadas.....	43
Capítulo 3. Metodología	
Introducción.....	47
3.1 Método cualitativo de investigación.....	50
3.1.1 Participantes en el estudio.....	51
3.3 Instrumentos de recolección de datos.....	52
3.4 Aplicación de instrumentos.....	53
3.5 Estrategia para el análisis de datos.....	54
Capítulo 4: Resultados de la investigación	
Introducción.....	60
4.1 Presentación de resultados.....	60
4.3 Resultado respecto a ecuaciones de 1 ^{er} grado.....	63
4.2 Análisis de resultados.....	64
Capítulo 5 conclusiones y recomendaciones	
Introducción.....	77
5.1 Conclusiones.....	77
5.2 Recomendaciones.....	78
Referencias.....	81

Índice de tablas

Tabla 1. Percepción del alumnado con relación a igualdades.....	61
Tabla 2. Secuencia de las percepciones de los alumnos al aprendizaje de ecuaciones...	67
Tabla 3. Concentrado de secuencias.....	68
Tabla 4. Secuencia de enseñanza por los profesores.....	70
Tabla 5. Percepciones del alumnado en relación a su aprovechamiento.....	71
Tabla 6. Percepción de los docentes en relación al aprovechamiento.....	71
Tabla 7. Percepción del alumnado en relación a plantear ecuaciones.....	72

Tabla 8. Percepción de los profesores en relación a plantear ecuaciones.....	72
Tabla 9. Percepción del alumnado acerca de factores que facilitan el aprendizaje.....	73
Tabla 10. Análisis de los profesores en relación a las dificultades en el aprendizaje...	73
VITAE.....	83
ANEXO 1.....	84
ANEXO 2.....	126

"Las personas no se trastornan por las cosas,
sino por la visión que tienen de ellas".

Epicteto, Filósofo Griego, años 50-120

Introducción

Desde los albores de su existencia, el ser humano se ha preocupado por conocer lo que le rodea. Mucho tiempo ha pasado para lograr comprender y conocer todo cuanto existe hasta llegar a la época actual en donde la tecnología domina todos los campos del conocimiento, incluyendo al matemático. Para lograr dichos conocimientos, ha tenido que hacer uso del pensamiento, así como descubrir y crear sistemas que le permitan comunicarse.

Al mismo tiempo, el ser humano siempre ha realizado investigaciones para encontrar respuesta a los problemas que enfrenta en su vida cotidiana y sobre todo, dar respuestas a las interrogantes que surgen en el plano educativo con el fin de mejorar su calidad de vida. La presente investigación recae en conocer a fondo causas que ocasionan el problema para lograr alcanzar un conocimiento conceptual científico, estas causas son llamadas ideas erróneas, obstáculos epistemológicos, concepciones equivocadas o preconcepciones; para este fin, se buscan soluciones inmediatas a corto plazo para combatir la problemática que se está viviendo con relación al bajo aprovechamiento académico, derivado de limitantes tales como las preconcepciones de los alumnos al momento de enfrentar un acto de aprendizaje.

Este trabajo se encuentra integrado en cinco capítulos, que se detallan a continuación: En el capítulo uno se menciona el planteamiento del problema, con base en información recabada de diversas fuentes, de tal manera que se tienen información y conocimientos previos del tema que se trata en el proyecto. Se menciona que es pertinente realizar una descripción clara del problema y justificar la necesidad de la investigación en términos del aporte al conocimiento científico que se quiere generar. Además, se ubica el contexto en donde se desarrolla el proyecto, dando a conocer las características que lo conforman, con la finalidad de tener un panorama real del mismo. Se da a conocer la definición del problema, haciendo uso de un marco teórico consultado en diversas referencias bibliográficas, con la finalidad de que los enseñantes sepan que para la aplicación de las estrategias de aprendizaje es definitiva la participación de dos elementos humanos: el docente y el alumno.

En el capítulo dos se hace referencia a los autores que mencionan situaciones de obstáculos epistemológicos que ralentizan el proceso de aprendizaje en los alumnos. Asimismo, se revisa la influencia que en el aprendizaje tienen las concepciones espontáneas o preconcepciones de los alumnos y algunas actuaciones del docente, para terminar con algunos comentarios acerca de la necesidad de formar a los profesores como profesionales reflexivos en relación al pensamiento de los aprendices. Se resalta la importancia que tiene la detección de ideas y conocimientos previos de los alumnos y sus procesos de pensamiento, puesto que éstos, aunados a los significados que adquiere durante su formación escolar, configuran los ejes de su desempeño social. En consecuencia, se propone que los procesos de formación deben abarcar los planos

conceptual, reflexivo y crítico, orientándose a la generación de un conocimiento científico.

En el capítulo tres se hace una descripción general del método que se empleó en el desarrollo de la investigación, en la que se trata la aplicación de estrategias para la reestructuración de los errores epistemológicos. En primer lugar, se presenta una descripción del enfoque metodológico utilizado, con lo que se sustenta la elección de una investigación documental de tipo cualitativo. Se presenta además, una propuesta de manejo de concepciones previas, teniendo como objetivo principal la mejora de la labor educativa, que por ende llevará a los alumnos a obtener aprendizajes significativos. Otro de los aspectos que se desarrolla en este capítulo, es la descripción de los instrumentos utilizados para la recolección de la información; mostrando al lector la importancia de este apartado, ya que una buena calidad en la información es fundamental para el desarrollo de la investigación y tendrá como consecuencia que se obtengan datos fidedignos que puedan ayudar a mejorar el trabajo o en caso necesario, hacer las modificaciones pertinentes.

Ya en el capítulo cuatro se presentan los resultados de la investigación de campo y el análisis de los mismos

En el capítulo cinco, como recomendaciones y conclusiones, se sugiere un enfoque evolutivo para el tratamiento de preconcepciones.

Capítulo 1

Planteamiento del Problema

Introducción

Durante siglos, la matemática ha sido considerada como la ciencia deductiva por excelencia, en la que la verdad conceptual se sustenta en el carácter deductivo de la lógica. El conocimiento matemático se sustenta básicamente en dos modos de comprensión y expresión: uno se realiza de forma directa, y corresponde a la intuición y el otro se lleva a cabo de forma reflexiva, es decir, lógica. Sin embargo, a lo largo de la historia, las demostraciones relacionadas con las concepciones no se han mantenido estáticas, sino que han cambiado notablemente reflejando características de los escenarios socioculturales en los que se desarrollaron. En este sentido, la postura socio-epistemológica considera que la matemática no es una ciencia que surge aislada de la sociedad, sino inmersa en ella y por lo tanto recibe influencias fuertemente basadas en el pensamiento, las necesidades y características del escenario en que se desarrolla.

En la actividad de aprender, el alumno hace conjeturas vagas, visualiza generalizaciones y llega a conclusiones no justificadas; arregla y desarregla sus ideas llegando a convencerse de la verdad de ellas mucho antes de que pueda escribir una demostración lógica. En los resultados obtenidos por los alumnos de educación secundaria en las evaluaciones nacionales e internacionales, se destaca el problema de ideas previas con origen escolar y cultural, científicamente erróneas (SEP, 2006).

Los estudios actuales al respecto, demuestran que existen dificultades para el aprendizaje de conceptos matemáticos, las cuales radican en la existencia de las ideas que el alumno, desde pequeño, ha desarrollado como conceptos cotidianos que le ayudan a explicarse lo que acontece en su entorno, los estudiantes llegan a creer que estos conceptos son correctos y que han sido comprobados. Sin embargo, con frecuencia no se trata de los mismos conceptos que emplean los científicos; esto produce una discrepancia, ocasionando el conflicto para los estudiantes de aceptar nuevas ideas y abandonar sus viejos conceptos aprendidos a través de muchos años, contradiciendo su propia experiencia.

Todas esas ideas con que el estudiante explica su entorno, se han denominado como preconcepciones que tienen los alumnos antes de la instrucción. De manera que uno de los propósitos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es la aplicación de estrategias instruccionales que induzcan la transformación de las preconcepciones de los estudiantes por medio de modelos basados en el cambio conceptual. Estas ideas previas persisten durante muchos años y, por lo tanto, no permiten que el alumno adquiera un aprendizaje significativo

El aprendizaje de los alumnos depende de múltiples factores entre ellos la motivación, el contexto y la manera en como establece el enfoque de una clase el docente, hasta en la manera en cómo resolver un cuestionario sobre alguna lectura de comprensión, está influido por las preconcepciones que subyacen en la mente del individuo; Denison y Denison (2003) menciona que la inactividad o influencia de alguno de estos elementos, deriva en lo que llamamos problemas de aprendizaje.

En este capítulo, que se ha llamado Planteamiento del Problema, se realiza una semblanza de los elementos históricos que dan origen a preconcepciones y la visión que de ellas tienen los docentes y alumnos en matemáticas. Este análisis de antecedentes, desemboca en el planteo de las preguntas que guían la presente investigación. A continuación, se centra en reflejar cómo el marco legal comprende al conocimiento como una construcción sociocultural educativa que es dependiente del escenario sociocultural en el que se desarrolla, y que habrá de sujetarse a la legislación social, la cual establece las tendencias de la educación; enseguida se presenta el objetivo general reiterado por los supuestos de esta investigación, para concluir con las limitaciones de la misma

1.1. Antecedentes

Los estudios acerca del cambio conceptual se presenta como una línea de investigación relativamente reciente; estos estudios que se enfocan primordialmente en el conocimiento de las concepciones previas, que se orientan al aprendizaje, se inician en la década de mi novecientos setenta con base en una tradición cognoscitiva, y partir de los noventa, comienza a desarrollarse la investigación educativa acerca de cómo evoluciona o cambian estas ideas previas, que se manifiesta en un campo denominado cambio conceptual. En este sentido, la conjunción de estas dos áreas de interés: el estudio del efecto de las preconcepciones en el aprendizaje y los estudios constructivistas derivados del cambio conceptual, dan muestra del avance en la materia de enfoques de la educación que da prelación al aprendizaje más que a la enseñanza.

El papel que tienen los profesores para influir en los estudiantes con sus actitudes y con sus discursos en la forma en que éstos últimos conciben su realidad inmediata es determinante; los estilos se socializan. Un profesor conformista podría producir efectos conformistas en algunos de sus alumnos. Otro fatalista y resignado al fracaso, podría sembrar la semilla del fracaso y el fatalismo en sus alumnos aún sin que él mismo se esté dando cuenta de los efectos que sus enseñanzas pueden repercutir en sus estudiantes, apunta Apple (1994). A pesar de que los sistemas de dominación y explotación se perpetúan, es función de los individuos (profesores y alumnos) concienciar que hay alternativas en los estudiantes para aliviar muchos de los problemas sociales y educativos. El sentido de inevitabilidad o conveniencia moral mencionados por Bowles y Gintis (1986), pueden ser modificados a través de una aproximación racional. En la medida en que los individuos se den cuenta de que son parte de un sistema regido por y para la sociedad, mayores oportunidades habrá de poder influir en ella. Los estudiantes con estilos intelectuales sesgados hacia el conformismo difícilmente intentarán al menos salir de su rutina laboral una vez que egresen de la universidad. (Sternberg, 1997). Los modelos que los estudiantes encuentran en sus profesores son buenos ejemplos del cómo buscar la aspiración de ascender.

Mucho se dice que los profesores deben conocer a sus alumnos, la mayor parte de ellos, considera que hay que conocer su situación familiar, sus amigos, las condiciones en las que vive, etc.; esto es bueno, no para justificar un aprovechamiento académico poco favorable, sino para establecer una relación de amistad estrecha. Sin embargo, esto nada tiene que ver con lo que realmente es esencial para que en el estudiante se verifique un aprendizaje significativo, el cual, según Ausubel (1978),

ocurre cuando la nueva información se enlaza con los conceptos pertinentes que existen ya, en la estructura cognoscitiva del que aprende.

Conocer al alumno, en sentido pedagógico, significa percibir sus esquemas mentales, sus conocimientos que posee, aquellas capacidades con las que se puede trabajar, y hacer que el alumno sepa lo que tiene. Una vez que el estudiante tiene conciencia de que sus capacidades le apoyan en el aprendizaje, es importante que sepa cómo utilizarlas; pensando en que cada una de ellas, relacionada adecuadamente, puede utilizarse para fortalecer los aprendizajes de otras más; pues el uso combinado de diferentes conceptos, enriquece y da mayor soporte a lo que se trabaja como objeto de aprendizaje (Conalep, 2003)

1.1.1 Marco legal

En este país, México, las declaraciones legales, a menos a nivel de declaración de principios, se mueven en la línea del desarrollo intelectual integral de los alumnos, enfatizando la necesidad de aprender a aprender, como se declara en el acuerdo 384 emitido por la Secretaría de Educación Pública en su artículo segundo referido al perfil de egreso de la educación básica; en el inciso (i) que dice:

“...y la capacidad de aprender permanentemente para hacer frente a la creciente producción de conocimiento y aprovecharlo para la vida cotidiana” (SEP, 2006).

Lo cual implica la posibilidad de que el estudiante pueda asumir la responsabilidad de dirigir el propio aprendizaje a lo largo de su vida. En el mismo acuerdo 384, en su artículo cuarto inciso (f), declara que:

“...uno de los principios de la educación básica es la formación de individuos capaces de aprender de manera permanente y con autonomía”.

Como la mayor parte de la información se encuentra en documentos escritos, se hace necesario que el alumno conozca y desarrolle las principales técnicas que le lleven a la comprensión y a la consecuente aplicación del conocimiento adquirido en las aulas.

Los aspectos más predominantes con relación a esto, se encuentra explicitado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2002), en su artículo tercero donde se establece que:

“La educación..., tenderá a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano...”

Este aspecto se ve ratificado en la Ley General de Educación (2002), la cual menciona

“...para que ejerza plenamente sus capacidades humanas”

Además,

“Favorecer el desarrollo de facultades para adquirir conocimientos...”.

Al mencionar los aspectos legales, se observan tres palabras: capacidades, facultades y habilidades, referidas en plural, lo que infiere en la mente que el ser humano, y en consecuencia los alumnos, no solo poseen una capacidad, sino varias; lo mismo para facultades y habilidades, diferentes unas de otras, y por tal diferencia, la forma de llegar a ellas y desarrollarlas, por lógica, habrá de ser diferente; como diferente es el conducto por el que cada individuo recibe la información.

Desarrollar las habilidades mencionadas es hoy más necesario que nunca, en la medida que se requiere no sólo saber muchas cosas, sino la habilidad para aplicar esos conocimientos con eficacia, aprender rápidamente nuevos conceptos, elegir

acertadamente y valorar las alternativas existentes, desarrollar el razonamiento, discurrir argumentos en contra de hipótesis, etcétera; ya que los cambios conceptuales constituyen un proceso lento y a largo plazo, las nuevas conceptualizaciones suelen interpretarse en relación con las ya conocidas por el individuo, reforzándolas o creando conflictos entre ellas.

Además, las habilidades son la parte activa de la concepción del mundo, son las que capacitan al individuo para interactuar con él, para tomar la iniciativa en sus transacciones con el ambiente; considerando que el objetivo último del aprendizaje no es el conocimiento en sí, sino la capacidad para usarlo.

1.1.2 Tendencias de la educación

Las sociedades actuales, son cada vez más demandantes en cuanto al desarrollo de las habilidades básicas de aprendizaje; sin embargo, poco se hace en cuanto a la satisfacción de esta demanda, la cual, se agudiza cada vez más ante el volumen de información a la que se enfrenta el estudiante actual; de tal manera que, ante este reto, es necesario dar un giro radical a las formas de enseñar en las aulas.

Cierto es que los alumnos deberán contar con los conocimientos suficientes que les permita desarrollarse en el entorno donde están establecidos; y aquí, cabe hacer una reflexión acerca de lo que sucede con los estudiantes, ante un avance científico y tecnológico que supera a todo lo que se aprende como contenidos en la escuela, los cuales se les exige sean aceptados y aprendidos como fin único de la educación, los alumnos se ven abrumados con tan descomunal tarea, todo para que a corto plazo, la

información que poseen sea desplazada por otra, más real y actual, por lo que se ven precisados a replantear el conocimiento que adquirieron con anterioridad.

Es por esto que es de importancia primordial dar más énfasis a la educación con tendencia hacia el desarrollo de las capacidades intelectuales para el aprendizaje permanente. En este sentido, se procura que los alumnos se hagan conscientes de sus propios procesos de pensamiento, enseñándoles formas de auto-interrogación, auto-diagnóstico y auto-corrección; utilizando refuerzos positivos para ir transfiriendo el control y la planificación de la propia actividad cognitiva al sujeto, en torno al proceso cognitivo que sigue al actuar.

Lo anterior tiende a que, cuando un individuo reflexiona sobre sus acciones aplicadas a un proceso específico, es consciente del proceso como un todo; percibe qué transformaciones pueden influir en el proceso, y es capaz de construir realmente tales transformaciones. Entonces, se dice que el individuo reconstruyó el proceso como un concepto, que el proceso fue encapsulado como un objeto. Un individuo posee un nivel de concepción de un concepto matemático cuando su comprensión sobre la idea o concepto es tan profunda que trata la idea o el concepto como un objeto. Es capaz de ejecutar acciones en el objeto y, cuando es necesario, también puede des-encapsular el objeto y volverlo al proceso que le dio origen (Alvarenga, 2006).

Esto representa un reto para cualquier docente, pues en tanto se posean estas habilidades, los resultados que se obtengan con los estudiantes se podrán considerar sorprendentes, teniendo presente que cualquier enfoque, actitud, técnica o método que facilite el aprendizaje y permita adquirir conocimientos nuevos de una manera más fácil

y rápida, es ante todo, el arte de favorecer la expresión máxima del potencial de aprendizaje de cada persona.

1.1.3 Contexto

La finalidad en este trabajo práctico educativo es la realización de actividades dentro de las aulas del nivel de secundaria en que se ponga de manifiesto la didáctica donde se promueva el conocimiento adquirido en el aula y fuera de ella, interactuando la Psicología y la Pedagogía con la praxis informal; esta reciprocidad permite seleccionar ejercicios y tareas que hagan posible el fortalecimiento de la comprensión conceptual en varios tipos de contextos.

Por lo antes señalado, y con base al título de este documento, se podrían formular pedagógicamente algunas preguntas: ¿Es posible enfrentar los retos del actual sistema educativo, que demanda conocimientos y habilidades específicas para la asignatura de matemáticas que se plantean en la educación básica? ¿Se tiene los recursos a fin de interpretar preconcepciones que impiden una mejor comprensión, para desarrollar habilidades y competencias conceptuales en los alumnos? ¿Se han desarrollado las habilidades estratégicas para el conocimiento y reconocimiento de las propias preconcepciones? ¿La aplicación de estos estudios contribuye al análisis y fortalecimiento de las capacidades en su reestructuración y/o evolución conceptual que permitan acercarse a la realidad de la práctica escolar? Es evidente que un conocimiento más exhaustivo acerca de los errores en las resoluciones matemáticas debe ser una cuestión explícitamente considerada y enfocada en la formación de los docentes., además de contribuir a desnaturalizar la concepción dominante que sustenta el bajo

aprovechamiento académico del alumno, derivado del desconocimiento de las ideas en la mente del estudiante que no permiten permear el conocimiento de nuevos conceptos. Esto es así desde la población en general como también, lamentablemente, entre los mismos profesores del nivel superior.

Para dar respuesta a las anteriores preguntas, en este trabajo se presentan algunos elementos que servirán de mucha ayuda a quien desee aplicar un programa de detección y reestructuración de preconcepciones en los alumnos del nivel educativo de secundaria; este mismo, servirá para evaluar el desempeño práctico del sustentante dentro de la investigación educativa como alumno de la Escuela de Graduados en Educación.

Las interrogantes planteadas con anterioridad, ponen de manifiesto la necesidad de generar en los estudiantes una forma de pensamiento que contribuya al desarrollo de una habilidad metacognitiva, misma que le permita establecer la relación entre una realidad científica y objetiva con su realidad preconceptual subjetiva. Esta forma de pensamiento tendrá una característica, que habrá de ser crítica, la cual se presenta cuando la razón toma conciencia de sí misma; y con la capacidad para que pueda evaluar, sopesar las situaciones conceptuales y aceptar las que concuerden con la verdad científica, lo que llegará a producir en el individuo un pensamiento científico.

Por lo tanto, para apropiarse del conocimiento científico, es necesario comprender la conceptualización que priva en él. Para esto, a la conceptualización se le concibe como un proceso, a través del cual el estudiante elabora un significado de la información que recibe del exterior, relacionándola con la que ya posee almacenada en su mente; dando como resultado la creación de objetos del conocimiento.

Este proceso, establece la posibilidad de relacionar en forma sustancial lo que ya se sabe con lo que se pretende saber, a medida que se van creando conceptos, se va aprendiendo. Esto adquiere una relevancia significativa en tanto que el alumno empieza a formarse una representación, un modelo propio de aquello que se presenta como objeto de aprendizaje, un proceso que conduce a una construcción personal y subjetiva de algo que existe objetivamente.

Partiendo desde este punto de vista, el estudiante aprende que los errores son considerados parte de los procesos de aprendizaje; que la competencia en la materia consiste en darse cuenta de esos errores y buscar la mejor solución o respuesta. También, es preciso aprender que esto servirá para organizar el pensamiento de mejor manera, para analizar, para resolver problemas y para acceder a la construcción del conocimiento por medio de diferentes expresiones y valores culturales del presente y del pasado, desarrollando una actitud analítica desde la perspectiva de su propio entorno; para esto, señala Giroux (1993), existen fuerzas mediadoras que cambian y modifican el pensar de la persona, por ejemplo: las experiencias particulares vividas cotidianamente, las diversas formas de entender las cosas de acuerdo al sentido común y una verdadera capacidad de análisis crítico, a veces produce impresiones modificadoras y cambios en la ideología dominante o a veces opuestas a ellas.

1.2. Planteamiento del problema

El aprendizaje del alumno depende de múltiples factores entre ellos la motivación, el contexto y la manera en como imparte la clase el maestro; pero uno de los

aspectos preponderantes, y que se le da poca importancia, es a los esquemas mentales con los que el alumno ingresa al nivel de secundaria, mismos que bien han sido creados por el propio alumno o han sido puestos por los profesores en niveles anteriores.

A menudo, el alumno carece del dominio de los conceptos de cantidad, tiempo, causa y efecto; esto representa una dificultad para la realización de inducciones, se le dificulta ordenar y categorizar con sentido lógico, con dificultad establece una representación gráfica de la información y carece de la habilidad para encontrar soluciones lógicas a problemas.

Por lo que se establece la pregunta que origina el problema: ¿Cómo afectan las preconcepciones matemáticas que los estudiantes poseen, al enfrentarse al aprendizaje de nuevos conocimientos matemáticos?

Al desarrollar la presente investigación se dará respuesta al cuestionamiento presentado y se analizarán aspectos importantes a considerar cuando se presente una situación preconceptual en los alumnos.

1.3. Objetivos

Esta investigación, tiene el objetivo general de analizar la forma en que preconcepciones matemáticas de los alumnos de secundaria intervienen o afectan la adquisición de nuevos conocimientos matemáticos; con objetivos específicos de: determinar estrategias basadas en un cambio por evolución de preconcepciones para

favorecer el surgimiento de conceptos científicos en el tema que se refiera el aprendizaje e inducir en el pensamiento de los individuos formas de tratar las preconcepciones presentes al presentarse un acto educativo

1.4. Supuestos de investigación

Si en el estudio se pretende dar énfasis en conocimientos previos y empíricos del individuo y de acuerdo con la pregunta de investigación, se plantea el siguiente supuesto: Al producirse preconcepciones matemáticas en la mente del individuo por asociación de conceptos, entonces habrá una parte donde se producen, esta es la inteligencia lógico matemática; por lo cual, se procederá a tomar en consideración las investigaciones que conduzcan a comprender mejor el funcionamiento de este aspecto e induzcan una mejor comprensión de los procesos de generación y desarrollo de la matemática.

1.5. Justificación

Debido a que, a pesar de la creación de nuevos programas educativos y a las múltiples reformas derivadas de evaluaciones académicas a los alumnos en las que se manifiesta que el aprovechamiento escolar se ha visto inmutable a lo largo de generaciones, es necesario orientar las prácticas educativas y fundamentarlas más en la gnosis del individuo; es decir, entrar en las formas mentales para generar o reestructurar conceptos que el estudiante llegue a tener para su desarrollo científico cognitivo, de tal manera que el acto educativo logre su objetivo.

Considerando la inclusión de la Psicología en el ámbito educativo, es recomendable prestar una atención especial a los constructos mentales del individuo sujeto a instrucción, para tener acceso a nuevas perspectivas de la enseñanza fundadas en el aprendizaje y así abrir las expectativas de un mejor aprovechamiento escolar.

Al estudiar el caso particular de preconcepciones, abre un panorama del conocimiento de las características de las mismas; siendo de una importancia tal que permite a esta investigación dar los pormenores de un enfoque cognoscitivo del proceso enseñanza aprendizaje; además, aporta información específica sobre los aspectos que el docente habrá de considerar para el mejor empleo de sus recursos didácticos y las diferentes formas de introducir conceptualizaciones reales que el alumno sea capaz de asimilar y apropiarse

1.6 Limitaciones

En toda investigación se encuentran obstáculos que impidan encontrar la información que se busca o resultados que se desean alcanzar, sobre todo porque son causas ajenas al investigador y entorpecen el proceso de investigación.

Algunos de las limitaciones u obstáculos que se pueden presentar en el proceso de la investigación son los siguientes: La actitud apática de los alumnos al aplicar los instrumentos para recabar información, la falta de sinceridad al responder a los instrumentos, la falta de espacio temporal debido a los ajustes que se han de hacer con relación a cronogramas, etc.

Al observar el panorama que brinda esta investigación, es un aliciente para la realización de este proyecto, encaminado principalmente a analizar la forma de la aplicación de estrategias de detección de preconcepciones, de tal manera que los docentes puedan mejorar el rendimiento académico de los alumnos. Al ir desarrollando la investigación se pretende confirmar diversos aspectos tratados respecto a la problemática planteada, mismos que se verificarán a través del análisis

Las investigaciones que se estudian en el siguiente capítulo ofrecen una variada visión de las dificultades que los estudiantes de secundaria y de diferentes niveles educativos enfrentan cuando se ven precisados a resolver problemas que involucran análisis matemático.

Capítulo 2.

Marco Teórico

Introducción

Los seres humanos poseen dentro de su cultura, un sistema de teorías de sentido común que son utilizadas para interpretar la realidad, esto genera en la mente una serie de ideas que, en la mayoría de las veces resultan desconocidas, y que tienen su origen en la realidad externa, esto conlleva a una conceptualización de los objetos a través de una experiencia sensorial con tal realidad; son esas concepciones que se utilizan para razonar y para la imaginación. Sin embargo, muchas veces las ideas que se generan son discordantes con la realidad y otras con el sentido común, produciéndose preconcepciones que han de ser reestructuradas y adaptadas a lo que en sentido categórico se considera como verdad.

Una de las tareas de la ciencia, es la búsqueda de conceptos verdaderos, lo cual, consiste en confrontar las preconcepciones con la experiencia, para ver si sus componentes están combinadas de la misma manera dentro y fuera de las mentes, y así construir conocimiento seguro que no sea distorsionado por la fantasía o la pasión, pues es a partir de la ciencia que se construye tal conocimiento con base en la confrontación de las ideas con la experiencia.

De hecho, la mente no tiene contacto directo con el mundo exterior, sino que construye modelos del mundo exterior a través de sensores que detectan condiciones físicas externas e internas por el “ver”, “escuchar”, “sentir”, “percibir”, etc. y envían

señales al cerebro a través del sistema nervioso lo que permite formar algunas ideas acerca del mundo exterior, dando lugar a las concepciones de los objetos.

A pesar de que el conocimiento de la realidad objetiva da inicio con las percepciones, no termina con ellas, pues de la percepción se origina el pensamiento, lo cual amplía el campo del conocimiento y lo profundiza (Filio, 2005). Esto permite que, con el pensamiento, se logre descubrir por medio de conclusiones lo que no está en el campo de la percepción, y que lleva a la producción de conceptos.

En este Capítulo 2, El Marco Teórico, la evolución de las investigaciones sobre preconcepciones matemáticas, se presenta, como el nombre del capítulo lo indica, el marco teórico en las investigaciones relacionadas con las ideas y conocimientos previos que el alumno hace presentes durante su aprendizaje en el aula durante el discurso matemático; presentándose desde los estudios referentes al origen de las preconcepciones hasta el tratamiento que se ha de dar a ellas.

2.1 La Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas

La capacidad del hombre para aprender sobrepasa la de cualquier otro animal. El hecho de aprender ha sido uno de los pasos más significativos en la evolución del ser humano, que cuando éste aprende, se identifica una anatomía del aprendizaje; cuando el hombre aprende algo, se establecen nuevas vías en la red nerviosa del cerebro (Filio, 2005). Entre las ramificaciones de las células nerviosas subyacentes se produce una sinapsis, que transmite la información formando múltiples terminaciones dendríticas durante el aprendizaje, creando así nuevas vías para la transmisión de información.

Sin embargo, a pesar que las investigaciones relacionadas al aprendizaje desde el punto de vista fisiológico son relativamente nuevas, dista mucho de ser una teoría acabada, por lo que se considera que al campo de investigación es bastante amplio en otros ámbitos del aprendizaje y las formas de verificarse en el ser humano, por lo que en este trabajo se intenta establecer los aspectos de preconcepciones en la mente de los estudiantes, su origen y tratamiento de las mismas para lograr alcanzar el objetivo de un aprendizaje que pueda dar significado dentro de la actividad mental del aprendiz. Con todo, dice Hilgard (1977), es evidente la dificultad para establecer una teoría para explicar el fenómeno del proceso de aprender; en tanto, se continúa buscando esclarecer el proceso mágico que conduce al aprendizaje.

2.1.1 Preliminares

El concepto de preconcepciones se ha dado bajo criterios muchas veces en contradicción o enfrentamiento; de hecho, muchos investigadores se han dedicado a analizar los errores conceptuales, los que a veces, según Carretero (2000), se designan como ideas previas sobre temas científicos, previas al aprendizaje escolar; dichas ideas se han identificado como ingenuas (Caramazza et al. 1981), y esquemas conceptuales alternativos (Bello, 2004). Ya que estos, se han considerado como conocimientos empíricos de los estudiantes, catalogados como cultura experimental, sujeta a cambio para favorecer la adquisición de conocimiento científico; vistos como errores conceptuales, las preconcepciones nos conducen a amplias tareas de análisis (Carrascosa, 1985).

Por lo que, dentro del aprendizaje de las matemáticas, existe un problema que es evidente, pues se desconoce una postura teórica explicativa con la suficiente credibilidad y validación que permita identificar el proceso a que se refiere; sin embargo, vale la pena adentrarse en la búsqueda de las causas que originan tal dificultad y encontrar las formas de subsanar, en buena medida, los impedimentos que llevan al estudiante al fracaso en el entendimiento de la matemática.

Todo el conocimiento, especialmente el entendimiento lógico matemático, se deriva de las acciones propias sobre el mundo, por lo que, según Piaget (1987), el acercamiento al pensamiento matemático debiera empezar en las primeras etapas de crecimiento, pues el conocimiento que alcanza el niño, está unido estrechamente a la experiencia que logra obtener mediante la observación y manipulación de objetos físicos, inherente a la génesis de todas las formas lógico matemáticas; e incluso, esos objetos siguen existiendo aún cuando el niño ya no los tiene presentes, lo que da origen al posterior desarrollo mental cuando el infante no necesita tocar los objetos. Para Piaget, el pensamiento lógico matemático es lo que forma la parte medular de toda la cognición.

Por supuesto que el pensamiento matemático ha de considerarse como un aspecto especial de pensamiento con características específicas, originando que dentro del pensamiento matemático se infiera un pensar matemático, y que las matemáticas se hacen con el cerebro utilizando conceptos matemáticos tales como: suma, multiplicación, radicación, función, variable, ecuación, etc., las cuales son constructos de la actividad cerebral alimentada por una cadena de razonamientos; por lo que, el

trabajo matemático requiere de facultades cerebrales de razonamiento, de lógica y de organización cerebral.

No obstante, según Ávila (1994), un elemento que obstaculiza el aprovechamiento cabal de la instrucción matemática en el alumno, tiene que ver precisamente con los conocimientos previos que tiene el estudiante con relación a conceptos matemáticos, y que muchas veces los identificamos como preconcepciones. Esta consideración en el análisis de estos conceptos ha sido el establecer la importancia del conocimiento previo para la adecuada comprensión e interpretación; Ávila (1994), considera que comprender algo es atribuirle significación, la cual sólo puede ser atribuida a partir del conocimiento previo, y hace el planteamiento acerca de que los alumnos interpretan problemas de acuerdo con los saberes y conceptualizaciones con que cuentan. Así, pueden interpretar de manera distinta un mismo problema; es decir, le pueden dar distintos significados, con base en los significados que los niños le dan a los problemas, buscan y construyen distintas soluciones.

2.1.2 Definición de Preconcepción

El diccionario de la Academia Mexicana de la Lengua Española (ESPASA), define la preconcepción como el hecho de establecer previamente y con sus pormenores algún pensamiento, el establecimiento de una serie de ideas sobre algo antes de que se produzca.

Las preconcepciones son algo así como un prejuicio muy arraigado en la mente de los alumnos y tal vez hasta en la conciencia colectiva. Estas llegan a constituirse como el fruto de la percepción y estructuración en el segmento cognitivo del individuo, las cuales están basadas en las experiencias cotidianas, bien sean físicas o sociales, dando como resultado un conocimiento empírico (Moreira y Greca, 2003). Estas visiones alternativas, se les conoce también como: ideas intuitivas, ciencia de los niños, representaciones de los alumnos, preconcepciones, concepciones alternativas, ideas de los niños, razonamiento espontáneo, representaciones, y errores conceptuales (Cubero, 1994).

Cada una de estas conceptualizaciones se refieren, según Velasco y Garritz (2003), a los diferentes puntos de vista que los investigadores tienen respecto a la construcción del conocimiento; en lo general, se refieren al conocimiento de sentido común, por lo que, aunque los autores los utilizan como sinónimos, no se puede considerar que sus significados sean equivalentes. Para Cho, Kahle y Nordland (1985), las preconcepciones se refieren al conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales, y que las mismas están en contradicción con lo establecido en las teorías, principios y leyes del conocimiento científico o paradigmas predominantes en el medio académico.

El problema que aparece en la enseñanza de las ciencias respecto a preconcepciones es real, porque éstas son muy persistentes. Las preconcepciones pueden ser simples o complejas; las simples son siempre verdaderas, porque son copias directas de la experiencia; las complejas se componen de concepciones simples, estas pueden

combinarse en la mente de un modo que no correspondan a la manera como están asociadas fuera de la mente, de esta manera se pueden crear conceptos falsos.

Sin embargo, Rivas (2003) se refiere a las preconcepciones a partir de las observaciones de dos criterios que bien se podrían conjugar; uno de ellos estriba en que son una serie de ideas incorrectas que restringen la construcción correcta de conceptos científicos; el otro criterio es de quienes consideran que si bien pueden ser científicamente incorrectas, no lo son para el estudiante, pues indican la representación de un fenómeno o de un asunto en cuestión; son sus ideas previas a partir de las cuales se pueden construir conceptos científicos adecuados; en otras palabras, según Lozano (2001), utilizar los preconceptos como puntos de partida para otros conceptos, pero más que nada considerando la transferencia complementaria de un concepto hacia donde ya existe previamente una idea al respecto.

Por otro lado, los profesores a menudo se quejan de los errores matemáticos o de procedimiento que cometen los alumnos; los errores persisten porque en realidad son preconcepciones o prejuicios que no se quitan tan fácilmente; ya decía Einstein que es más sencillo destruir un átomo que un prejuicio; así que por más que el profesor se afane para hacer que el alumno comprenda, siempre caerá en los mismos errores, por lo que se hace necesaria una eliminación del estigma con que se ha calificado a la preconcepción y retomar el pensamiento de Ausubel (1978), en el sentido de reducir toda la psicología educativa al principio de averiguar lo que el alumno ya sabe y enseñar en consecuencia.

2.1.3 Justificación

Los estudiantes, durante el proceso de aprendizaje y a lo largo de su formación, continuamente enfrentan obstáculos ante la necesidad de incorporar nuevos conocimientos dentro de un dominio específico de conocimiento científico. Una muestra de enfrentamiento es la presencia, en la mayoría de ellos de gran cantidad de concepciones previas o ingenuas acerca de dicho dominio. Estas concepciones ingenuas son, por lo general, incorrectas comparadas con el conocimiento científico aceptado y frecuentemente le impiden al estudiante profundizar en el conocimiento formal. Algunas de estas ideas pueden modificarse a partir de la lectura de textos específicos. Si esto sucede, entonces la idea se reconoce como una preconcepción. Sin embargo, si estas ideas son resistentes al cambio, ya que persisten a pesar de un proceso de instrucción, se trata entonces de errores conceptuales.

El presente trabajo consiste, no en contrarrestar cada preconcepción con que se enfrentan los docentes, pues son infinidad las que se presentan en cada alumno; sino en favorecer la investigación para producir la génesis de un pensamiento crítico, de manera que el individuo mismo adquiera la habilidad para identificar y determinar cuáles son las características de sus preconcepciones y confrontarlas con el conocimiento científico que se le presenta en determinado momento; esto deriva en una forma de comparación que, como menciona Lozano (2001), es el fundamento de procesos de pensamiento más sofisticados, los cuales al no hallarse presentes en la mente del aprendiz tenderán a manifestarse errores o fallas en el pensamiento. Ya con las herramientas necesarias, y de manera autónoma, promover su evolución en función de un análisis que lo lleve al

pensamiento científico a través de ejemplos demostrativos y deductivos con la correspondiente comprobación.

2.1.4 Modelos Mentales y Preconcepciones

Al determinar las características de las preconcepciones, se establece que los estudiantes generan creencias con las que constituyen un sistema de proposiciones representativas de sus conocimientos, conformando un modelo mental. Frecuentemente, si este modelo mental se compara con el conocimiento escolar, resulta erróneo. Pero, en el primer momento, las creencias erróneas e incorrectas, pueden cambiarse con la lectura de un texto que presenta elementos que la contradicen directa o indirectamente. También, las creencias alternativas pueden cambiarse o por lo menos reducirse en un alto porcentaje a partir del uso instruccional de textos que explícitamente presenten las creencias alternativas.

Además, las preconcepciones y las ideas erróneas, pueden ser incoherentes y fragmentadas, o también, coherentes; en el primer caso, las proposiciones que las componen no están interconectadas, por lo que estos modelos no permiten que los estudiantes construyan explicaciones consistentes y predecibles. Por el contrario, en los modelos coherentes, sí es posible que los estudiantes generen explicaciones, predicciones y respuestas a preguntas en forma consistente y sistemática. Un modelo coherente puede ser correcto, o por el contrario defectuoso, cuando su estructura de organización se basa en un conjunto de creencias o principios incorrectos (Chi, 2002).

Estos modelos mentales defectuosos pueden compartir algunas proposiciones con un modelo mental correcto, pero están interconectadas siguiendo una organización incorrecta.

2.2 Preconcepciones Matemáticas y Aprendizaje de Nuevos Conceptos

Como ya se ha mencionado anteriormente, los estudios sobre el aprendizaje y en consecuencia las concepciones relacionadas con los conceptos matemáticos han abundado en los diversos paradigmas de esta disciplina, De Kee, Mura y Dione (1996), reportan el estado de comprensión de las nociones matemáticas en los contextos, usando cinco componentes del método constructivista totalmente reducido de Herscovics y Bergeron (1982): la comprensión inicial, la comprensión del procedimiento, la abstracción, la formalización y la comprensión global; sin embargo, comienzan cada contexto estudiando la comprensión global de las nociones. Los conflictos que presentan los estudiantes son variados, dependen del problema y del conjunto de conceptos asociados, aunados a las preconcepciones propias de cada uno de ellos. Para favorecer la comprensión, hay que dar más importancia a los lazos entre las diversas representaciones de la noción, aunque dichos lazos puedan parecernos evidentes y triviales cuando ya se posee el concepto. Se puede observar un objeto por años y nunca producir una observación de interés científico (Jung, 1989). Para producir una observación valiosa, se debe tener primero una idea de qué observar, una preconcepción de lo que es posible. Los avances científicos, a menudo surgen de descubrir un aspecto hasta ahora no observado de las cosas, como resultado no tanto de usar un nuevo instrumento, sino de ver los objetos desde un ángulo diferente.

Por lo anterior, es fundamental diferenciar el término “concepto” del término “concepción”; según Sfard (1991), la palabra “concepto”, algunas veces remplazada por “noción”, es mencionada cuando una idea matemática está considerada en su forma oficial, como un constructo teórico dentro del universo formal del conocimiento ideal, el grupo total de representaciones y asociaciones internas evocadas por el concepto; la contraparte del concepto en el interior y subjetivo universo del conocimiento humano será llamada una concepción.

La noción de concepción es el constructo usado con más frecuencia para el análisis cognitivo en didáctica de las matemáticas, como puede inferirse del estudio que hace Artigue (1990). No se distingue claramente en la bibliografía de otras nociones como representaciones, presentación interna, modelo implícito, etc. Como se describe, trata de poner en evidencia la pluralidad de puntos de vista posibles sobre un objeto matemático, diferenciar las representaciones y modos de tratamiento que se le asocian, poner en evidencia su adaptación más o menos buena a la resolución de distintas clases de problemas. Así pues, compartimos el punto de vista, que de un concepto matemático poseemos una concepción.

2.2.1 Origen de las Preconcepciones

A pesar de que es evidente la existencia de preconcepciones en los individuos, no se ha establecido formalmente las causas de su origen; aunque algunos investigadores mencionan que bien pueden ser el resultado de experiencias cotidianas, también puede

ser el uso incorrecto del lenguaje común, reforzado por aprendizajes inadecuados en el medio social y analogías defectuosas en el medio escolar (Campanario y Otero, 2000). Algunos autores mencionan que el origen de las preconcepciones está en la enseñanza dentro y fuera de la escuela, en el medio social y por procesos intuitivos. Además, Pozo y Gómez (2001) hacen una clasificación de las preconcepciones de acuerdo a su origen: las espontáneas, que surgen fundamentalmente de la percepción; las transmitidas, derivadas de las creencias inducidas por la sociedad; y las analógicas, que surgen como consecuencia de una inadecuada comparación entre lo conocido y lo desconocido.

El origen de las preconcepciones, está relacionado estrechamente con la forma en que los individuos combinan las nociones que han adquirido en actos empíricos de su existencia, y que algunas veces determinan las acciones; tal es el caso del cuento de Hansel y Gretel, cuando aquél, al sentir una amenaza de un ser desconocido, dice a Gretel que si ella cierra los ojos, el ser no la encontrará; otro caso, en cierta ocasión, al momento de pasar lista a un grupo de niños de primero de primaria, al nombrar a un niño ausente, un compañerito respondió que no había llegado a clases, porque un día antes pisó un erizo de mar en la playa, y que le había ocasionado un poco de calentura; pero había sido un erizo pequeño, que si hubiera sido un erizo más grande, le hubiera dado más calentura; estos son un ejemplo conceptual débil que pudiera no ser posible, por lo que una preconcepción hace deducir razonamientos endebles. En otro caso, en niveles más avanzados, muchos alumnos tienen la dificultad de dejar a un lado la noción de que un octavo es mayor que un cuarto, porque ocho es mayor que cuatro, argumentan; es común que los estudiantes de secundaria cuando inician con álgebra,

puedan sugerir la resolución de una ecuación como: $(a + b)^2 = a^2 + b^2$, por intentar la aplicación del concepto de asociación aprendido en cursos anteriores.

De lo anterior, se desprende el hecho de considerar que las preconcepciones se derivan de una inadecuada asociación de conceptos dentro de la mente del individuo, las cuales tienen como fundamento nociones simples de una experiencia externa. Por ejemplo, la asociación: Hay en el manzano racimos de naranjas azules; esto pudiera parecer más que irreal, aunque las unidades conceptuales existen en la realidad, porque entendemos que los manzanos existen, los racimos también, sabemos la existencia de la fruta llamada naranja y también del color azul; sin embargo al establecer la combinación de estas conceptos, resulta una idea que se percibe como no real.

Al incorporarse los alumnos a una institución educativa, llegan a la educación formal con una gama de presaberes, destrezas, creencias y conceptos previos que influyen significativamente en lo que perciben acerca del ambiente, y cómo lo organizan e interpretan. Esto, a la vez, afecta sus habilidades para recordar, razonar, resolver problemas y adquirir conocimiento nuevo. Hasta los niños pequeñitos son aprendices activos que traen un punto de vista al ambiente dentro del escenario de aprendizaje; más bien, el cerebro de un infante les da prelación a ciertas clases de información: el lenguaje, los conceptos básicos de número, las propiedades físicas y el movimiento de objetos animados e inanimados.

Normalmente, las personas tienen la tendencia a organizar sus experiencias sensoriales y crear conceptos o preconcepciones para sí mismas, organizándolas en

forma de modelos mentales; es por esta razón que el principio de construcción, que no se puede enseñar nada a nadie, es la base del constructivismo.

Tales concepciones, son las que viven en la mente del estudiante y dependerá de las experiencias que han permitido establecer cierta relación personal con todo aquello, que desde la perspectiva del sujeto, se relaciona con el concepto. Es de suponer que estas concepciones están sujetas a cambios, dependiendo de las diferentes y continuas interacciones entre el sujeto y las situaciones asociadas al concepto.

2.2.2 Autoconstrucción de Conceptos

La investigación del aprendizaje inicial sugiere que el proceso de darle sentido al mundo comienza a una edad muy temprana. Los niños, durante los años preescolares, comienzan a construir comprensiones refinadas, sean exactas o no, de los fenómenos que ocurren en su entorno. Esas comprensiones pueden tener un efecto poderoso en la integración de los nuevos conceptos e información. A veces esas comprensiones son exactas y proporcionan una base para la construcción del conocimiento, pero a veces son inexactas. En las ciencias, los estudiantes, con frecuencia, tienen concepciones erróneas de propiedades físicas que no pueden observarse con facilidad.

El estudio de las representaciones está en los fundamentos de la investigación constructivista, en cuanto se refiere a la base, el objeto y los procesos mismos de construcción cognitiva. Esto nos muestra la complejidad del proceso de la construcción de las teorías científicas, que implican no sólo un cambio de estructuras conceptuales

sino también de estructuras sintácticas, un cambio de modo de conocer el mundo, pues como declara Redish (1994), acerca de que los modelos mentales muchas veces contienen elementos contradictorios e incompletos, tanto que los individuos desconocen la forma en que se verifican los procesos de dichos modelos, que incluso llegan a provocar confusión.

De los recientes descubrimientos, se toma la evidencia existente de un mecanismo en el aprendizaje de las matemáticas entre los niveles consciente e inconsciente. En el nivel consciente, el individuo codifica los conceptos aritméticos a través del lenguaje simbólico y la memorización de algoritmos; sin embargo, es en el inconsciente donde se encuentran las facultades que dan soporte a la adquisición de las primeras nociones numéricas elementales, permitiendo que la asimilación se realice con naturalidad al tiempo que los nuevos conceptos se filtran hacia el subconsciente, lo que servirá de apoyo para la adquisición de nuevos conceptos en un proceso dinámico que permite la adquisición progresiva de los conocimientos matemáticos. Lamentablemente, la educación que comúnmente reciben los alumnos en el ámbito escolar, donde se hace énfasis en los conceptos abstractos y la memorización rutinaria, se pierde la continuidad de este proceso; estancando el substrato numérico instintivo, derrumbando el soporte intuitivo para la adquisición de nuevos conceptos (Hadamard, 1995).

Como consecuencia, se pierde la motivación al hacerse cada vez más difícil y tediosa la memorización de los conocimientos; debido a esto, se debe tratar de fundamentar los conocimientos matemáticos en situaciones concretas, con la ayuda de recursos gráficos y geométricos en vez del uso exagerado de conceptos abstractos,

extrapolándolos y aplicándolos en los distintos niveles de la enseñanza, aprendizaje y práctica de la matemática.

El ser humano tiene aptitud innata para aplicar matemáticas, esto es por la misma constitución del cerebro, existe una zona de razonamiento lógico y de pensamiento matemático; por lo que existe la pregunta ¿Qué debo enseñar, lenguaje matemático o enseñar a desarrollar el pensamiento matemático? Con base en una experiencia: observando a una nietecita de ocho meses de edad, se halló un caso notorio al percatarse de su deseo de alcanzar un juguete que se encontraba no muy lejos de ella, pero que su pequeño bracito no lo alcanzaba; sin embargo, después de varios intentos, tomó uno de sus zapatitos y logró atraer el juguete hacia sí y entonces lo cogió con su manita; derivado de su hazaña, surgen ciertas conjeturas: ¿Quién le enseñó que el logro de su objetivo estaría en ‘función’ de la ‘sumatoria’ de la ‘longitud’ de su brazo (L_b) dada en ‘adición’ a la longitud del zapato (L_z), con la ‘tendencia’ de ampliar así sus ‘límites’ y obtener una longitud mayor ($L_b + L_z = L_j$), suficiente para alcanzar el objeto deseado?.

Las más de las veces, la práctica docente en matemática educativa se enfoca a la enseñanza del lenguaje matemático como fin único, más que la matemática misma, provocando mucha confusión en el estudiante. Esta forma de enseñar es similar a la que se utilizaba cuando se pretendía aprender un segundo idioma como el inglés, por ejemplo, en donde se saturaba al estudiante de gramática y reglas ortográficas en lugar de la enseñanza del idioma en sí; es ésta clase de práctica la que hace que algo innato y natural como la Matemática, se convierta en algo extraño en la mente de los estudiantes; pues el pensamiento matemático es parte del pensamiento humano, que fluye tan natural,

que es capaz de burlar la censura de la mente; y que es posible lograr el resultado de sembrar los qués, los porqués y cómo, mostrándolos en la mente de quienes aprenden matemáticas(Jankvist, 2009). Además, si se entiende cómo la raza humana ha adquirido el conocimiento de determinadas hechos o conceptos, estamos en una mejor posición para juzgar cómo los estudiantes deben adquirir esos conocimientos (Kleiner, 2002).

2.2.2.1 Preconcepciones y docentes. Las preconcepciones, concebidas en un aspecto individual, son los sentimientos que moldean las formas en que el individuo conceptualiza y actúa en relación con la matemática; estas comenzaron a ocupar el centro de la escena en la investigación en educación matemática, a partir de las últimas décadas. Sobre esto, Lampert (1992), comenta que la matemática es asociada con la certeza; por lo que, ser capaz de obtener una respuesta correcta y saber matemáticas se encuentran estrechamente relacionadas. Estos presupuestos son moldeados por la experiencia escolar en la cual, hacer matemática es seguir las reglas propuestas por el docente, saber recordar y aplicar la regla correcta cuando el docente hace una pregunta o propone una tarea; el docente determina la verdad cuando la respuesta coincide con el pensar del profesor. La creencia de cómo hacer matemática y saber matemáticas en la escuela, son adquiridos a través de años de mirar, escuchar y practicar.

Consecuentemente, las preconcepciones pueden ser consideradas la zona oscura o de transición entre los aspectos cognitivos y afectivos. Thompson (1985), reseña los estudios que relatan cómo los docentes difieren radicalmente en sus creencias sobre la

naturaleza y el sentido de la matemática, así como en su visión sobre cuáles son los objetivos más importantes de los programas escolares de matemáticas. Thompson encontró muchas y variadas diferencias en la visión de docentes sobre la naturaleza, que van a considerarla como un cuerpo estático y unificado de conocimientos absolutos e infalibles; estas conceptualizaciones modelan el comportamiento matemático, las cuales son producto de las experiencias personales y de la cultura a la que uno pertenece.

2.2.3 Construcción de conceptos por proximidad

Las creencias de los estudiantes sobre el aprendizaje de las matemáticas, las concepciones y prácticas del profesorado respecto al conocimiento matemático y su enseñanza, alimentan preconcepciones en los estudiantes, alejándolos cada vez más del mito de las matemáticas, considerándolas muy difíciles y sin utilidad. Estas preconcepciones están profundamente arraigadas y se resisten a cambiar ante la enseñanza; por lo que muchos estudiantes realizan la actividad que se les pide sólo por la motivación de obtener una nota, de acreditar un curso (Zúñiga, 2004).

La cultura y creencias sociales respecto a las matemáticas, y los centros educativos han promovido una cultura negativa y discriminadora de las matemáticas, volviéndola compleja, destinada a mentes inteligentes, e inaccesible para la mayoría, particularmente para las mujeres. Por otro lado, la aproximación a la cognición se basa en el principio teórico de que la comunicación no debería considerarse como una mera ayuda al pensamiento, sino casi como equivalente al mismo pensamiento (Sfard, 2001).

El pensamiento se concibe como un caso especial de actividad de comunicación y el aprendizaje matemático significa llegar a dominar un discurso que sea reconocido como matemático por interlocutores expertos (Kieran, Forman y Sfard, 2001). Por lo tanto, el aprendizaje se concibe en términos de discurso, actividad, cultura, práctica, y su desarrollo se centra en las interacciones personales.

Esta precisión nos permite diferenciar el conocimiento matemático, que se comparte socialmente y que es objeto de transformaciones para ubicarlo como un saber escolar que será el objeto de enseñanza, de aquel conocimiento subjetivo que los alumnos asocian al conocimiento oficial.

2.2.3.1. En ambientes formales. Un obstáculo es una concepción que ha sido en principio eficiente para resolver algún tipo de problemas pero que falla cuando se aplica a otro. Debido a su éxito previo, se resiste a ser modificado o a ser rechazado; viene a ser una barrera para un aprendizaje posterior (Brousseau, 1993). Esto se revela por medio de los errores específicos que son constantes y resistentes. Para superar tales obstáculos se precisan situaciones didácticas diseñadas para hacer a los alumnos conscientes de la necesidad de cambiar sus concepciones y para ayudarlos a conseguirlo.

A partir de lo anterior, observamos que frente a la teoría que atribuye los errores de los alumnos a causas de tipo cognitivo, se admite la posibilidad de que tales errores puedan ser debidos a causas epistemológicas y didácticas, por lo que la determinación de este tipo de causas proporciona una primera vía de solución.

2.2.3.2 El Lenguaje y la Construcción de Conceptos. Adquirir un lenguaje, es el primer paso de una cultura. El hombre inicia este proceso a edad temprana; un niño de tres meses puede articular sonidos. En los humanos, el lenguaje está muy ligado a los conceptos y su formación. Esta capacidad permite hablar acerca de un concepto, describirlo en términos de sus atributos y propiedades; esto implica, que en una palabra se encuentra el concepto que la palabra denomina o el significado de la palabra, no es un objeto específico; por lo que, el lenguaje no es el pensamiento mismo, es una manera de expresar el pensamiento; de tal manera que, hay que establecer una diferencia entre el nombre de las cosas y las cosas mismas y que cada palabra representa a la realidad.

En consecuencia, el lenguaje ayuda al individuo a formar sus propios conceptos directamente del entorno; además, estos conceptos primarios, llamados nociones, se pueden reunir para formar conceptos de orden más elevado. Permitiendo que los conceptos del pasado se aprovechen para ayudar a que cada individuo forme su propio sistema conceptual.

El concepto llega a constituirse con el contenido específico del pensamiento; es el conocimiento mediato general del objeto que sirve para descubrir conexiones y relaciones; el contenido conceptual del pensamiento se evidencia en el desarrollo del conocimiento científico; pero el lenguaje no habrá de verse como una forma externa del pensamiento (Rubinstein, 1983), pues el pensamiento no se reduce al lenguaje, ya que éste existe como tal por su relación con el pensamiento.

Un papel muy importante es el que tiene el lenguaje para la construcción de conceptos en matemáticas para la solución de problemas, modelado, la representación gráfica y cálculos numéricos. Por lo que, el lenguaje es determinante en la comprensión matemática; pensemos en lo siguiente: encontrar el resultado de la mitad de dos más dos, cualquiera pensaría que es dos, pero otros pensarían que es tres. La sintaxis, que rige el modo en que un signo se relaciona con otro, y una semántica que regula la relación entre los signos y sus significados, en matemáticas determinaría el orden en que se ejecutarán las operaciones y entonces se entenderá la correspondencia entre los conceptos planteados.

Por lo que, habremos de entender que las matemáticas tienen sus propias reglas para el buen manejo del lenguaje en el ámbito de las cuestiones inherentes a esta disciplina; quizá, hasta pensaríamos que las matemáticas son un lenguaje. Desde este punto de vista, entenderemos que el mal manejo de este lenguaje, será lo que produjera en la mente de los estudiantes, preconcepciones que en su momento obstaculizarán el aprendizaje en niveles más avanzados.

Es común, y hasta cierto punto justificable, considerar a las matemáticas como un lenguaje necesario para la formalización cuantitativa o cualitativa de casi cualquier ciencia, por lo que la formalidad en el lenguaje matemático se hace necesaria.

Consecuentemente, si las matemáticas son un lenguaje, entonces la relación lenguaje-pensamiento nos llevará a ubicarnos en que las expresiones y representaciones matemáticas inducen un pensamiento matemático y que nos llevan a identificar a las

matemáticas como un lenguaje. Sin embargo, aún cuando el lenguaje no es el pensamiento mismo, es una buena manera de expresar el pensamiento; pero, llega a suceder que aún los niños pueden saber más de lo que son capaces de expresar con palabras, según Rencoret (1999).

2.2.4 Tratamiento de las Preconcepciones

La investigación sobre las preconcepciones, errores conceptuales o concepciones alternativas, cuestiona la enseñanza de las ciencias por transmisión de conocimientos elaborados. La nueva forma de enseñar, ha de perseguir, por tanto, que el alumno modifique sus ideas; esto deriva en que ha de producirse una insatisfacción con las ideas existentes a partir de una concepción alternativa que resulta más adecuada y más útil. Sin embargo, dado que el aprendizaje científico es un acto consciente, si el alumno no es capaz de detectar la existencia de un conflicto, no es posible que exista el aprendizaje; pero es difícil que los alumnos accedan a tal situación por sí mismos, por lo que el profesor habrá de ayudar al alumno a ser consciente del conflicto, asumiendo las repercusiones de las nuevas informaciones.

Por ello, plantear a los estudiantes que su comprensión conceptual de una parte del conocimiento científico es incorrecta y darles entonces una explicación es, a menudo, insuficiente para eliminar el error; el estudiante debe participar activamente en el proceso de superar sus propios errores a partir de un conflicto en el pensamiento

inducido por el profesor basado en la inconsistencia del error procurando que los conceptos falsos evolucionen hacia una comprensión conceptual adecuada.

El aprendizaje por adaptación al medio, implica necesariamente rupturas cognitivas, acomodaciones, cambio de concepciones, de sistemas cognitivos. Si se obliga a un alumno o a un grupo a una progresión paso a paso, el mismo principio de adaptación puede contrariar el rechazo necesario de un conocimiento inadecuado. Las ideas transitorias resisten y persisten. Estas rupturas pueden ser previstas por el estudio directo de las situaciones y por el indirecto de los comportamientos de los alumnos (Brousseau, 1993), en tanto que se da la oportunidad al aprendiz de identificar y clarificar las ideas que ya poseen y su consecuente cuestionamiento a partir de la introducción de nuevos conceptos y el suministro de oportunidades a los estudiantes para que usen las nuevas ideas y puedan adquirir confianza en las mismas.

Más aún, cuando los estudiantes llegan al aula con concepciones previas acerca de cómo funciona el mundo; si no se incorpora al estudio esta comprensión inicial, es posible que ellos no asimilen los nuevos conceptos e información que se les están enseñando; o puede suceder que los aprendan para responder un examen, pero que fuera del aula, regresen a sus concepciones previas.

2.2.4.1 Manejo de concepciones previas. Los conocimientos previos con los que cuenta el individuo son esenciales para el aprendizaje. La visión contemporánea del aprendizaje, según Oviedo (2002), es que la gente construye conocimiento nuevo y

comprensión tomando como base lo que ya sabe y cree; por lo que el conocimiento nuevo debe construirse a partir de aquellas ideas, de tal manera que ayuden a cada estudiante a lograr una comprensión más madura. Si se ignoran las ideas y creencias de los estudiantes, las comprensiones que ellos realicen pueden llegar a ser muy diferentes a las que el profesor se proponía alcanzar.

Entonces, todo lo que el docente puede hacer, es facilitar a sus estudiantes a aprender lo que es fundamental para el proceso de aprendizaje; lo que favorece la evidencia de que hay que tener más en cuenta lo que los estudiantes están aprendiendo que lo que estamos enseñando (Oviedo, 2002). Es por medio de este principio que el docente se da cuenta de las construcciones mentales a través de las cuales las personas captan el mundo.

Con frecuencia, los estudiantes han desarrollado creencias acerca de fenómenos físicos y biológicos que se acomodan a sus experiencias, pero no encuadran en las explicaciones científicas de estos fenómenos. Para que los estudiantes cambien sus creencias, es necesario confrontar estas concepciones preexistentes con la realidad científica.

Por supuesto que una concepción errónea y común relacionada con las teorías constructivistas del conocimiento, que se usa el saber existente para construir conocimiento nuevo, es que los maestros nunca deben decirles nada directamente a los estudiantes, sino más bien, deben siempre permitirles construir su conocimiento por sí mismos. Esta perspectiva confunde una teoría de la pedagogía, la enseñanza, con una

teoría del conocimiento. Los constructivistas parten de la base de que todo conocimiento se construye sobre los saberes previos, independientemente de cómo le enseñan a uno, hasta escuchar una lectura incluye intentos activos de construir conocimiento nuevo.

Sin embargo, aún así, los maestros necesitan prestarles atención a las interpretaciones de los estudiantes y orientarlos cuando sea necesario. Hay mucha evidencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los maestros prestan atención a los saberes y creencias con que los aprendices llegan a una tarea de aprendizaje; usan estos conocimientos como punto de partida para la instrucción nueva; y hacen un seguimiento constante de las concepciones cambiantes de los estudiantes a medida que avanza la instrucción.

En este sentido, el profesor debe entender los errores específicos de sus alumnos como una información de las dificultades matemáticas que requiere un esfuerzo preciso entendiéndose que si al detectar un error, el alumno reconoce inmediatamente el fallo y lo corrige, no será necesario ningún remedio, si por el contrario, se produce con cierta frecuencia, implica que es algo más que un descuido que necesita una atención precisa.

Cuando el estudiante participa activamente para superar sus errores, el profesor rara vez indica a los alumnos cuál es la respuesta correcta, sino que simplemente les pide comprobaciones y pruebas que intentan provocar contradicciones que resultan de los falsos conceptos de los estudiantes. El objetivo no es tanto hacer escribir a los estudiantes la fórmula o procedimiento adecuado, sino hacerlos enfrentarse con la contradicción y eliminar sus falsos conceptos de forma que éstos no vuelvan a aparecer

Es por esto que los maestros deben prestarles la máxima atención a los conocimientos, destrezas y actitudes con que llegan sus estudiantes al aula. Aquí se incluyen las concepciones previas relacionadas con la materia de estudio, pero también comprender mejor al estudiante. Por ejemplo: las diferencias culturales pueden afectar el nivel de comodidad de los estudiantes en el trabajo cooperativo versus el individual, y se reflejan en los conocimientos previos que los estudiantes traen a una nueva situación de aprendizaje; al respecto, Zúñiga (2004) menciona que hay que profundizar en el análisis de las relaciones respecto a los esquemas ya establecidos en la memoria y los nuevos conocimientos.

2.2.4.2 Cambio o Evolución Conceptual. La dificultad para eliminar un prejuicio ofrece una complejidad tal que es muy difícil eliminar los malos hábitos, ya que hablar de un cambio se da la idea de remplazo; desde su aparición, el modelo del cambio conceptual fue muy influyente y ampliamente aceptado, pero en los últimos años se ha visto que es inadecuado. No hay prácticamente evidencias efectivas de la ocurrencia de cambio conceptual en los alumnos (Mortimer, 1995), y los trabajos de investigación dirigidos para provocarlo evidencian la enorme dificultad para que éste se dé (Marin, 1999). En general los estudiantes no abandonan sus concepciones previas, que continúan usando mayoritariamente en los contextos cotidianos.

Sin embargo, se trata de no eliminar ese mal hábito, siendo que el conocimiento previo es el factor aislado más relevante que influye de manera sustancial en el

aprendizaje de las teorías científicas; en el caso de las preconcepciones, se propone que se promueva una evolución conceptual, por lo que es necesario discutir o poner a prueba de fondo el concepto que subyace, hasta que el alumno logre interiorizar que la preconcepción que sostiene es incompatible con su sistema de conocimientos científicos construidos, y reforzar después la evolución de la preconcepción hacia conceptos científicos aceptados como más convenientes, presentando situaciones o problemas en los que ésta se encuentra oculta o implícita, y que el estudiante pueda descubrir por sí mismo que es conveniente transformar la preconcepción por el concepto científico, ya que este resulta muy poderoso, pues explica los fenómenos relacionados; es por esto que se intenta analizar críticamente lo que ha pasado con la idea de cambio conceptual y proponer nuevos significados para este constructo.

Tal es la propuesta de que los conceptos pueden evolucionar, plantéandose una posición diferente que, aunque partiendo de presupuestos opuestos, se considera que la adquisición de nuevos conceptos ocurre solamente por un proceso de enriquecimiento de los conceptos anteriores. Desde este punto de vista, según Moreira y Greca (2003), el cambio conceptual en el sentido de sustituir significados, no existe; ya que significados internalizados significativamente quedan para siempre en la estructura cognitiva del aprendiz, como posibles significados de un subsumido más elaborado, rico y diferenciado. Este modelo, sin embargo, ha tenido muy poca influencia en la investigación en enseñanza de las ciencias.

Teniendo en cuenta que las concepciones sobre la matemática se van transformando con el transcurrir del tiempo, y que las mismas inciden en el modo de

enseñar, la idea es impartir una enseñanza activa donde los alumnos sean actores de su propio aprendizaje, y no meros receptores. En este derrotero, subyace una lógica en la que se apoya el pensamiento creativo, diferente de la aristotélica, utilizada en las teorías ya formalizadas, donde los conocimientos han sido reorganizados. Entre esta concepción de la matemática en su nacimiento y aquella considerada como un cuerpo formalizado de conocimientos, hay un salto cualitativo de importancia, de las cuales nos interesa resaltar los estilos de pensamiento. La propuesta de los epistemólogos, ejerció fuerte influencias sobre las concepciones acerca del aprendizaje de las matemáticas, inclinando la balanza hacia una enseñanza que introduzca a los alumnos en el pensar matemáticamente (Mason et al, 1989).

Al respecto, Guzmán (1992) expresa que la educación matemática se debe concebir como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente matemático, a la manera como el aprendiz de artista va siendo imbuido como por ósmosis, en ver las cosas características de la escuela en que se entroncan una de las modalidades más invocadas para hacer que los alumnos logren esa inmersión, es decir, pensar matemáticamente es que resuelvan problemas.

Precisamente, las teorías que los estudiantes tienen acerca de lo que significa ser inteligente pueden afectar su desempeño. La investigación muestra que los estudiantes que piensan que la inteligencia es una entidad inmodificable probablemente estén más inclinados hacia el desempeño que hacia el aprendizaje; ellos prefieren quedar bien ante los demás y no quieren arriesgarse a cometer errores cuando están aprendiendo. Estos estudiantes son los que muy probablemente se den por vencidos cuando las tareas se

pongan difíciles. Por el contrario, los estudiantes que piensan que la inteligencia es modificable tienen una mejor disposición para enfrentar tareas retadoras, se sienten más cómodos con el riesgo.

Por otro lado, la necesidad que los alumnos analicen sus conocimientos cotidianos y los puedan transformar en otros de naturaleza más científica es una meta en casi la universalidad del campo de la educación. En otro aspecto, la necesidad de contar con ciudadanos que puedan revisar sus ideas para adaptarse a un mundo cambiante, haciendo uso de mentes flexibles, es también una demanda actual en toda sociedad moderna.

Es por esto que las investigaciones sobre la evolución conceptual se deben considerar prioritarias, por lo que hoy día constituyen una sólida base para una reinterpretación general del desarrollo cognitivo y su funcionamiento, así como una fructífera base para desarrollos didácticos. Las aportaciones más señaladas en este sentido consisten en una identificación precisa del conocimiento previo de los alumnos en numerosos dominios específicos de las ciencias y en una descripción detallada de sus mecanismos de cambio (Schnotz, 2006).

La mayoría de los investigadores concuerdan en describir el cambio conceptual como un proceso de aprendizaje donde el estudiante transforma sus preconcepciones sobre un principio, mediante la reestructuración o integración de la nueva información en sus esquemas mentales preexistentes. Este estudio se orienta precisamente al proceso

de evolución conceptual con raíces en el paradigma constructivista con base en los factores cognitivos individuales, como en los factores instruccionales.

2.2.4.3 El Pensamiento lógico-matemático. Las actividades que favorecen el desarrollo lógico-matemático son para que, como consecuencia de su constante práctica, se convierta en habilidad que favorezca el desarrollo del alumno, sirviéndole de base para generar un pensamiento crítico junto con la adquisición de la habilidad para contrastar conocimientos adquiridos con antelación, confrontándolos con conceptualizaciones científicas, para que se desenvuelva con mayor fluidez en la sociedad del conocimiento.

Por lo tanto, desarrollo de la habilidad lógico-matemática en los alumnos es de gran importancia en todos los niveles educativos en que se encuentren, puesto que estas habilidades les dan pauta a que fundamenten otros conocimientos. La lógica estudia la forma del razonamiento, es una disciplina que por medio de reglas y técnicas determina si un argumento es válido. Es ampliamente aplicada en la filosofía, matemáticas, computación y física. En las matemáticas, para demostrar teoremas e inferir resultados matemáticos que puedan ser aplicados en investigaciones.

Hoy en día, en todos los trabajos, profesiones, oficios y actividades de la vida cotidiana se requieren conocimientos lógico-matemáticos, los cuales permiten solucionar problemas, predecir situaciones del ámbito: de la naturaleza, económicos, políticos y sociales. Este tipo de conocimientos también brindan las bases para la adquisición de otros nuevos.

Más bien, el alumno adquiere sus conocimientos y habilidades lógico-matemáticos con base en sus características, intereses y necesidades; es decir, todo es en base al contexto en que se desarrolla para vincularlo con su realidad y forme un aprendizaje significativo, a través del planteamiento de problemas, el cual debe basarse en hechos y situaciones de la vida real; además, el desarrollo de actividades que promuevan la capacidad de argumentación de los alumnos. La explicación de los procesos que permiten ciertos resultados en matemáticas goza de un mayor predicamento pedagógico que la mera memorización de esos procesos y resultados.

2.3 Investigaciones Relacionadas

En sus trabajos de investigación, Dantzing (1954), declaró que el ser humano posee una facultad que llamó Sentido Numérico, esta facultad le permite reconocer que algo ha cambiado en una colección pequeña cuando un objeto ha sido eliminado o agregado a la colección. Este punto de vista expresa la existencia de facultades cognoscitivas innatas en el cerebro humano, por lo que el hombre construye todas sus estructuras cognoscitivas por medio de un proceso dialéctico de interacción con el ambiente que le circunda. Este proceso se lleva a cabo desde el momento de su nacimiento, a lo largo de distintas etapas de desarrollo claramente identificadas. De acuerdo a esta teoría, el concepto de número no comienza a formarse en el cerebro del niño antes de los cuatro o cinco años sino que, según Dehaene (2003), ciertas facultades numéricas se encuentran genéticamente impresas en nuestro cerebro; las cuales, como nuestra facultad para distinguir colores, son el resultado de un proceso evolutivo de adaptación por selección natural. Este sentido numérico es el punto de partida para la

construcción de un órgano cerebral dedicado a la representación de los conceptos numéricos, el cual sirve de base intuitiva para la adquisición y manipulación de las nociones aritméticas elementales. Dehaene (2003) sustenta la tesis de que en el dominio de la aritmética elemental, el cerebro utiliza dos formatos para representar los números: uno simbólico, que se verifica a través del lenguaje y otro localizado en las redes del cerebro asociado a lo visual y espacial, que es usado para el cálculo. La representación de tipo simbólico es propia de la especie humana, pues está sustentada por el lenguaje.

Otro trabajo de investigación llevado a cabo por Inés Elichiribehety (1995), presenta un marco en que se describen las resoluciones matemáticas, realizadas por sujetos de acuerdo a los modelos mentales vinculados a cada uno de sus marcos; los resultados, muestran que un elevado porcentaje de sujetos de cada año escolar construye modelos mentales para comprender y resolver los problemas que se les plantean. En sus trabajos, la autora menciona que los modos de resolución son las manifestaciones externas de las representaciones internas, que las personas construyen para razonar; por lo que, es preciso considerar las características externas que se emplean para favorecer el proceso de comprensión, para que en consecuencia, exista una construcción de representaciones mentales adecuadas., pues como lo menciona Johnson-Laird (1983), comprender el enunciado de un problema y resolverlo efectuando inferencias, supone la construcción de un tipo particular de representación mental; la cual es utilizada por el individuo para razonar; ya que un modelo mental, es una representación interna de informaciones que corresponde, análogamente, al estado de las cosas que se están representando, sea cual sea el mismo, los modelos mentales son análogos estructurales

del mundo (Moreira, 1999). Los modelos mentales del mundo pueden ser construidos como producto de la percepción sensorial del individuo, por la interacción social y por la experiencia interna manifestada en la habilidad para construir modelos a partir de conceptos ya adquiridos o por modelos análogos que ya poseen.

Mevarech y Kramarsky (1997) investigaron en torno de las concepciones alternativas de los estudiantes, en relación con la construcción de gráficas. Los estudiantes fueron examinados antes y después de someterse a la enseñanza formal de graficación incluida en el plan de estudios de las escuelas israelitas. El objetivo de su investigación fue identificar las concepciones y las concepciones alternativas que los estudiantes tenían respecto de la construcción de gráficas para representar situaciones cotidianas y examinar la resistencia de estas concepciones alternativas ante la enseñanza formal acerca de la graficación.

Por otro lado, Janvier (1998) desarrolló una investigación para abordar el estudio de una dificultad importante encontrada por los estudiantes avanzados orientados a la ciencia con un tipo particular de gráfica que tiene que ver con fenómenos que involucran el tiempo y el espacio.

En los resultados que obtuvo, Janvier identificó la aparición de la crónica, a la que definió como un obstáculo epistemológico que surge durante el análisis a la construcción de una gráfica y consiste en que los enunciados de los problemas son transformados por el solucionador para que encajen con la interpretación que él hace aún cuando deba intercambiar los ejes.

Una investigación referente a actividades lúdicas para la comprensión de elementos básicos de la lógica matemática, son las descritas por Zubieta (1982), las cuales son el resultado de las interrogantes que han surgido para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y el proceso que realiza el cerebro para desarrollarla, como lo explica en su estudio de ‘Demostraciones Directas’, en la cual el método utilizado es cuantitativo; y lo realizó por medio de ejercicios prácticos en diversos grupos, dando como resultado que los alumnos carecen de conocimientos y habilidades lógico-matemáticos, por lo que requieren mayor apoyo del maestro.

La investigación de Ramos (2006) sobre los problemas contextualizados extra matemáticos, se ha realizado atendiendo a diferentes objetivos y metodologías. Por una parte, hay que destacar las investigaciones cuyo objetivo ha sido comprender mejor cómo las personas solucionan los problemas en su lugar de trabajo. Estas investigaciones, de tipo socio-cultural, no se han preocupado directamente por comparar la resolución de problemas en el lugar de trabajo con problemas contextualizados en las instituciones escolares; la existencia de esta brecha es uno de los motivos que explican las actitudes negativas que muchas personas desarrollan hacia las matemáticas. En general, los estudios citados anteriormente han puesto de manifiesto que las matemáticas informales e idiosincráticas son las dominantes en la resolución de problemas en la vida cotidiana y en el mundo laboral, mientras que las matemáticas más formales son las que predominan en la escuela; estos estudios han puesto de manifiesto que las personas que fracasan en situaciones matemáticas escolares, pueden ser extraordinariamente competentes en actividades de la vida diaria que implican el uso del mismo contenido

matemático. En situaciones de la vida real, en las que las personas se sienten implicadas se ha observado que éstas utilizan matemáticas “propias” que pueden ser muy diferentes a las que estudiaron en la escuela. En estas situaciones, el problema y la solución se generan simultáneamente y la persona está implicada cognitivamente, emocional y socialmente.

Concluyendo, algunas veces los estudiantes, o maestros, comienzan haciendo la pregunta correcta, pero durante la ejecución de la solución son atraídos por algunas herramientas de solución que anteriormente fueron una habilidad de interpretación eficiente, pero que para el problema en cuestión ya no lo son. En los últimos años, en el contexto de los estudios sobre la existencia en los alumnos de concepciones espontáneas erróneas con respecto a los fenómenos científicos, han comenzado a surgir diversas teorías del aprendizaje de conceptos científicos que conciben éste como un proceso de cambio conceptual o de transformación de esos conceptos espontáneos en conceptos científicos. Además de su vinculación a los estudios sobre concepciones espontáneas, estas teorías tienen en común el abordar el aprendizaje de conceptos desde una perspectiva instruccional. Se trata de identificar estrategias didácticas que fomenten el cambio conceptual de los alumnos.

Todo lo anterior, plantea la necesidad de monitorear el desarrollo de las comprensiones de los estudiantes acerca de los conceptos matemáticos y sus habilidades de razonamiento antes y durante el estudio de las matemáticas.

Capítulo 3

Metodología

Introducción

El presente capítulo, Metodología, presenta los escenarios y características de la evolución que sigue como propuesta de investigación, se presenta la sugerencia de puesta en marcha de un método para el tratamiento de preconcepciones. Se menciona una metodología cualitativa de investigación utilizada con la población participante en el estudio a través de la recolección de datos mediante una aplicación de instrumentos para tal fin con una estrategia para el análisis de los datos recabados con dichos instrumentos. Se hace hincapié en la descripción de estos escenarios y en el papel que desempeñan las preconcepciones para la sociedad matemática de cada momento histórico y sus repercusiones en la enseñanza y aprendizaje de esta disciplina.

Atendiendo a los objetivos de la investigación, se optó por aplicar un cuestionario y la entrevista como herramientas de trabajo para responder a la problemática planteada y lograr los objetivos que se persiguen, por lo tanto se utilizan muestras representativas de sujetos de educación básica en secundaria, y análisis de datos documentales recolectados.

Investigar, buscar saber lo que la mayoría sabe y pensar lo que no se había pensado, es un proceso que se aplica al estudio de un fenómeno de una forma sistemática y crítica a través de la experiencia con dicho fenómeno. Este deseo de

investigar se basa en conocer la realidad de las cosas por lo que es necesario descubrirla a partir de la percepción lo cual resulta la única base admisible del conocimiento humano y del pensamiento preciso.

Cuando se inicia un proyecto de estudio, independientemente del tipo de investigación que se utilizará, su génesis está determinada mediante ideas. Inclusive, se habla de fuentes que inspiran ideas de investigación y las formas de desarrollarlas; estas ideas son la primera fase que nos acerca a la realidad objetiva, subjetiva o intersubjetiva.

De hecho, las ideas se originan desde una diversidad muy amplia de fuentes; no obstante, la calidad entre unas y otras pueden no estar relacionadas, pero por el solo hecho de generar la percepción de una idea, es posible partir de allí para efectuar una investigación. Sin embargo, debido la vaguedad que caracteriza a las ideas, se hace imprescindible analizarlas concienzudamente, y familiarizarse con el campo de conocimiento en que se ubican, para transformarlas en planteamientos precisos con una estructura particular; para lograr esto, es necesario conocer lo que se ha hecho respecto al tema que sugiere la idea.

Una vez que se tiene la información suficiente, entonces se determina la perspectiva principal, aunque no única, desde la cual se efectúa el enmarque teórico de la idea de investigación; y así, una vez establecida la perspectiva estaremos en condición de seleccionar el enfoque del estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

La cantidad de información que se logre obtener de los trabajos previos, dará la eficiencia y la rapidez para afinar la idea; obviamente, no todos los campos tienen la

misma cantidad de información, por lo que la estructura de sus conocimientos en unos es mejor que otros.

La investigación según Briones (1996), significa indagar o buscar. Es decir, se toman conocimientos sobre alguna realidad así como también las relaciones entre sus componentes, funcionamiento y los cambios que experimenta el sistema en su totalidad. La mayoría de la veces, los conocimientos generados por una investigación se unen con algunos ya existentes previamente (Briones, 1996). La investigación conlleva mucho tiempo, se recorre un camino muy largo generalmente de mayor a menor dificultad según el problema o situación que se pretenda resolver, y lo primero que sucede es que el investigador se socialice con los antecedentes de un determinado paradigma.

3.1 Método de Investigación

La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que se estudian mediante algunas técnicas, por ejemplo: la de observación participativa, en la cual el investigador toma un papel dentro de la situación o problema que se investiga y no participativa, donde el investigador observa y toma datos (Pita y Pértegas, 2002). La investigación cualitativa se orienta a descubrir el sentido y significado de las acciones sociales. La dimensión cualitativa de la realidad se ve reflejada en esos conocimientos implícitos que los sujetos muestran en su comportamiento.

Además, el método cualitativo busca aproximarse a las situaciones sociales de una forma global en las cuales se explora, se describe y se comprenden de manera inductiva. Se construye el conocimiento partiendo de la información suministrada por las distintas personas que interactúan en un contexto determinado ya que, en cualquier contexto específico se comparten unos mismos significados, creencias y actitudes.

Para que un investigador pueda comprender esa realidad social específica primero debe comprender el marco de referencia particular de ese contexto. El método cualitativo se fundamenta en tres grandes etapas de investigación: la definición de la situación que se pretende estudiar, el trabajo de campo y la identificación de patrones culturales. (Bonilla y Rodríguez, 2005).

Aunque, el enfoque cualitativo es guiado por fases de investigación, su proceso es más bien circular y no secuencial; en este caso, la acción indagatoria se mueve entre los hechos y su interpretación, por lo que su flexibilidad es mayor así como su complejidad; de tal manera que es factible pasar de una fase a otra en cualquier sentido durante el proceso, con la intención de ir refinando y complementando la información en cada una de las etapas. Es por esto que en el enfoque cualitativo, es necesario regresar con frecuencia a fases anteriores, por lo que éstas se realizan, en el mayor de los casos, de manera simultánea.

La metodología cualitativa estudia la asociación o relación en contextos estructurales y situacionales. La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica,

declaran Pita y Pertegas (2002). Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.

3.2 Participantes en el Estudio

Los participantes en este estudio pueden ser ubicados en los diferentes niveles de enseñanza en donde se establece la población de estudio en cuyos elementos se propone aplicar las conclusiones del estudio (Giroux y Tremblay, 2004)

Al elegir determinado grupo de alumnos, será la mejor muestra para el problema y el objetivo de la investigación, los que ya hayan consolidado su habilidad de abstracción en un buen nivel dentro del ámbito conceptual, y que pueden identificar cuándo en una red conceptual pueda existir inconsistencias, para efecto de esta investigación se hace la selección de un grupo de secundaria en una Escuela Telesecundaria al sur del estado de Veracruz.

Es este grupo de alumnos que representa la fuente de información fundamental en esta investigación; además, los profesores de la escuela, quienes en su mayoría llegan a poseer una preparación profesional muy diverso en relación a especialidades conducentes a ciencias exactas; dichas fuentes de información son esenciales para que el investigador efectúe la transformación consciente de los conocimientos previos de los cuales parte.

3.3 Instrumentos de Recolección de Datos

Los métodos más utilizados para la recolección de datos en las investigaciones cualitativas por lo general, son: la observación, la entrevista y el análisis de documentos (Anastas, 2005). El uso de las técnicas de recolección se determina en función categorías, indicadores y las fuentes de información. Las técnicas de recolección de datos utilizadas en esta investigación son: la entrevista, el cuestionario y el análisis de documentos.

La entrevista, según Giroux y Tremblay (2004), es una técnica de recopilación de datos que consiste en reunir el punto de vista personal de los participantes acerca de un tema dado por medio de un intercambio verbal personalizado entre ellos y el investigador. En este estudio, se elige esta técnica para obtener información y puntos de vista sobre las características de las preconcepciones. Se opta por la entrevista dirigida a los aspectos académicos de fallas en el aprovechamiento por parte de los alumnos en el área de matemáticas las supuestas causas que le provocan esa deficiencia, dicha entrevista se dirige hacia la obtención de datos no observables directamente, datos que se basan por lo general en declaraciones verbales de los sujetos. La entrevista de investigación, se realiza con el propósito de aprender más acerca de los determinantes de un fenómeno. La entrevista, pone siempre en relación por lo menos a dos personas: el entrevistador y el entrevistado.

Para efectos de esta investigación, se utilizan los instrumentos de: entrevista a profesores, cuestionario a alumnos, examen y la investigación documental.

3.4 Aplicación de Instrumentos

La aplicación de cuestionarios y de exámenes al grupo, como un instrumento de recolección se lleva a cabo en el salón correspondiente, con las copias de una serie de reactivos para la detección de preconcepciones en los alumnos, y establecer un diagnóstico de las condiciones previas de los alumnos y sus potencialidades, en la caracterización de las individualidades, para proponer actividades dirigidas a completar, consolidar o activar el sistema de conocimientos y habilidades ya formados, de manera tal que la distancia entre el nivel de partida y las condiciones necesarias para resolver el problema esencial de la unidad temática sea la menor posible.

Las entrevistas a los profesores, se efectúan in situ, durante el receso de clases y de manera informal; al inicio, se presenta a través de la discusión de entrada en la que se lleva a cabo la presentación del entrevistador; enseguida, se plantea al entrevistado el objetivo que se persigue con esta actividad, además de agradecer su participación. A partir de esto, se establece el cuerpo de la entrevista; aquí con el esquema de la entrevista, se abordan los diversos aspectos del tema de investigación. Las preguntas se elaboran con base en los indicadores relativos al manejo de las propiedades de las operaciones matemáticas y del uso de signos previamente detectados en los exámenes institucionales, dentro de un orden que respete, en lo posible, el flujo natural del discurso del entrevistado. Una vez transcurrido el tiempo previsto para la entrevista se lleva a cabo el cierre de la misma; se agradece al entrevistado el tiempo brindado y se comienza con la compilación de los datos para poder analizarlos.

3.5 Estrategia para el Análisis de Datos

La información que se obtiene de las entrevistas aplicadas, se captura y se lleva a cabo el análisis de los datos, lo cual, según Hernández, Fernández y Baptista (2006), dependen en gran medida del investigador. Esto implica que, si la validez y la confiabilidad de la información proporcionada por los entrevistados no están bien identificadas, no ayudará a que la interpretación de los datos sea correcta y válida.

El análisis de los datos se realiza para extraer información que permita contestar la pregunta de investigación. Para lograr esto, se revisan los datos obtenidos a través de los instrumentos de investigación, esto permite relacionar las fuentes, los instrumentos, las dimensiones o categorías, los indicadores y las preguntas. A partir de confrontar estos elementos se interpretaron los datos con base en los aspectos seleccionados.

Una vez detectada la problemática y naturaleza de determinada preconcepción, resulta conveniente aplicar una metodología que llevará a establecer una concepción real y válida científicamente en la mente del estudiante; una propuesta para producir la evolución conceptual tendrá fundamento, según Moreira y Greca (2003), en las siguientes condiciones: a) La nueva concepción debe ser potencialmente fructífera, debe resolver problemas actuales o responder preguntas a las nuevas situaciones; b) Debe existir una insatisfacción con las concepciones existentes, si las ideas y conocimiento que posee el individuo son satisfactorias para la comprensión de un determinado fenómeno, es poco probable que acepte una nueva concepción; c) El estudiante debe ser capaz de entender lo que significa la misma, es decir, la nueva concepción debe ser

inteligible; d) La nueva concepción debe ser consistente con el conocimiento existente aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno.

Por lo tanto, la enseñanza y aprendizaje bajo este modelo exige que los docentes en su planificación metodológica deban tomar en cuenta tanto las preconcepciones de los alumnos como las estrategias instruccionales que favorezcan la creación de conflictos entre las ideas previas y las nuevas ideas científicas.

Y como esto es algo que existe en la mente del estudiante, la metodología desempeña un papel importante en el proceso de enseñanza porque no basta con perfeccionar los planes de estudio, programas libros de textos y otros materiales docentes, sino que también resulta decisiva la elevación de la calidad de los métodos de trabajo del maestro o profesor y para ello ocupa un lugar destacado el perfeccionamiento de los métodos de enseñanza.

En la actualidad se siente la imperiosa necesidad de una enseñanza de la matemática activa, donde sea el mismo alumno quien descubra los conocimientos que ha de adquirir. En la enseñanza de las matemáticas, es necesario colocar al alumno en la posición de descubridor, a través de la excitación de sus sentimientos de curiosidad y su deseo de adivinación, tan fuertes en él. Es necesario no dar una teoría acabada, sino plantear problemas que él deba resolver solo, y poco a poco el profesor debe encaminarlo al objetivo propuesto.

En este sentido, el respeto al alumno es obligación permanente para que su originalidad y creatividad tome forma en las estrategias de construcción o reconstrucción del concepto o relación. Y es en esta etapa, más que en ninguna otra, donde el educador pondrá a prueba el dominio que tiene sobre el tema; un dominio sin el cual se perderá

fácilmente. Otro aspecto es el lenguaje, que desempeña un papel fundamental en la formación del conocimiento lógico matemático, se convierte muchas veces en obstáculo para el aprendizaje, toda vez que al existir una respuesta errónea se reprime al alumno con “eso está mal” o “estás equivocado”; son palabras que inhiben una participación activa posteriormente; ya el alumno no desea hablar por temor a que sea destruido su marco conceptual. Los alumnos a veces no comprenden nuestro lenguaje; en este caso, se puede orientar al sujeto de esta forma: “eso que tú dices....se dice...”; “Eso que tú escribes como...se escribe...”; “Lo que tú llamas...se llama...”; “Lo que tú expresas de la forma...se expresa...”; “Lo que tú indicas con...se indica...”; “Esa respuesta es correcta, pero corresponde a otra pregunta...lo que yo te estoy preguntando es...”; (...).

Además, según Jungk (1987), es conveniente en una clase de matemáticas ver menos cosas, pero mejor estudiadas. Para mencionar algunos casos, las fracciones que se repiten en varias enseñanzas, siempre se ven de prisa y corriendo, sin tiempo para profundizar y establecer regularidades.

La didáctica que actualmente es necesaria, pudiera ser lenta, pero sin dudas más formativa para lograr una eficaz calidad de los conocimientos. Así se cumple con la finalidad principal de la enseñanza de la Matemática en la escuela, que es enseñar a pensar y desarrollar gradualmente la inteligencia del alumno y no atiborrarlo con muchos conocimientos.

La enseñanza debe ser directa, dirigida al propio alumno, dándole órdenes de hacer esto y aquello. Así, el educando se sentirá más motivado y aprenderá ciertamente a estudiar, pues no leerá dos renglones sin que se vea obligado a realizar alguna cosa y por

tanto, encontrar la esencia de lo que ha leído. No es necesario que se le exija expresar definiciones científicas y rigurosas, cuya necesidad no ha sido capaz aún de comprender; con esto no queremos plantear que no debe exigirse la memorización, pues es la memoria una capacidad precisa de cultivo y desarrollo, pero nunca utilizando para ello la asignatura Matemática, sobre la base de aprender de memoria cosas que no se entienden.

Este proyecto, en su diseño, tiene como base una estrategia didáctica basada en el tratamiento de preconcepciones a través de la reestructuración conceptual, utilizando una metodología activa, promoviendo la recuperación de los saberes y la participación activa del alumno, y acorde al modelo sugerido por Nieda y Macedo(1997), el cual se desarrolla a través de siete momentos:

- ∇ En la fase inicial, se pretende motivar al alumno para la nueva situación de aprendizaje.
- ∇ A través de un escrito, o por la interacción maestro-alumnos, promover la expresión de las ideas previas, identificando los contenidos conceptuales que tienen los alumnos con respecto al nuevo contenido.
- ∇ Resolver una situación propuesta al alumno buscando la información pertinente.
- ∇ Estimular en los estudiantes la confrontación entre las nuevas explicaciones y las preexistentes provocando un conflicto socio-cognitivo, por medio de una situación, la cual puede ser un experimento, una pregunta, una afirmación, etc.
- ∇ Generar en los estudiantes una evolución hacia nuevas estructuras mentales basadas en sus concepciones previas.

- ∇ Afianzar lo aprendido y transferir las recientes adquisiciones mentales a nuevas situaciones en los estudiantes.
- ∇ El docente orienta la verificación del nuevo conocimiento y de las actividades desarrolladas en una interacción docente-alumno.

Generalmente, los docentes realizan sus actividades de enseñanza y aprendizaje como si la mente de los estudiantes fuese un envase vacío para llenar de conocimientos, sin tomar en cuenta sus ideas previas; por ejemplo en un caso de geometría, cuando se ha pedido a un grupo de alumnos que dibujen un triángulo, ellos los harán parecidos o idénticos, y la mayoría, si no es que todos, dibujarán un lado siguiendo la horizontal; aún más, si decimos que tracen la altura, lo harán partiendo de ese mismo lado; ¿Porqué es esto así?, al preguntar a cada uno de ellos nos darán respuestas diferentes. Pero, lo más probable es que en cursos anteriores se les presentaron todos los triángulos con un lado horizontal sobre el que se apoyan, por lo que muchos estudiantes incluyen ese atributo en su imagen conceptual y piensan que debe cumplirse para que una figura sea un triángulo.

Actualmente se reconoce unánimemente que las ideas previas, son uno de los factores clave que deben tenerse en cuenta como condición necesaria para un aprendizaje significativo, dice Ballester (2002), el cual se caracteriza por unirse a las ideas previas en la estructura cognitiva del aprendiz, construida por su propia experiencia personal de manera sustancial y relevante.

En este sentido, las actividades destinadas a la fijación de conceptos, constituyen los momentos de perfeccionamiento constante a la actuación del alumno en la medida que se garantice que enfrente una variedad de problemas, utilice con flexibilidad y solidez las habilidades formadas en la determinación y realización de una o varias vías de solución.

Para concluir, el diagnóstico inicial al tratar un tema, destaca algunos rasgos de la situación encontrada para el tratamiento metodológico de las preconcepciones matemáticas que tienen una influencia directa en el alumno; especialmente, aquellos que deben lograr su orientación hacia lo que deben saber hacer y que deben brindarles métodos para actuar; la aplicación de la estrategia metodológica del cambio conceptual o mejor dicho, evolución conceptual, implica que se está tomando en cuenta, en origen, las ideas previas y la transformación conceptual en el estudiante, lo que permite el aprendizaje de nuevos conceptos basados en aquellas preconcepciones que el alumno pudiera lograr transformar. Esto implica un reto para el docente, pues debe modificar estrategias de enseñanza y basarse en los nuevos enfoques didácticos sobre cómo aprende el estudiante y los procesos cognoscitivos relacionados con el aprendizaje de conceptos científicos.

Los resultados que se esperan, van desde el efecto positivo actitudinal que se genere en el alumno hasta el desarrollo cognitivo, el cual, es el nivel de aprendizaje más difícil de lograr; basados en estos resultados, se espera que las nociones de los conceptos matemáticos que se requieren comprender, se presenten de manera paulatina según lo indiquen las características del diseño.

Por otra parte, se apuesta por un desarrollo en el grado de interacción del sujeto y el objeto de conocimiento en un plano de representación real. Finalmente, es conveniente considerar que, a medida que el alumno manipule, vea o escuche las variables que definen los conceptos matemáticos, el entendimiento y la generación de ideas fluyan con mayor versatilidad. De manera que una vez terminado el diseño, se dará paso a la implementación de la estrategia seguida por la obtención de resultados que nos ayuden a medir el grado de efectividad del cambio de estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Capítulo 4

Resultados de la Investigación

Introducción

En el presente capítulo se describen los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos para la recolección de datos referidos a las concepciones que tienen los alumnos, así como algunas interpretaciones que se hicieron al respecto. Los instrumentos presentados se han utilizado para la corroboración y detección de las concepciones de los alumnos después de haber sido localizadas en los resultados de los exámenes institucionales; dichos instrumentos se aplican para confirmar lo ya registrado en los exámenes citados, y como producto de esta investigación.

Con base al objetivo de analizar la forma en que las preconcepciones matemáticas de los alumnos de secundaria intervienen en la adquisición de nuevo conocimiento, se presentan los resultados del cuestionario aplicado a los alumnos con el fin de corroborar o no los supuestos de este proyecto.

4.1 Presentación de resultados

Los siguientes ejercicios, presentan desde una perspectiva cognitiva, los modos de resolución a problemas utilizados por una población de 21 alumnos de tercer grado en una telesecundaria ubicada al sur del estado de Veracruz, como manifestaciones externas

de sus representaciones internas que constituyen su razonamiento. Sería conveniente considerar lo que las características de estas representaciones mentales muestran para ver los alcances que es necesario que logren los alumnos; de manera que ha de interesarnos el análisis de las representaciones que los alumnos utilizan para razonar y el modo en que lo hacen cuando tienen que resolver problemas matemáticos.

En la siguiente tabla se muestran algunos errores que comúnmente cometen los alumnos, al presentarse estas situaciones en donde ellos eligen su respuesta como falso o verdadero; en las cuales contestaron de la siguiente manera:

Situación	Falso	Verdadero
$(a + b)^2 = a^2 + b^2$	12	9
$\frac{4}{8} = 2$	13	8
$\frac{0}{0} = 0$	1	20

Tabla 1: Percepción del alumnado con relación a igualdades

Las respuestas correctas en las tres situaciones han de ser falsas; se nota una diferencia apreciable en cuanto a la interpretación de cada una de ellas, a pesar de ser compañeros en el mismo grupo; en el primer caso, observamos una aplicación incorrecta de la propiedad distributiva de la suma con exponentes por parte de nueve alumnos enlistados; en el segundo caso, es evidente que ocho alumnos aún confunden el sentido

operacional de la división al pensar que es lo mismo ocho entre cuatro y cuatro entre ocho; por último, pensar en el cero como divisor y cociente está fuera de toda lógica matemática.

La siguiente parte de la prueba, se llevó a cabo partiendo de la propuesta de Medina (2008) quien da una idea para observar el manejo que los alumnos hacen con los signos positivo y negativo al solicitarles la solución de las operaciones siguientes:

$-6 + 1$ -5	$6 - 14$	$-15 + 3$	$1 - 5$
$-4(-1)$	$-4 * 3$	$5(-2)$	$3 * 2$

Cuadro 1

$-4 + 6$	$-3 + 4$	$-6 + 3$
----------	----------	----------

Cuadro 2

$-6 - 4 + 2$	$-16 + 8 - 8$	$-3 - 8 + 10$	$-15 + 6 - 3$
--------------	---------------	---------------	---------------

Cuadro 3

$15 - 3$	$11 - 2$	$17 - 4$
----------	----------	----------

Cuadro 4

$-7 - (-21)$	$-10 - (-7)$	$-2 - (-3)$	$12 + (-12)$
--------------	--------------	-------------	--------------

Cuadro 5

4.3 Resultados respecto a ecuaciones de primer grado

En la siguiente prueba es importante mencionar que los alumnos encuestados ya habían cursado y aprobado en el ciclo escolar anterior (2° grado) el tema relacionado. En este, se trata de detectar el procedimiento con que fueron enseñados, la percepción de las causas propiciatorias para su aprendizaje y su habilidad para resolver problemas concretos con aplicación de ecuaciones de primer grado; las preguntas fueron las siguientes:

a) En tu curso de matemáticas álgebra estudiaste el tema de ecuaciones de primer grado, por favor enumera los siguientes aspectos según el orden en que los trabajaron en clase:

____ resolución de problemas

____ definición de ecuación

____ establecer las propiedades de la igualdad y su utilidad para resolver ecuaciones

____resolver ecuaciones de primer grado

____visualizar la ecuación a partir de la gráfica

b) ¿Consideras haber aprendido a resolver ecuaciones de primer grado?

Muy bien____ .Bien ____ Regular____ No aprendiste____

c) Tu habilidad para plantear la ecuación de primer grado que resuelve un problema concreto es:

Muy buena ____ buena____ regular____ nula____

d) A tu parecer, tu aprendizaje sobre la resolución de ecuaciones de primer grado se debió a: (puedes marcar más de una respuesta):

Tu esfuerzo____

Tu inteligencia____

Tu profesor____

El tema es fácil____

La forma en que se trabajó el tema____

La ayuda de alguien mas____

4.2 Análisis de resultados.

Al momento de iniciar esta parte, se indicó al alumnado evitar el uso de calculadoras, inclusive las científicas, pues existen algunas que han sido programadas

para realizar las operaciones en el orden que se van escribiendo arrojando errores de cálculo en las operaciones.

Tomando muestras de la prueba detectamos algunos errores en cada uno de los alumnos, confundiendo signos y operaciones; por ejemplo:

El caso de Daniel en el cuadro uno, ejecuta correctamente las sumas algebraicas; sin embargo, al presentarse los paréntesis continúa sumando sin percatarse que se trata de multiplicaciones, aunque en las operaciones explícitas con el signo de multiplicar procede acertadamente en el manejo de signos.

En el cuadro dos, Zaid confunde suma algebraica con suma aritmética aplicando las leyes de los signos arbitrariamente, y dando preferencia al signo que tiene el primer sumando.

Valentina trabaja correctamente el cuadro tres con las sumas, pero tiene confusión en el uso de signos, es decir, algunas veces aplica correctamente las leyes de signos y otras veces es indiferente al del resultado.

En el cuadro número cuatro, Rubí ejecuta las sumas algebraicas, y el signo negativo en las operaciones, le hace creer que el resultado ha de tener el mismo signo negativo.

Por último, Anayeli, al resolver el cuadro número cinco, la presencia de paréntesis le hace creer que habrá de multiplicar las cantidades; pero, no se percata que el signo fuera del paréntesis infiere que es más bien una suma algebraica.

Los casos anteriores son solamente una muestra del estado que guarda la mayor parte de los alumnos cuando se trata de manejar situaciones con signos (ver Anexo 1); esto es el resultado de una enseñanza que maneja de manera superficial este aspecto, pues se considera que el alumno ha de asimilar mecánicamente las leyes que rigen al manejo de los signos en las operaciones matemáticas, pero que al aplicarlas a situaciones específicas, confunden los signos y hasta las operaciones que se han de ejecutar con los números, esto lleva al alumno a enfrentar una problemática mayor en que tiene que trabajar ecuaciones algebraicas, cuando ya no tendrá que vérselas solamente con números y signos, sino que incorpora ahora literales con signos.

La enseñanza del álgebra, al menos en los primeros años de secundaria, debe partir siempre desde la aritmética, evitando introducir nuevas ideas o técnicas algebraicas específicas demasiado rápido que no sirvan para el desarrollo algebraico futuro, procurando que un signo algebraico esté claramente distinguido, favoreciendo la comprensión algebraica en términos de traducción de lenguajes; es decir, hay que aprovechar las estructuras conceptuales previas del estudiante y conducirlo a que las transforme.

Con referencia al inicio de los alumnos al álgebra, específicamente con ecuaciones de primer grado, se menciona que la aplicación a la resolución de problemas es de importancia trascendental, pues es para que los alumnos comprendan estas nociones y se den cuenta de la forma como las condiciones de un problema se traducen en una ecuación para obtener una solución de dicho problema.

Para el caso de detección de la concepción del signo ($=$), se aplica un cuestionamiento con referencia a la parte medular de una ecuación en general y en particular de las ecuaciones de primer grado, esto es, el signo de igual, el cual es básico en este tipo de operaciones. Los alumnos visualizan al signo igual como un simple separador de las secuencias de operaciones que realizan para llegar al resultado. Además lo conciben como la señal de hacer algo, esta dificultad es un obstáculo a la hora de trabajar algebraicamente al tergiversar las propiedades transitiva y de simetría en la igualdad.

Para este caso, se presenta a los mismos alumnos el siguiente cuestionamiento:

¿Te parece que el signo ($=$) representa lo mismo en las expresiones siguientes?

1) $b = 3$ ____

2) $5+2=7$ ____

3) $4x + 2x = 3x + 3x$ ____

4) $3x + 4 = 20$ ____

El significado que el 85 por ciento da, es el que se refiere a mostrar el resultado de una operación, el 10 por ciento menciona que se refiere a un valor y el 5 por ciento no refiere significado alguno. En este aspecto de la prueba, se percibe un sesgo a las generalizaciones sobre números en álgebra, cosa que es muy frecuente, pues permite al alumno formular una regla general; el error principal se focaliza en el preconcepto y del significado del signo igual en las ecuaciones, en donde se trabaja con solo una parte de la ecuación sin considerar el otro miembro de la misma manera; por lo que pasa

desapercibida la relación de igualdad o desigualdad entre el lado derecho y el izquierdo consecutivo, en este caso se hace necesario interpretar el signo igual que aparece explícito y reconocer lo implícito cuando no se dan expresiones equivalentes

Con relación a la pregunta: En tu curso de matemáticas álgebra estudiaste el tema de ecuaciones de primer grado, por favor enumera los siguientes aspectos según el orden en que los trabajaron en clase.

Los resultados obtenidos de su revisión y análisis fueron los siguientes:

	Resolver problemas	Definir ecuación	Establecer propiedades	Resolver ecuaciones	Visualizar ecuación
Secuencia	4	3	2	1	5
	2	4	3	1	5
	3	4	2	1	5
	5	3	4	1	2
	5	4	3	1	2
	5	2	3	1	4
	5	1	3	2	4
	4	3	2	1	5
	2	3	4	1	5
	4	1	2	3	5
	4	2	3	1	5

	4	3	2	1	5
	4	2	3	1	5
	1	3	4	2	5
	4	2	3	1	5
	3	5	2	1	4
	2	4	3	1	5
	5	4	3	1	2
	4	2	3	1	5
	2	1	4	3	5
	3	1	4	1	5

Tabla 2: Secuencia de las percepciones de los alumnos al aprendizaje de ecuaciones

Agrupando las respuestas comunes se tiene que:

Resolver problemas	Definir ecuación	Establecer propiedades	Resolver ecuaciones	Graficar ecuaciones	Frecuencia
5	3	4	1	2	1
5	4	3	1	2	2
5	2	3	1	4	1
5	1	3	2	4	1
4	2	3	1	5	4
4	3	2	1	5	2
4	3	2	1	5	1
4	1	2	3	5	1
3	4	2	1	5	1
3	5	2	1	4	1
3	1	4	1	5	1
2	1	4	3	5	1
2	4	3	1	5	1
2	4	3	1	5	1
2	3	4	1	5	1
1	3	4	2	5	1
			80.95%		

Tabla 3: Concentrado de secuencias

Se observa que la mayor frecuencia en el proceso de aprendizaje se inclina hacia la resolución de ecuaciones en primer lugar; además, lo que observamos en la opinión de dos de los profesores de la misma escuela, al aplicarles el mismo cuestionamiento, detectamos una opinión diferente de acuerdo a las siguientes respuestas:

	Resolver problemas	Definir ecuación	Establecer propiedades	Resolver ecuaciones	Graficar ecuaciones
Secuencias	4	1	2	5	3
	5	2	1	3	4

Tabla 4: Secuencia de enseñanza utilizada por los profesores del grupo

En cualquiera de estas dos, se destaca que las secuencias con mayor frecuencia mencionadas por profesores no corresponden a la que más alumnos citan y la que siguieron con aquellos cuando trataron el tema que se está tratando. Notamos que la resolución de problemas se deja al final, a diferencia del punto de vista de los alumnos, los docentes han trabajado en primer término las definiciones y propiedades de la ecuación, dejando para el final la aplicación de ellas.

Aunque en este aspecto, influye la subjetividad del alumno para dar preferencia a lo que es capaz de procesar primeramente, y lo que le resulta el camino más fácil para aprender el uso de las ecuaciones de primer grado; por lo que se infiere de las respuestas de la encuesta, es el hecho que los alumnos perciben de manera diferente, cada uno de

ellos se aplica en concordancia a sus preferencias y formas de procesar la información lo que determina la secuencia elegida para apropiarse de los conceptos en un orden determinado por sus procesos mentales, característicos de cada individuo.

De esta manera, se ha podido comprobar que el estudiante puede seguir, a su elección, uno de varios caminos, a su propio criterio y de acuerdo a como vaya teniendo respuestas.

Para lograr evolucionar en el conocimiento científico mediante esta concepción, habrá de tenerse en cuenta dos aspectos: que la gente aprende y adquiere habilidades a diferentes velocidades; segundo, debe reconocerse lo que el alumno tiene, y partir desde esos esquemas para hacer evolucionar sus ideas previas hacia un conocimiento matemático, pues como lo menciona Pozo (1994), los conceptos científicos pueden aprenderse sólo cuando las ideas o preconcepciones se hallan ya relativamente desarrollados dentro de los esquemas mentales del individuo; además, un concepto cotidiano despeja la trayectoria para el concepto científico y su desarrollo descendente, crea una serie de estructuras necesarias para la evolución de los aspectos elementales y más primitivos de un concepto, lo cual es privativo de las formas personales de procesar la información en cada alumno.

Esto nos lleva corroborar que es preciso conocer las estructuras psicológicas que tienen que ver con la forma en que los estudiantes han establecido personalmente las relaciones entre los conceptos. Aunque cada individuo establece una relación propia, se perciben unas líneas comunes en función de la edad,

Es por esto que el proceso no se desarrolla de manera lineal, ni por caminos pautados y graduados de menor a mayor bajo un rígido procedimiento. Desde este punto

de vista, el aprendizaje se asemeja a un bote de pintura que es derramado y se esparce sobre todo el piso, en todas direcciones.

Respecto a la pregunta: ¿Consideras haber aprendido a resolver ecuaciones de primer grado? Las respuestas de los alumnos fueron:

	Muy bien	Bien	Regular	No contestó
Frecuencia	1	6	13	1

Tabla 5: Percepciones del alumnado en relación a su aprovechamiento

En contraste, a los profesores se les preguntó su apreciación en porcentaje al respecto; sus respuestas fueron:

	Muy bien	Bien	Regular
Porcentaje	80%		20%
	30%	50%	20%

Tabla 6: percepción de los docentes en relación al aprovechamiento

Se observa que la apreciación de los profesores es que sus alumnos aprenden a resolver ecuaciones de primer grado, lo cual es coincidente a la percepción de los alumnos.

En relación a la siguiente pregunta, respecto a la habilidad para plantear la ecuación de primer grado que resuelve un problema concreto, los alumnos mencionaron lo siguiente:

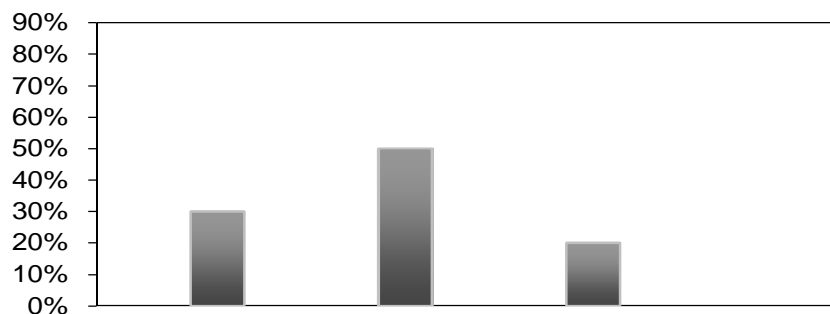
	Muy buena	Buena	Regular
Frecuencia		6	15

Tabla 7: Percepción de los alumnos en relación a la capacidad para plantear ecuaciones

	Muy buena	Buena	Regular	Nula
Profesor 1			80%	20%
Profesor 2	30%	50%	20%	

Tabla 8: Percepción de los profesores hacia la capacidad de los alumnos para plantear ecuaciones

Con la misma pregunta, las respuestas en porcentaje de alumnos, de acuerdo a la apreciación de los profesores de la capacidad para plantear ecuaciones a partir de un problema dado, se presentaron de la siguiente manera:

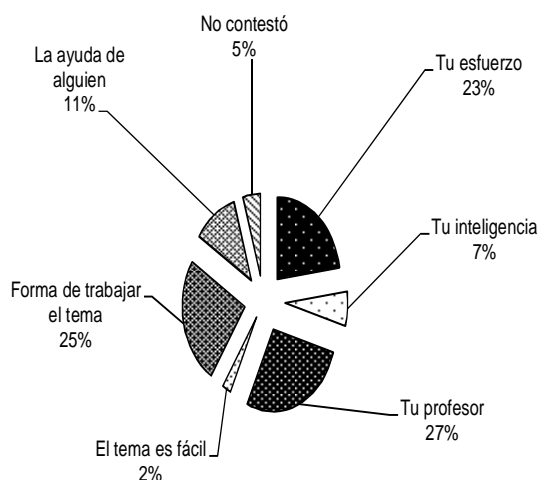


En este caso, el contraste entre las apreciaciones de los profesores es muy marcado y en entrevista con cada uno de ellos, el primero menciona que los alumnos aprenden a resolver ecuaciones de primer grado y las resuelven, siempre y cuando se les presenten de manera explícita, no así cuando se les pide que generen la ecuación a partir de un problema dado, es entonces que el alumno presenta dificultades para realizar la tarea. Sin embargo, esta respuesta se acerca a concordar con lo que declararon los alumnos.

Por último, a la pregunta: tu aprendizaje sobre la resolución de ecuaciones de primer grado se debió a: (puedes marcar más de una respuesta); los alumnos dieron las respuestas siguientes:

	Tu esfuerzo	Tu inteligencia	Tu profesor	El tema es fácil	Forma de trabajar el tema	La ayuda de alguien	No contestó
Frecuencia	10	3	12	1	11	5	2

Tabla 9: Percepción del alumnado acerca de factores que facilitan su aprendizaje

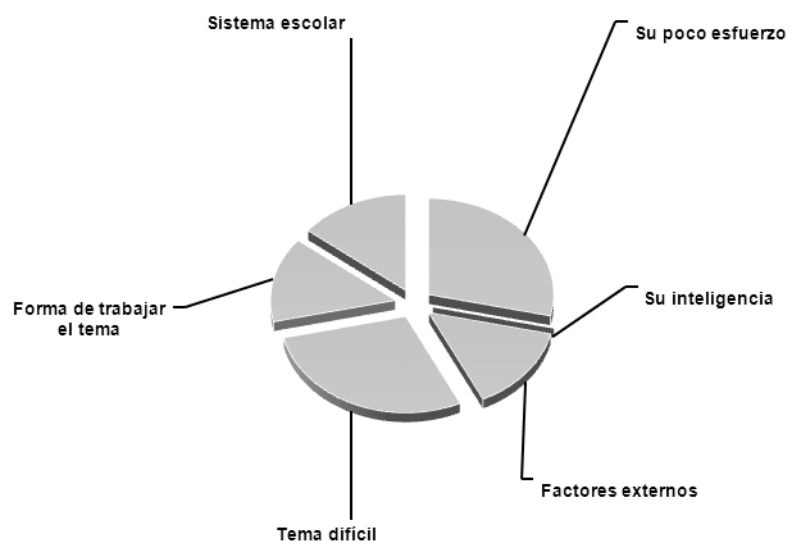


Al analizar este cuadro, se deduce que las matemáticas se aprenden en la escuela, pues la mayoría de los alumnos dan crédito a las enseñanzas de su profesor, a la forma en que se trabajó el tema y, de acuerdo con Zúñiga (2004), es de suma importancia la mediación del profesor en el proceso de aprendizaje cuando un alumno enfrenta problemas cognitivos, pues con la intervención del profesor se soluciona la situación y se comprende la naturaleza de los objetos tratados; ahora, con la siguiente pregunta presentada a los profesores, contestaron de esta manera:

A tu parecer, las dificultades de aprendizaje sobre la resolución de ecuaciones de primer grado que se presentan en tus alumnos se deben a:

	Su poco esfuerzo	Su inteligencia	Factores externos	Tema difícil	Forma de trabajar el tema	Sistema escolar
Frecuencia	2		1	2	1	1

Tabla 10: Análisis de los profesores con relación a la dificultad para el aprendizaje



Los puntos de vista vertidos por los profesores, nos revelan el hecho de que los alumnos se esfuerzan poco, a pesar o debido a la dificultad del tema; también se observa que la forma de trabajar el tema es trascendente para el aprovechamiento del mismo; con relación a los factores externos no se puede hacer mucho; sin embargo, analizar la forma

de trabajo y formas de motivación al alumno para con el tema, se pueden mejorar los resultados que se presentan en muchos casos dentro de las aulas escolares.

Si se parte del hecho que las concepciones de los alumnos son influyentes al momento de aprender, las estrategias de enseñanza serán procedimientos o recursos utilizados por los docentes para la promoción de aprendizajes significativos basados en dichas concepciones, entonces los docentes en estudio aplicaran con acierto cada una de las estrategias que eligen para realizar sus actividades de enseñanza al lograr desarrollar en sus alumnos aprendizajes que les permiten interactuar con desenvolvimiento y manifestar cambios de conducta de manera constante.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y Recomendaciones

Introducción

Al abordar esta parte final del presente trabajo, se concluye con las formas en que se ha de considerar el manejo de preconcepciones en los alumnos, aplicables tanto para el aprendizaje de nuevos conceptos matemáticos como en otra área del conocimiento. Algunas de las causas cercanas a los procesos de asimilación se han encontrado en el terreno epistemológico, ligadas principalmente a las dificultades en la asimilación del conocimiento. Una gran parte de los investigadores en el campo de la matemática educativa señalan que las preconcepciones se forman en los estudiantes a través de su experiencia cotidiana, incluyendo tanto sus experiencias físicas como sociales, constituyéndose como un conocimiento pre-científico.

En la sección correspondiente a conclusiones, se retoma el análisis del resultado de la investigación bibliográfica y de campo; se concluye con algunas sugerencias referentes al tema de estudio, para lograr mayor asertividad en la enseñanza, y con el propósito de buscar estrategias adecuadas para mejorar el trabajo docente.

Este documento de investigación no ha pretendido remediar en su totalidad la situación actual en lo que a preconcepciones se refiere, ni reportar ampliamente todos preconceptos que subyacen en los alumnos, sino la presentación de los resultados que la investigación ha llevado a cabo. Más bien este es un esfuerzo para tener acceso a los factores que frenan el aprendizaje de conceptos matemáticos, de manera que puedan aprovecharse al máximo tales resultados que la investigación reporta.

5.1 Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se ha tratado un tema que despierta discrepancias, aún desde la forma de nombrar lo que tiene en mente un individuo sujeto a una actividad de aprendizaje de nuevos conceptos matemáticos; se trata de lo que se ha estado manejando como preconcepciones; muchos autores se refieren a ellas con múltiples nominaciones, las cuales sería complicado nombrar todas; baste decir que, en el individuo que aprende hay dos tipos de pensamiento: el primero que se ha originado por un proceso de raciocinio y que se le denomina precisamente “conocimiento previo” y el otro, como ya se mencionó anteriormente se denomina “preconcepción”, esta es la que se produce por la experiencia sensorial del individuo con su entorno y que no ha sido evaluada por un proceso racional; en consecuencia, hay una certeza de que el alumno llega al salón de clases con una serie de presaberes que le apoyan en el aprendizaje de una u otra manera.

Estas formas de pensamiento, son las que constituyen los esquemas mentales con los que un individuo se fundamenta para aprender nuevas cosas; cabe mencionar que si lo que se aprenderá se basa en una preconcepción, lo más probable es que el resultado del intento de aprendizaje se vea obstaculizado. Inclusive, no existe evidencia que demuestran que las preconcepciones hayan sido extinguidas en su totalidad o sustituidas por una idea nueva (Galagovsky, 2007), lo más que se logra es que los alumnos asimilan conocimiento científico conservando el conocimiento cotidiano.

Ante esto, se percibe como necesario el tratar primeramente una preconcepción antes de intentar enseñar o aprender nuevos conceptos. Debido a la característica de las preconcepciones, se está entrando en el terreno de la Psicología Cognitiva, y por

consecuencia, al considerarse una disfunción del conocimiento, también en la Terapia Cognitiva, que es una rama de la mencionada Psicología.

Por principio de cuentas, ha de considerarse que una gran parte de las preconcepciones no son consecuencia de factores asociados al desarrollo cognitivo de los alumnos, sino a “vicios” de pensamiento adquiridos a lo largo de su vida escolar (Zúñiga 2004). Por lo que se presentan dificultades con ella, debido a que los alumnos tienen deficiencias conceptuales respecto a las nociones previas necesarias para un buen aprendizaje.

Durante las vivencias cotidianas, las personas juzgan y etiquetan los acontecimientos, estas valoraciones van apareciendo de manera constante en la mente del individuo, y muchas veces de manera inconsciente o al menos, con poca conciencia; estas valoraciones se identifican en el ámbito cognitivista como preconcepciones, debido a su rapidez y poca elaboración racional. Como consecuencia de la poca conciencia de ellos y a su rapidez, no son evaluados por las personas, por lo que sus valoraciones son totalmente buenas o totalmente malas.

5.2 Recomendaciones

Cuando se está aplicando una estrategia para una evolución conceptual, se infiere que se están considerando de manera conveniente las preconcepciones y/o los conocimientos previos que el estudiante tiene; lo que permitirá al alumno lograr el aprendizaje de nuevos conceptos basados en aquellas preconcepciones que ha logrado transformar. Y es necesario considerar de manera cabal asumir el desafío para el docente, pues ha de modificar sus estrategias de enseñanza, con fundamento en los

enfoques didácticos centrados en las formas de aprender del estudiante y los procesos cognoscitivos relacionados en el aprendizaje de conocimientos científicos.

Es imperativo considerar redefinir el concepto de cambio conceptual por uno que ofrezca una perspectiva más prometedora para futuras investigaciones en el campo de la cognición para el aprendizaje de conceptos; pues hablar de un cambio conceptual en términos de reemplazo conceptual no tiene sentido; en este caso, la enseñanza deberá permitir al alumno tomar conciencia de sus preconcepciones y de las concepciones científicas, sin que sea necesario reemplazar o sustituir la inicial por una científica, considerando preferentemente que la primera evolucione para llegar a la segunda.

Ya para concluir, los presaberes como principio de instrucción, se hace necesario en las clases se permita que los estudiantes den a conocer sus comprensiones de aquello que se desea que aprendan, dando lugar preferente a las formas como relacionan lo que saben con lo nuevo por aprender. En tanto se desconozcan los presaberes del estudiante, será difícil darles apoyo efectivo para la comprensión y el manejo de conceptos nuevos que se desea lleguen a aprender; recordando que el proceso de construcción del conocimiento es individual y que las fuentes de conocimiento son múltiples, tal y como la multiplicidad de las comprensiones; sendas conclusiones infieren en la mente que los procesos de aprendizaje han de estimularse a través del uso de múltiples fuentes y didáctica diversa, dando cabida a los momentos y estilos de aprendizaje por parte de los alumnos, dando especial atención al esfuerzo mostrado en el desempeño de las tareas del proceso.

Una estrategia de aprendizaje colaborativo que llega a contribuir en gran manera, es el aprendizaje basado en problemas en primer orden, ya que la resolución de

problemas a través de una investigación, sirve de enlace para propiciar una reestructuración conceptual entre las concepciones alternativas del estudiante y el conocimiento matemático, a partir de ubicar a los aprendices en condiciones de abordar un problema en la búsqueda de soluciones, bajo las cuales se deban construir sólidos conceptos. La evolución conceptual a lograr, es el producto de la acción de resolver los problemas propuestos, dentro del ejercicio investigativo en un grupo de trabajo académico.

Otra ventaja de esta forma de tratar el problema, dado que es muy poco probable que todo el grupo esté de acuerdo al mismo tiempo con la respuesta correcta, es que en la clase generan discusiones que son excelentes no sólo para mostrar los diferentes conceptos falsos que los estudiantes puedan tener, sino también para ayudarles a superarlos a través de sus propias interacciones; esto obliga al estudiante a apropiarse del método científico, estableciendo una secuencia hacia la consecución de alternativas de solución del problema. La búsqueda de información para solucionar el problema, permite definir la conceptualización que priva en la mente del alumno, esto conduce al propio estudiante para dar un nuevo significado a sus ideas previas de manera autónoma, y le lleva a mejorar sus saberes.

En la fase final, cabe mencionar que el aprendiz lleve a cabo una reflexión sobre los avances realizado en el propio aprendizaje, a partir de una reconstrucción de los pasos seguidos y de la importancia de manifestar sus propias ideas, del diseño de estrategias para la organización de la información científica, las aportaciones recibidas desde la ciencia al evolucionar dentro de sus marcos conceptuales, de su avance en el

razonamiento y lo riguroso de sus estrategias o a la sensibilización en modos de comportamiento más científico. A partir de lo anterior, es importante que el alumno plantee nuevos interrogantes que hayan surgido durante el proceso.

Posiblemente, parezca difícil sustituir el método de cambio conceptual y los modelos que se identifican como reemplazo y que dan una imagen de conductismo al intentar extinguir conductas e ideas en la mente del aprendiz. Preferentemente, adoptar un modelo de evolución conceptual, puede dar una perspectiva de desarrollo más promisorio que se fundamenta en un enriquecimiento de las ideas que el estudiante ha adquirido empíricamente. La evolución de estas concepciones, puede dar como resultado los aprendizajes significativos que son los que se busca lograr en el estudiante; esta es una perspectiva prometedora para futuras investigaciones en el campo del aprendizaje de conceptos.

Referencias

- Alvarenga, K. (2006). *Inecuaciones: Análisis de Construcciones Mentales en Estudiantes Universitarios*. Tesis de doctorado. México. IPN.
- Anastas, J. W. (2005). *Observation. Social work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches*. 7ª Ed. New York. Oxford University Press.
- Apple, M. (1994). *Educación y poder*. Barcelona. Paidós/M.E.C.
- Artigue, M. (1990). *Epistémologie et Didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (2,3), 241-286.
- Ausubel, P (1978). *Psicología Evolutiva*. México. Trillas
- Ausubel, D. Novak, J. Hanesian, H. (1987). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. 2ª ed. México. Trillas.
- Avila, A. (1994). *Los niños también cuentan. Procesos de Construcción de la Aritmética en la Escuela Primaria*. México. Pirámide.
- Ballester, A. (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica. Como hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Seminario de aprendizaje significativo. Palma de Mallorca, España.
- Bello, S. (2004). *Ideas Previas y Cambio Conceptual*. Educación Química 15(3).
- Bonilla, E y Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Bowles, S., y Gintis, H. (1986). *La instrucción escolar en la América capitalista: La*

reforma educativa y las contradicciones de la vida económica. 3ª Ed. México.
Siglo Veintiuno.

Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa*. De:

<http://www.scribd.com/doc/8426515/Libro-Metodologia-de-La-Investigacion-Cuantitativa>

Brousseau, G. (1993). *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de la Matemática*.

Argentina Universidad de Córdoba.

Campanario, J. y Otero, J. (2000). *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169

Carrascosa, J. (1985). *Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias*. *Enseñanza de las ciencias*, 3(3).

Carretero, M. (2000). *Construir y enseñar ciencias experimentales*. 3ª Ed. Buenos Aires.

Aique Grupo Editor S.A.

Caramazza, A., McCloskey, M. y Green, B. (1981). *Naive beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects*. *Cognition* 9(2).

Chi, M., Roscoe, R. (2002). *The Processes and Challenges of Conceptual Change*.

Netherlands. KluwerAcademicPublishers.

Cho, H., Kahle, J. y Nordland, F. (1985). *An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics*. *Science Education*, 69 (5),707-719.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2002). México. Ed. SISTA.

- CONALEP. (2003). *Aprendizaje Acelerado*. Guía del participante. México.
- Cubero, R. (1994). *Concepciones alternativas, preconcepciones, errores conceptuales. ¿Distinta terminología y un mismo significado?* Investigación en la escuela, 23.
- Dantzing, T. (1954). *The Language of Science*. New York, The Free Press.
- Dehaene, S. (2003). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford.
- De Kee, S. Mura, R. y Dionne, J. (1996). *La Comprensión de Nociones de Seno y Coseno en Nivel de Secundaria*. For the Learning of Mathematics
- Dennison, P. y Dennison E. (2003). *Cómo aplicar gimnasia para el cerebro*. México
Recuperado en 15 de marzo de 2011 de:
<http://site.ebrary.com/lib/virtualeducacionsp/home.action>.
- Diccionario ESPASA de la Lengua Española. México. Libros del Rincón, SEP.
- Elichiribehety, I. y Papini, C. (1995). *Los Procedimientos Algebraicos en la Resolución de Problemas*. Argentina. Rio Cuarto.
- Filio, E. (2005). *El Lenguaje y el Aprendizaje de las Matemáticas*. Tesis de Doctorado.
México. IPN
- Galagovsky, L (2007). Enseñanza versus aprendizaje de las ciencias naturales. *Tecné, episteme y didaxis*, Número extraordinario. Tercer congreso internacional sobre formación de profesores de ciencia
- Giroux, H. (1983). *Theory and resistance in education: A pedagogy for the opposition*.
Massachusetts. Bergin & Garvey.
- Giroux, S. y Tremblay, G. (2004). *Metodología de las ciencias humanas: La investigación en acción*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Guzmán, M. (1992). *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. OMA.
- Hadamard, J. (1995). *The Mathematicians Mind. The Psychology of Invention in the Mathematical Field*. New Jersey. Princeton University. Press.
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*, 5ª Edición. México. Mc Graw Hill/Interamericana.
- Hilgard, E. (1977). *Teorías del Aprendizaje*. México. Trillas.
- Jankvist, T. (2009). *A categorization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education*. Springer Science. Denmark.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models*. Cambridge. CUP
- Jung, C (1989). *Recuerdos, Sueños, Pensamientos*. México. Editorial Planeta.
- Junqk, W. (1987). *Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Matemática I*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación.
- Kieran, C. Forman, E. y Sfard, A. (2001). *Learning Discourse: Socialcultural Approaches to Research in Mathematics Education*. Educational Studies in Mathematics.
- Kleiner, I. (2002). *Educational Studies in Mathematics*. Netherlands: Academic publishers
- Lampert, M. (1992). *Handbook for Research on Mathematics*. New York. Mc Millan.
- Ley General de Educación y Leyes Complementarias. (2002). 1ª. Edición. México. Ediciones Delma
- Lozano, A. (2001). *Psicología de las Comparaciones: Implicaciones Cognitivas*. Revista EGE. Monterrey. Año 2, Número 4

- Marín, N. (1999). *Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual*.
Enseñanza de las Ciencias, vol. 17, n. 1, p. 80-92.
- Mason-Burton-Stacey. (1989). *Pensar Matemáticamente*. México. Editorial Labor
- Medina, B. (2006). *Las Matemáticas de los Alumnos*. Ponencia. UNAM, CCH-Sur.
- Moreira, M. (1999). *Modelos Mentales. Programa Internacional de Doctorado en
Enseñanza de las Ciencias*. Texto de Apoyo. España. Universidad de Burgos.
- Moreira, M. y Greca I. (2003). *Cambio Conceptual: Análisis crítico y propuestas a la
luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo*. Recuperado de:
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>. Fecha: 2011, Abril 16.
- Mortimer, E. (1993). Conceptual evolution as epistemological profile's change.
Trabajo presentado en el *III Seminario Internacional sobre Concepciones
Alternativas y Estrategias Educativas en Ciencias y Matemática*, Cornell
University, 1 al 4 de agosto.
- Nieda, J y Macedo, B. (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*.
Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia
y la Cultura (OEI) y UNESCO
- Oviedo, A. (2002). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. USA,
National Research Council.
- Phyllis L. (1993). *Cómo enseñar a niños perturbados*. México Editorial Fondo de
Cultura Económica.
- Pita, S. Pértegas, S. (2002) *Epidemiología Clínica y Bioestadística*. Coruña, España.
CAD ATEN PRIMARIA.

- Piaget, J. (1987). *El lenguaje y el Pensamiento del Niño Pequeño*. España. Paidós.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata
- Pozo, J. (2004). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. (3ª Ed.). Madrid. Morata.
- Ramos, A. y Font, V. (2006). *Contexto y Contextualización en el Seguimiento y el Aprendizaje de la Matemática*. La Matemática y su Didáctica. Año: 20. Num. 4
- Redish, E. (1994). *Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics*. American Journal of Physics.
- Rencoret, C. (1999). *Iniciación Matemática. Un modelo de Jerarquía de Enseñanza*. Chile. Editorial Andrés Bello.
- Rivas, R. (2003). *Preconcepciones Científicas de un Grupo de Estudiantes de la Mención Ciencias Físico Naturales de la ULA*. Consultado en Febrero 2011. De la URL http://www.saber.ula.ve/bitacora-e/eventos/resumenes_simposio_11.
- Rubinstein, S. (1983). *Principios de Psicología General*. Tratados y Manuales. España. Grijalbo.
- Schnotz, W. y Vosniadou, S. (2006). *Cambio conceptual y educación*. Buenos Aires, Aique.
- SEP (2006). *Reforma de la educación Secundaria. Fundamentación Curricular. Ciencias*. México. Secretaría de Educación Pública.
- Sfard, A. (1991). *On the Dual Nature of Mathematical Conceptions: Reflections on Processes and Objects as Different Sides of the Same Coin*. Educational Studies in Mathematics.

Sfard, A. (2001). *There is More to Discourse than Meets the Ears: Looking at Thinking as Communicating to Learn More about Mathematical Learning*. Educational Studies in Mathematics.

Sternberg, R. (1997). *Thinking Styles*. New York. Cambridge University Press.

Soscas, M. (1996). *Iniciación al Algebra. Matemáticas, Cultura y Aprendizaje*. Síntesis. Madrid.

Thompson, A. (1985). *Teacher's Conceptions of Mathematics and the Teaching of Problems Solving*. New Jersey. Erlbaum.

Velasco, R. y Garriz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*.

Zubieta, G. (1982). *Manual de Lógica para Estudiantes de Matemáticas*. Trillas. México.

Zúñiga, L. (2004). *Funciones cognitivas: un análisis cualitativo sobre el aprendizaje del cálculo en el contexto de la ingeniería*. Tesis de Doctorado. México. CICATA-IPN