

El aprendizaje de las matemáticas en ingeniería: *una propuesta desde el paradigma constructivista piscogenético*

José Jaime Maravilla Juárez

Universidad Politécnica, Gómez Palacio, Durango

Resumen:

¿Cómo se aprenden las matemáticas? ¿Por qué es tan difícil aprender matemáticas? Estas y otras cuestiones serán tratadas en este trabajo, el cual busca dar respuestas a cuestiones epistemológicas. El problema del aprendizaje de las matemáticas en nuestro país es un problema tan común que incluso los especialistas en el área se refieren a México como un lugar lleno de analfabetas en matemáticas, por eso es que se pensó en la urgente necesidad de estudiar este fenómeno, hacerle frente a este problema. Es un trabajo de corte cualitativo interpretativo, que no busca hacer del estudio del aprendizaje de las matemáticas un proceso estadístico, sino una búsqueda de significados que den respuesta a las preguntas de investigación. Un objeto de estudio del cual se está consciente que nunca llegará a ser conocido en su totalidad, pero que como todo proceso es perfectible y es susceptible de cambios, sobre todo en la metodología que se ha usado comúnmente para impartir esta materia.

Abstract:

How are learned the mathematics? Why it's so difficult to learn mathematics? These and other questions will be treated in this work, which looks for to give answers to epistemological questions. The problem of the learning of the mathematics in our country is a so common problem that the specialists in the area even talk about to Mexico like a full place of illiterate in mathematics, for that reason is that it thought about the urgent necessity to study this phenomenon. It is a work of interpretative /qualitative cut; it does not look for to make of the study of the learning of the mathematics a statistical process, but a search of meaning to the investigation questions. An object of study of which it is conscious that it will never arrive to be known in his totality, but that as all process is perfectible and is susceptible of changes, mainly in the methodology that has been used commonly to distribute this matter.

Palabras clave: Aprendizaje, Matemáticas, Inducción, Deducción

Key words: Learning, Mathematics, Induction, Deduction

¿Cuánto es cero por cinco? Preguntaba a un alumno de profesional que tuvo a bien pasar al pizarrón a realizar un problema de resolución de ecuaciones lineales, el muchacho me hace un gesto de seguridad y me dice muy sonriente «pues cinco inge», en ese momento sentí como si un balde de agua helada hubiera caído sobre mí, primero pensé: «debe de estar bromeando», pero después de unos segundos me di cuenta que continuaba con el problema como si nada hubiera pasado, al terminar la clase me dirijo escandalizado con la maestra tutora de aquel grupo y le explico el caso de cuando menos ocho alumnos más en la misma situación. Platicando más tarde con los muchachos en cursos de asesoría, que se imparten a alumnos por haber reprobado la materia de matemáticas 1, le preguntaba sobre la formación matemática que se les ha impartido en las escuelas de donde son procedentes, ellos mencionaban frases muy comunes como: «pues yo no entraba», «el profesor no iba», «me pasó de noche», ó «pues yo nunca entendí nada «inge», al terminar las asesorías me di cuenta de que terminé repasando temas que debieron de haber visto desde secundaria.

En un mundo en que gran parte de su explicación se rige por las matemáticas, no es de extrañarse la importancia que tienen, se puede afirmar que gran parte del avance intelectual y material de la historia de la humanidad se debe directa o indirectamente a la relación que tiene ésta con aquellas, por eso, creo que las matemáticas no deberían de verse como una carga para los estudiantes, sino como una oportunidad para desarrollar habilidades mentales que sean soporte para el desarrollo de otros procesos dentro de su formación.

Como parte de un proceso de formación y de reflexión personal y profesional en la maestría en procesos educativos dentro de la UIA Laguna, se presentó el espacio y la oportunidad para plantearme problemas que tenían que ver con la formación profesional sobre todo en el área de ingeniería. Cuando transcurría una exposición de mi trabajo, dentro las actividades del programa, se me cuestionó sobre mi pregunta de investigación, me vino a la mente esta reflexión, si el pensamiento lógico deductivo dio origen a las matemáticas (y todas sus numerosas ramas), curiosamente es un tipo de pensamiento que lo tiene toda persona humana (claro salvo algunas excepciones donde el pensamiento lógico deductivo este atenuado por algún tipo de deficiencia y/o enfermedad), entonces ¿porqué tan pocos alumnos se interesan en desarrollar este tipo de inteligencia? ¿Porqué si todos los seres humanos tenemos la capacidad de aprender las matemáticas, gran parte de los alumnos a lo largo a lo largo de su trayecto por la escuela no logran hacer suyo este conocimiento?.

Para empezar, en este proyecto buscaré plantear algunas preguntas de tipo

epistemológico: ¿Cómo se aprenden las matemáticas? ¿Cómo logramos comprenderlas?, desde las teorías del aprendizaje también nos podríamos preguntar: ¿Cómo se hace significativo para el alumno el aprendizaje de las matemáticas? Estas preguntas son fundamentales y servirán de base para después ponerle piso a nuestro problema de investigación, son las preguntas de fondo, es como penetrar hasta tocar hueso. Entonces, como ya se habrán imaginado, el problema de investigación que planteo es: ¿Por qué los alumnos no aprenden matemáticas con facilidad?, ¿Por qué resulta tan tortuoso aprenderlas? ¿Por qué el alumno no consigue darle un significado real al aprendizaje de las matemáticas? Se pretende no quedarnos en la crítica, sino responder de manera central a la siguiente pregunta: ¿habrá maneras de facilitar el aprendizaje y significación de las matemáticas? El contexto desde el que surgen mis cuestionamientos constituyen básicamente un dialogo con mi formación, con mi experiencia propia, y voy a tratar de describir los vacíos que yo percibí en mi educación matemática a través de los diferentes niveles escolares, como presupuesto para la reflexión.

El referente principal es que México es un país reprobado en matemáticas, para darnos una idea, según la universidad Veracruzana (El periódico de los universitarios Año 5, numero 196) dan a conocer que la media nacional de reprobación en matemáticas anda en el 83% de la población estudiantil de bachillerato, esto es para alarmarse, estamos diciendo que menos del 20% de población de preparatoria sale airosa de la estadística, ahora bien, este artículo nos muestra que el problema es que de ese 17% aprobado, el grueso anda alrededor del 6 o el 7 de calificación, mientras un pequeño porcentaje resulta con una calificación arriba de éstas. Si esta justificación no parece lo suficientemente razonable, podemos ver algunos indicadores internacionales como por ejemplo PISA en donde coloca a México en el lugar número 43 tan sólo en nuestro continente. Es por eso que considero urgente el estudio de este fenómeno, que es muy grave, entre la población estudiantil mexicana.

Un paradigma constructivista epistémico

El paradigma psicogenético constructivista, es uno de los paradigmas que más influye en la psicología y en la educación en general del presente siglo. Las primeras apariciones del paradigma en el campo de la psicología educativa fueron en la década de los setentas, con algunas aplicaciones o exploraciones del paradigma.

Los orígenes del paradigma datan de la tercera década del presente siglo y se encuentran en los primeros trabajos realizados por Jean Piaget sobre la lógica y el pensamiento verbal de los niños. Estos trabajos fueron motivados por las inquietudes epistemológicas que tenía Piaget.

Piaget es biólogo de formación, pero sentía predilección por los problemas de corte filosófico y, esencialmente por los referidos a cuestiones epistemológicas. De manera que pronto se interesó en la posibilidad de elaborar una epistemología biológica o científica, dado que, según él, existía continuidad entre la vida y el pensamiento.

El camino más adecuado para lograr su proyecto lo encontró en el campo de la psicología por lo que dedicó gran parte de su vida a realizar estudios sobre la psicología genética, que más tarde tomó su nombre.

La problemática que aborda el paradigma es fundamentalmente epistémico, desde sus primeros años, Piaget se interesó en el tema de la adquisición del conocimiento. Sin embargo, las preguntas derivadas de qué es el conocimiento, fueron planteadas por Piaget, primeramente desde un punto de vista científico ortodoxo. Más tarde cuando empezó estudiar el concepto de conocimiento desde la filosofía, se dio cuenta de las limitaciones, del enfoque con que inició sus estudios, así que llegó a la conclusión que, necesariamente, la definición del conocimiento debería de ser histórica, esto quiere decir, que el conocimiento no se puede entender como algo estático, sino como algo que está en constante proceso de transformación.

Así, Piaget, formuló las siguientes preguntas para el paradigma psicogenético constructivista:

- a) ¿Cómo construimos el conocimiento?
- b) ¿Cómo se traslada el sujeto de un estado de conocimiento inferior a otro de orden superior?
- c) Como se originan las categorías básicas del pensamiento racional?

Con estas preguntas queda claro que el sujeto de Piaget es un sujeto epistémico, un sujeto abstracto, a través del cual le interesa descubrir la forma general y universal de conocer de los sujetos humanos concretos.

Su postura epistemológica puede describirse como constructivista, interrelacionista y relativista.

A diferencia de los empiristas, el paradigma psicogenético otorga al sujeto un papel activo en el proceso del conocimiento. Supone que la información que viene del objeto es importante pero no suficiente para que el sujeto la conozca. El conocimiento no es una copia del mundo. Por lo contrario la información que entra a través de nuestros sentidos esta fuertemente condicionada por los marcos conceptuales del sujeto. Para el paradigma psicogenético estos marcos conceptuales no son producto acumulativo de la experiencia, sino que son creados por la interacción con los objetos.

SUJETO \longleftrightarrow **OBJETO**

Según este paradigma, durante el proceso de construcción de conocimiento no se puede separar al objeto del sujeto, sino que el objeto transforma las estructuras del sujeto, construyendo marcos y esquemas interpretativos. Por lo tanto existe una interacción entre el sujeto y el objeto, al acercarse al objeto el sujeto conoce más al objeto, pero también se aleja más porque el objeto se vuelve más complejo y plantea nuevas problemáticas al sujeto, en conclusión el objeto nunca llega a ser conocido en su totalidad.

Acorde con las ideas anteriores en este trabajo se optó por usar la visión de Piaget como soporte para conocer como se construye el pensamiento matemático a nivel cognoscitivo, para después adentrarse en el proceso de aprendizaje de las matemáticas como un camino que nunca termina.

Un método fenomenológico para una investigación de corte cualitativo

Aquí, el método se fue construyendo durante el trayecto de la investigación, ya que dar respuesta a la pregunta de investigación consistente en: «¿Cómo se aprenden las matemáticas? requirió de otros cuestionamientos más específicos que dieron la pauta para esbozar el camino a seguir dentro de la investigación. Estos fueron:

1. ¿Cómo se da el aprendizaje de las matemáticas dentro del aula?
2. ¿Qué es lo que piensa el profesor sobre el aprendizaje de las matemáticas?
3. ¿Qué es lo que piensan los alumnos sobre el aprendizaje de las matemáticas?
4. ¿Qué factores facilitan el aprendizaje de las matemáticas dentro del aula?
5. ¿Qué factores dificultan el aprendizaje de las matemáticas dentro del aula?

Considerando que el problema se planteó desde una visión abierta y constructivista, se hizo necesario proyectar el método desde el contexto del problema e irlo reconstruyendo durante el proceso de investigación, ya que las mismas preguntas se fueron afinando en un ir y venir entre la información y la reflexión que se realizaba sobre la misma, así como cuando las respuestas se iban encontrando y abrían nuevas interrogantes.

La investigación se puede decir que es de corte descriptivo interpretativo, ya que parte de la descripción de la realidad misma desde un enfoque fenomenológico, dicho en otras palabras, el método utilizado para la obtención de los datos fue lo más apegado al hecho y menos a las percepciones subjetivistas del investigador, para esto se inició ubicando el horizonte del investigador, para clarificar cuales podrían ser mis preconcepciones sobre la práctica docente derivadas de la experiencia personal como alumno de ingeniería que fui, la intención era la de delimitar lo que yo pienso al respecto, dejar de hablar yo, para que se expresará el problema mismo. Debo confesar que realizar esto no es

sencillo, porque como decía mi profesor de investigación en la maestría ,»en todo proceso individual de conocimiento humano sobre algún hecho, el sujeto le adhiere la subjetividad de su formación, sus valores, sus creencias y su manera muy particular de entender el mundo», por esta razón pienso de manera muy personal que es completamente imposible despojarte de todas tus ideas para conocer algún hecho, pero lo que se pretende es identificarlas, hacerte cargo de ellas, percartarte de que manera pueden influir sobre los resultados.

En algunos puntos del trabajo el método será de tipo explicativo porque intentará entender las propuestas de enseñanza aprendizaje de algunos profesores del área de ingeniería, profesores que en algunos casos no están completamente conscientes de que poseen métodos de enseñanza sistematizados, o como se verá, en algunos casos desconocen como sistematizar un proceso de enseñanza aprendizaje que vienen usando desde hace años, por ejemplo: un par de ingenieros me comentaban que su método era «naturalito» esto quiere decir, que ellos piensan que no tienen un sistema para impartir la clase, pero después de la observación nos dimos cuenta de que si poseen un estilo muy definido y sistematizado al respecto.

También se toman propuestas desde la investigación acción ya que se arranca con el diseño de estrategias de enseñanza del profesor que luego implementa en el proceso de enseñanza aprendizaje del grupo y después se evalúan para que sirvan de insumo para poder sustentar una propuesta seria sobre el desarrollo de procesos educativos en temas relevantes para la formación de ingenieros.

La ruta metodológica que se siguió fue:

FASE I.- Delimitar los supuestos del investigador, hacerse consciente de ellos, para clarificar desde las ideas que se arrancó la investigación y tenerlos presentes a lo largo de la investigación. Este pasó se logró dentro de los talleres del postgrado en procesos educativos, por lo que se contó con la ayuda de expertos en el área de la investigación cualitativa interpretativa.

FASE II. Se analizó las curricula de las materias de los profesores antes de entrevistarlos para clarificar como conciben su planeación curricular. Como segundo paso de esta fase se programó la entrevista con los profesores, concertada fuera de los horarios de clase, para conocer de cerca su visión acerca de las materias que imparten, hasta su interés por la formación de los futuros ingenieros.

FASE III. Se realizaron numerosas encuestas de corte cualitativo entre los alumnos de diferentes carreras de ingeniería para saber su sentir sobre la formación matemática que se les estaba impartiendo, así como indagar en su formación pasada, para obtener una visión más amplia sobre su educación matemática formal.

FASE IV. Observación de Grupo: observación de dos tipos: participante en donde como profesor pedí a algunos compañeros que grabaran algunas de mis clases para después analizarlas a detalle, y el otro tipo de observación, la no participante, en donde se les pidió a los profesores de varias materias que nos permitieran hacer observaciones en sobre sus clases, pero sin participar en el proceso de enseñanza aprendizaje; para mejorar los resultados de esta observación se le pidió a los maestros que no revelaran a los alumnos, que iban a ser observados por un investigador. Los aspectos que se consideraron en éstas observaciones fueron:

- a) Desde que inició la clase para ver la negociación que el profesor hace de su plan con el grupo, cuando hace la propuesta y detectar las negociaciones explícitas y no explícitas que se dan durante el curso.
 - b) Para ver como se van viviendo los aprendizajes durante el curso
 - c) Para decantar como se va dando relevancia temática a lo visto en clase
 - d) Para palpar como los alumnos y el grupo se van haciendo de aprendizajes.
 - e) Para notar las evidencias que se puede ir dando de aprendizajes de manera informal
 - f) Encontrar situaciones relevantes del currículo oculto que se vive en clase
- FASE V. Revisar tareas, prácticas y trabajos diversos

Cronograma de la metodología

	Octubre 2005	Noviembre 2005	Entrega de Resultados
FASE I Horizonte del Investigador	22, 29 y 30	5	3 de Diciembre del 2005
	Marzo 2006	Abril 2006	Entrega de Resultados
FASE II Entrevistas con Profesores	10 y 15	7, 14 y 21	20 de Mayo del 2006
	Marzo 2006	Abril 2006	Entrega de Resultados
FASE III Encuestas Con Alumnos	10 y 12	7	20 de Mayo del 2006
	Marzo 2006	Abril 2006	Entrega de Resultados
FASE IV Observación Grupal	12	3, 4 y 7 10, 11 y 14 17, 18 y 21	20 de Mayo del 2006
	Octubre 2006	Noviembre 2006	Entrega de Resultados
FASE V Revisión tareas, prácticas y trabajos diversos	9	13 y 14	2 de Diciembre del 2006

Proyección Metodológica según la acción a seguir

Dimensión	Subdimensión	Acción	Instrumento
Pedagógica	Maestro	Entrevista	Interpretación etnográfica
		Observación directa	Cuaderno de campo
	Alumno	Encuesta Cualitativa	Interpretación etnográfica
		Encuesta Cuantitativa	Estadísticas y graficas
		Observación Directa	Cuaderno de campo
		Revisión de tareas, prácticas y diversos trabajos	Cuaderno de campo

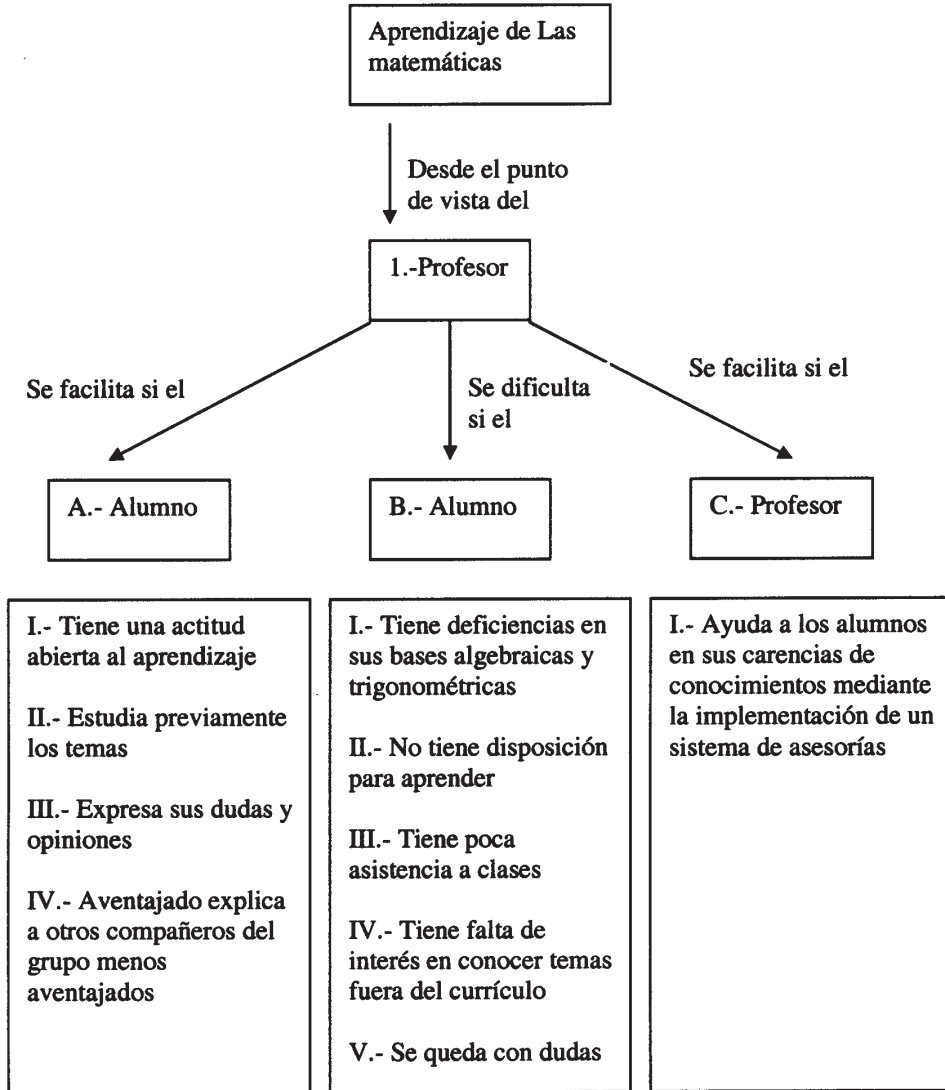
Mapas conceptuales sobre los resultados obtenidos al estudiar el horizonte del objeto de estudio

La información obtenida mediante la metodología que se mencionó anteriormente, fue procesada por medio de métodos cualitativos de interpretación de datos y significados culturales, mostrados a través de varios mapas conceptuales, en donde la información ya viene filtrada sobre lo que es relevante acerca del conocimiento epistemológico del aprendizaje de las matemáticas. Si bien las matemáticas son cuantitativas y su estudio es cuantitativo, en su aprendizaje intervienen diversos aspectos cualitativos que tienen que ser abordados desde un punto de vista holístico, ya que no se pueden tratar en correlaciones por separado, sino como totalidad.

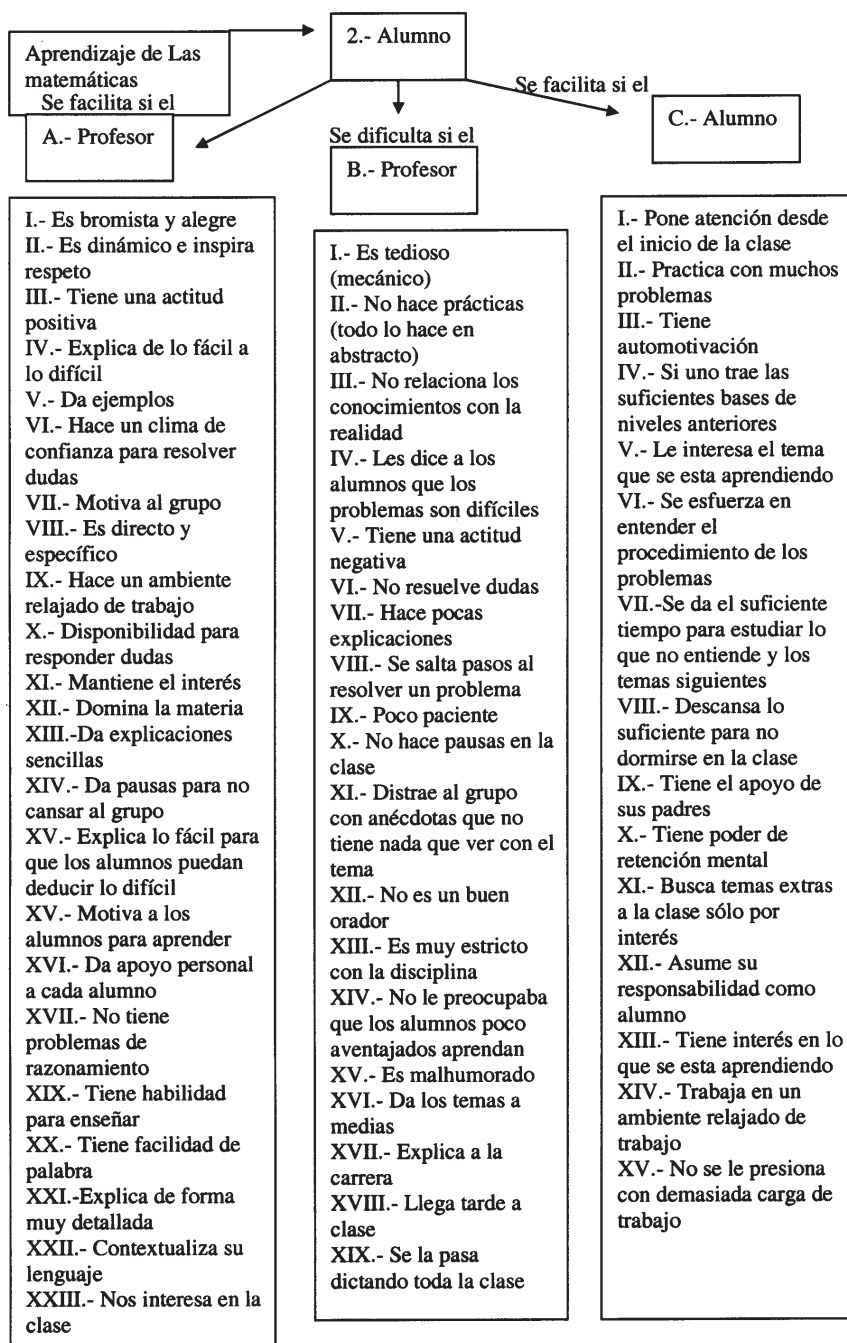
	2006	2007	Entrega de Resultados
FASE VI Procesamiento de datos Cualitativos	Octubre y Noviembre	Marzo y Abril	2 de Diciembre 2006 15 de Junio del 2007
	2006	2007	Entrega de Resultados
FASE VII Interpretación Etnográfica	Noviembre y Diciembre	Mayo y Junio	2 de Diciembre 2006 15 de Junio del 2007
FASE VIII Intervención en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje	Desde Octubre del 2006 a Noviembre del 2007		

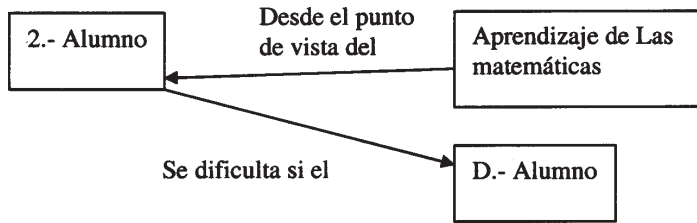
Interpretación de los datos obtenidos en la investigación de campo

Al terminar con la fase de la investigación de campo se tenían tantas respuestas que se optó por filtrarlas en base a un criterio de exclusión basado en la relevancia que tenían para el enfoque paradigmático de la investigación, que en este caso, es constructivista cognoscitivista. Por ejemplo, en uno de los cuestionarios que realizamos a los alumnos de profesional, una de las preguntas donde se intentaba que nos dieran razones por las cuales no les gustaba la materia de matemáticas, un alumno respondió que la clase de matemáticas siempre estaba antes del receso y a él le daba mucha hambre y por eso en no ponía atención en la clase, en otro de los casos, una compañera universitaria nos comentó que se sentaba justo enfrente de las rejillas del aire acondicionado y debido al frío que le provocaba estar en ese lugar, ella era incapaz de poner atención, cuestiones de este tipo son las que se dejamos de lado, por no ser relevantes para la investigación en su conjunto. Los datos se ordenaron en unos diagramas, los cuales tienen pequeños códigos para reconocerlos al momento de estudiarlos individualmente, se hace la aclaración que ni las tablas ni los diagramas están completos debido a la extensión de la investigación y la limitación lógica de un artículo. En los primeros diagramas podemos ver las matemáticas en el aula desde el punto de vista del maestro y se lee de la siguiente manera: «Aprendizaje de las matemáticas, desde el punto de vista del profesor, se facilita si, el alumno, tiene una actitud abierta al aprendizaje», así se puede leer el resto de los diagramas, también cuenta con un numeración según el nivel en el que están, para el ejemplo anterior el código sería 1 (indica el sujeto desde el cual se está tomando la interpretación en este caso el maestro), A (en este caso representa «se dificulta si el Alumno»), I (que es la unidad de análisis), este pequeño señalamiento nos permite leer después la tabla de interpretación etnográfica que presento mas adelante.



Desde el punto de vista del





- I.- Tiene distracciones con los amigos y/o aparatos electrónicos
- II.- Tiene flojera al estudiar
- III.- Siente que la materia no tiene relación con algo concreto
- IV.- No se tiene el suficiente tiempo para estudiar por cuestiones familiares o laborales
- V.- El alumno se predispone pensando que los problemas van a estar muy complicados
- VI.- Tiene problemas de índole familiar
- VII.- Se desespera fácilmente al resolver los problemas
- VIII.- No tiene autoestima
- IX.- Se aburre fácilmente
- X.- Si el alumno tiene vergüenza para preguntar debido al temor de que se burlen de él o por pensar que los demás saben más.
- XI.- Si el alumno es conformista y no tiene el más mínimo interés en aprender
- XII.- Si los demás alumnos no hacen interrupciones si sentido en medio de la clase

Una de las cosas mas interesantes que me encontré cuando estaba haciendo el procesamiento de los datos es que en el diagrama del punto de vista del profesor, si lo notaron, la parte de «Aprendizaje de Las matemáticas, desde el punto de vista del profesor, se dificulta si, el profesor», no existe, es de llamar la atención porque de la entrevistas que tuve con diversos maestros todos coinciden en que el problema del aprendizaje de la matemáticas no tiene nada que ver con el maestro, el problema puede ser del alumno, de la institución, de los padres, de la cultura, del contexto, pero jamás del maestro.

En la siguiente tabla es una tabla de interpretación etnográfica, este es un recurso usado para investigaciones de corte cualitativo que no se basa en la estadística, sino en el entendimiento de significados grupales, como lo menciona Wiersma: «en relación con el alcance de la investigación etnográfica algunos autores lo limitan básicamente a la labor descriptiva (1986: 238). Desde este punto de vista, el propósito fundamental del estudio etnográfico puede ser sólo describir una cultura o algún aspecto de una o más culturas en una organización. No obstante, existe una visión más amplia, compleja y relevante en cuanto al alcance de la metodología etnográfica. Según ésta, la etnografía contempla mucho más que la descripción, incluye también la comprensión e interpretación de fenómenos hasta llegar a teorizaciones sobre los mismos.» (Denis *et. al.*)

Las siguiente dos tablas son dos partes de una misma tabla, en la primera se tiene lo que los etnógrafos llaman interpretación émica o interpretación según los personas involucrados en el proceso de investigación, en la segunda tabla se tienen menos unidades de análisis por la extensión de la interpretación ética, esta interpretación es la que se tomo usando como eje rector otras investigaciones, autores y teorías externas a este trabajo. La columna Fuente se refiere al número de encuesta donde se encontró las unidades de análisis. La tabla de la interpretación ética es más chica que la de la interpretación émica por cuestiones de extensión del archivo.

Desde el punto de vista del alumno el aprendizaje de las matemáticas se facilita si el profesor

Dimensión	Unidades de Análisis		Códigos	Categorías	Interpretación Émica
	Fuente				
Pedagógica	E 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 22, 25	Es Bromista y Alegre	2AI	Actitud del profesor en clase	El aprender matemáticas se me facilita cuando el profesor es bromista
	E 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 22, 27, 29, 30, 33	Es Dinámico e Inspira Respeto	2AII		Me gusta cuando el profesor es dinámico y no es aburrido, cuando inspira respeto y los alumnos no hacen tanto relajó
	E 15, 18, 25, 31, 32	Tiene una Actitud Positiva	2AIII		Los maestros con buena actitud son mas agradables en clase
	E 7, 10, 15, 17, 21, 30, 31	Motiva al Grupo y a Alumno a Aprender	2AIV		Es mejor cuando el profesor motiva al grupo, porque no está bien cuando el profesor te dice que esta difícil

E, 5, 7, 8, 13, 19, 20	Hace un ambiente relajado de trabajo	Sería mejor que el profesor fuera más relajado en las clases para poder aprender mejor
E, 1, 4, 10, 15, 18, 20	Hace un clima de confianza para resolver dudas	Cuando los compañeros se burlan al preguntar no se pueden aclarar dudas y el profesor no hace nada
E, 3, 7, 8, 10, 11, 19	Disponibilidad para responder dudas	Es menos complicado si el profesor responde todas las dudas en vez de echar largas para no responder
E, 20, 27	Apoyo personal a cada alumno	Tiene disponibilidad para ayudar a cualquier alumno
E, 1, 3, 7, 8, 9, 11, 15, 18, 23	Explica de lo fácil a lo difícil	En la prepa había un profesor que explicaba de lo fácil a lo difícil y así se facilitan los problemas
	Metodología del profesor en clase	
	2AVIII	
	2AIX	

E, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 22, 29	Da ejemplos	2AX	Daba muchos ejemplos de los problemas
E, 10, 21, 25	Es directo y específico	2AXI	El profesor da ejemplos en donde la forma de resolver es sin rodeos
E, 7, 12	Da pausas para no cansar al grupo	2AXII	Da pausas para no cansar al grupo
E, 5, 9, 21	Mantiene el interés de la clase	2AXIII	Es ameno, cuenta chistes entre los problemas para que no nos aburramos
E, 4, 15, 21, 23	Explica de forma detallada cada problema	2AXIV	No se salta pasos y si me atoro se regresa
E, 9, 11, 20	Propone problemas de razonamiento	2AXV	Los problemas prácticos son mejores que los teóricos y es mejor si te hacen pensar
E, 5, 11, 14, 18	Tiene Explicaciones Sencillas	2AXVI	No da mucho rollo y es mas directo explicando
E, 7, 12, 22, 25	Daba pausas para no cansar al grupo	2AXVII	

E, 2, 7, 8, 11, 16, 18	Explicando lo fácil los alumnos pueden deducir lo difícil	2AXVIII		Explica de los fácil a lo complicado
E, 1, 9, 18	Domina la materia	2AXIX	Preparación profesional del profesor	Si el Profesor domina la materia y no se traba mucho en clase
E, 3, 10	Tiene Habilidad para enseñar	2AXX		Explica bien los problemas
E, 3, 9, 15, 18	Los temas contextualizados	están 2AXXI		Nos da problemas prácticos

Desde el punto de vista del alumno el aprendizaje de las matemáticas se facilita si el profesor

Dimensión

Unidades de Análisis

Códigos

Categorías

Interpretación Ética

Pedagógica

Es Bromista y Alegre 2AI

Actitud del profesor en clase

Aquí vamos a entender bromista como alguien que no es tedioso para explicar algo, en las investigaciones de Piaget el experimentó con juegos didácticos y descubrió que si explotaba el lado lúdico del aprendizaje las personas entendían mejor sus contenidos.

Es Dinámico e Inspira Respeto 2AII

Este punto entronca con el anterior, porque el aprendizaje no tiene que ser completamente aburrido, se pueden usar diferentes recursos didácticos para la explicación de algún tema.

Tiene una Actitud Positiva 2AIII

En este paradigma el conocimiento se centra en la persona, por lo tanto un profesor que no esté con una actitud positiva, desembocará en el aprendizaje centrado en los contenidos.

Motiva al Grupo y a cada Alumno a Aprender 2AIV

Según Piaget cualquier persona tiene la capacidad de aprender, por lo tanto se debe estimular a todo el grupo, igual a los listos que a los menos aventajados.

Hace un ambiente 2AV
relajado de trabajo

El profesor debe de asumir la tarea fundamental de promover una atmósfera de reciprocidad, de respeto y auto confianza para el alumno, y dar la oportunidad de que el aprendizaje auto estructurante de los educandos pueda ser desplegado sin tantos obstáculos.

Hace un clima de 2AVI
confianza para
resolver dudas

Según este paradigma el profesor procurará respetar los errores, los cuales siempre tienen un poco de la respuesta correcta y no se limitará a decir la respuesta correcta

Disponibilidad para 2AVII
responder dudas

Students' opportunities to reflect

It is valuable for students to keep a journal for reflection on their mathematics learning, and it is valuable for an instructor to read such reflections. Below is a sample request for a journal entry. Students can submit these in a small notebook devoted to the purpose, or they can e-mail them to you. It is often helpful for both the instructor and the student if the previous journal entries are at hand to see whether opinions are changing. Instructors should always make some reply to a journal submission. Such replies should not be "instructional", although they may well offer instruction (for example, in office hours). If there is nothing else you want to say, a simple "Thank you for your thoughts" is usually appreciated. Weekly journals are probably best, but even monthly entries are valuable.

Mathematics Improving	Mathematical	Investigations & Skill	Attitudes	for (IMSA)
--------------------------	--------------	------------------------------	-----------	---------------

of Underprepared College Freshmen

Explica de lo fácil a lo difícil

Metodología del profesor en clase

La actividad científica en general es una exploración de ciertas estructuras de la realidad, entendida ésta en sentido amplio, como realidad física o mental. La actividad matemática se enfrenta con un cierto tipo de estructuras que se prestan a unos modos peculiares de tratamiento, que incluyen:

- a) una simbolización adecuada, que permite presentar eficazmente, desde el punto de vista operativo, las entidades que maneja
- b) una manipulación racional rigurosa, que compele al asenso de aquellos que se adhieren a las convenciones iniciales de partida
- c) un dominio efectivo de la realidad a la que se dirige, primero racional, del modelo mental que se construye, y luego, si se pretende, de la realidad exterior modelada (Miguel de Guzmán)

Intervenciones en el Proceso de enseñanza aprendizaje

El método que se usó para las diferentes intervenciones que se hicieron al proceso de enseñanza aprendizaje se explica a continuación, en total las intervenciones que se han hecho son once, nueve de ellas orientadas a las matemáticas con un enfoque hacia la electrónica y el algebra superior, y las otras dos intervenciones las explicaré en la parte referente a las conclusiones y relativos a otras aplicaciones. Las intervenciones se hicieron sin que los alumnos se enteren del cambio de paradigma al que se les estaba induciendo, en las intervenciones se tenían dos grupos uno de control (se les enseñaba con la metodología usada diariamente para explicar la clase), y otro experimental (en donde se enseñaban los mismos temas, pero con la diferencia que se les enseñó con un nueva metodología basada en los resultados de las diferentes explicaciones etnográficas de los datos antes mencionados en las tablas), en los dos grupos he omitido a las personas que faltaron a dos o más secciones, para que los resultados sean lo más fidedignos posibles, al final del experimento, se les aplicó una evaluación diagnóstica cuantitativa en donde se trata de evaluar la comprensión que han tenido sobre el tema, y también se les hace una prueba cualitativa en donde ellos mismos nos expresen de forma cualitativa como se sintieron durante el proceso de la exposición de temas. Quiero comentar que las bases cognitivas las divido en dos, la primera son las bases necesarias para la comprensión del porqué del tema y no tanto del tema en sí, y las otras bases que se exploran mas adelante tienen que ver con las bases formalmente teóricas.

Intervenciones:

- 1.- Método de Resolución de circuitos RC y RL por números complejos en su forma polar
- 2.- Resolución del cálculo de valores de voltaje y corriente para circuitos de dos mayas con las técnicas de análisis de circuitos mayas y nodos
- 3.- Resolución de sistemas de ecuaciones lineales por medio de los métodos de sustitución, igualación y suma y resta
- 4.- Regulación de sistemas de ecuaciones lineales para las ecuaciones de mayas por el método de Gauss-Jordan en circuitos eléctricos
- 5.- Método de Gauss-Jordan inverso
- 6.- Resolución de determinantes de matrices de tres por tres
- 7.- Resolución de determinantes por cofactores
- 8.- Resolución de sistemas de tres ecuaciones lineales para las ecuaciones de mayas por el método de Kramer

9.- Resolución de sistemas de número de ecuaciones lineales por el método de Kramer

Pasos en el método experimental aplicado a los grupos

1.- Exploración de Bases generales sobre el tema a tratar

Se hace una exploración para saber con que bases cognitivas se tiene para enganchar el nuevo conocimiento, las bases cognitivas que son necesarias tener es la ley de Ohm y las leyes de Kirchoff.

2.- Explicación de Bases generales a través de ayuda Grafica

Al no encontrar bases sólidas: se hace referencia a técnicas graficas para explicar el concepto de las dos leyes, con la finalidad de facilitar el aprendizaje usando objetos y situaciones cotidianas, (las caídas de voltaje en un circuito cerrado)

3.- Manipulación de Objetos Reales

Se le da a los alumnos la posibilidad de que manipulen los materiales, por ejemplo ir al laboratorio para que conozcan el comportamiento de los circuitos en varias situaciones previamente elegidas por el profesor

4.- Inducción del conocimiento a partir de la práctica

Después el profesor debe de crear las condiciones para que los mismos alumnos después de contrastar las diferentes situaciones que se tuvieron en el laboratorio puedan sacar sus propias conclusiones

5.- Deducción de los alumnos sobre “el porque” de la teoría, con la ayuda del conocimiento previamente inducido

Se entra a la teoría pero con la diferencia que los alumnos ya tienen en claro (después de sacar sus conclusiones) a donde va el problema o sabe el porque se hace de esa manera

6.- Exploración sobre las bases sobre la teoría y Explicación de la teoría

Dentro de la teoría se vuelve a ser una evaluación de las bases cognitivas propias de los alumnos, por ejemplo el despeje de ecuaciones, si no son muy sólidas sus bases, reforzarlas con alguna actividad grupal

7.- Ayuda de los alumnos a los alumnos

Terminando de explicar los problemas teóricos, se hacen equipos de trabajo para que las personas más aventajadas ayuden al resto de sus compañeros a comprender mejor los problemas, esto, con la finalidad de formar una dinámica de competencias educativas entre grupos

9.- Evaluación del Proceso

Evaluar el todo el proceso y no sólo por parte del maestro, también el alumno es partícipe de la evaluación del profesor y del curso para poder empezar de nuevo el ciclo

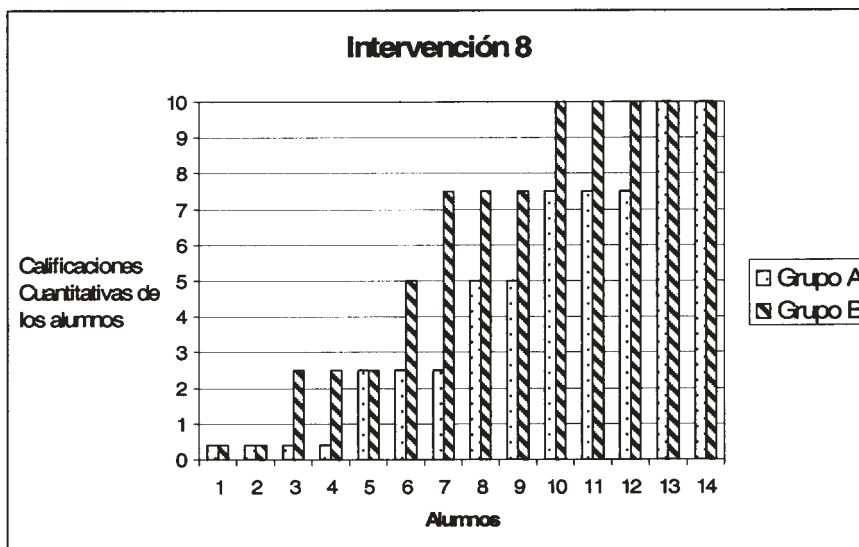
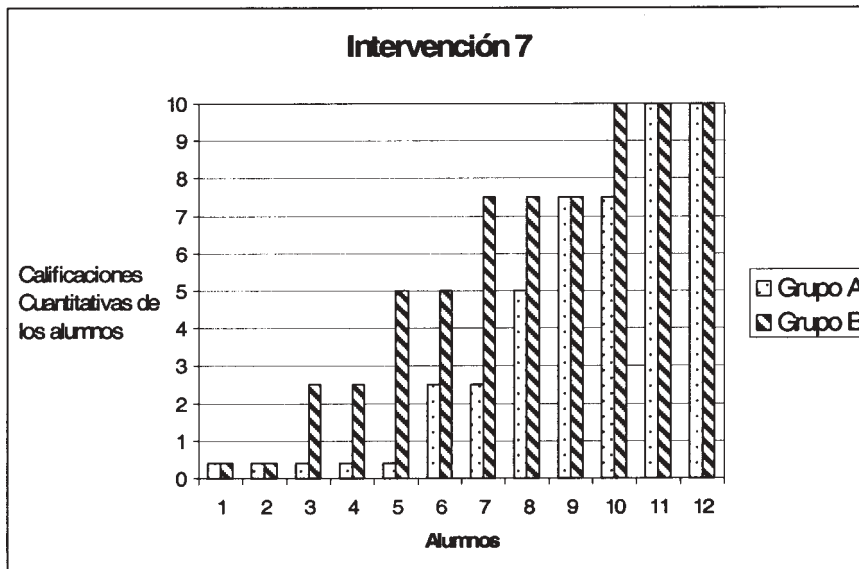
8.- Reflexión de los alumnos sobre el tema tratado

Una vez terminado el proceso generar la reflexión en los alumnos para que ellos mismos se den ideas nuevas sobre alguna aplicación práctica de los conocimientos que se generaron en los puntos anteriores

10.- Reflexión por parte del Maestro para reiniciar el proceso

Es importante que el maestro capte el sentir de los alumnos para cambiar y mejorar el curso para una futura presentación

Gráficas de resultados cualitativos para las intervenciones numero siete y ocho: Por cuestiones de espacio no incluiré las graficas de resultados finales de estas dos intervenciones debido a que son las más recientes, la intervención número nueve todavía no está concluida y es por eso que no se incluyen en esta parte. Las gráficas son acerca de la evaluación final diagnóstica de cada unidad que se vio durante el curso, en este caso sólo son dos, en la parte del eje X están los alumnos que fueron considerados a evaluación, y en el eje Y está la calificación numérica dependiendo de los resultados numéricos que hayan obtenido en las pruebas, el grupo A es el grupo de control y el grupo B es el grupo experimental. Como se puede observar el grupo B es notoriamente superior al Grupo A en cuanto a calificaciones obtenidas. Puede ser que los resultados no sean concluyentes, pero muestran diferencias considerables, además abren la puerta para seguir planeando nuevas unidades y estudiar los cambios que se presenten, que permitan realizar mejoras en los aprendizajes de otros grupos.



Conclusiones de la Investigación

Las conclusiones a las que llega esta investigación son muy variadas, incluso en algunos casos inesperadas, pero de alguna manera resultan satisfactorias, ya que responden a mis preguntas de investigación. Voy a intentar hacer un listado de las conclusiones y trataré de explicar brevemente cada una de ellas, debo decir que cada una de las conclusiones que hago a continuación son producto de un trabajo que se ha venido realizando desde hace poco más de dos años, todo está sustentado en el marco teórico, el marco referencial de otras investigaciones, en el trabajo de campo y en las observaciones que se hicieron de las diferentes intervenciones que se hicieron en el aula:

- Las matemáticas pueden ser aprendidas por todos incluso por los alumnos que los maestros consideran de lento aprendizaje. Este es un punto muy importante para mí porque cuando yo inicie esta investigación me hice la pregunta ¿Cómo se aprenden las matemáticas?, esta pregunta inicial de investigación se formuló para saber porque gran parte de los alumnos no logran asimilar este conocimiento, mi intención es quitarle a las matemáticas la etiqueta de elitista, para que todos tengan acceso a este valioso conocimiento.
- El alumno es capaz de construir su propio aprendizaje mediante actividades orientadas al auto descubrimiento de nuevos conocimientos.
- La creatividad no es una cualidad exclusiva de las ciencias gráficas, los alumnos de matemáticas son capaces de encontrar diferentes soluciones a un mismo problema, incluso soluciones más eficientes que las de los textos o las del profesor.
- Los alumnos pueden generar sus propios axiomas en matemáticas, entender los axiomas matemáticos puede ser de gran ayuda para que los alumnos comprendan la filosofía de hacer matemáticas.
- Como maestro de matemáticas me he dado cuenta que muchas veces subestimo lo que los alumnos son capaces de hacer, los alumnos tienen mucha capacidad que sólo falta ser orientada por el maestro como facilitador del aprendizaje
- El aprendizaje de las matemáticas es un proceso y como tal nunca puede darse por concluido, incluso como profesor llego a aprender junto con los alumnos, esto quiere decir que el proceso de aprendizaje en matemáticas va a estar siempre presente.
- El proceso inductivo del aprendizaje de las matemáticas es una manera eficiente y diferente del tipo de proceso deductivo, el alumno se apropia

mas rápidamente habilidades mentales de pensamiento, y hace mas entendible el conocimiento

- El uso de recursos gráficos en matemáticas (no sólo en geometría) facilita la simulación de nuevos conocimientos, porque estas haciendo referencia a una estructura mental previamente asimilada en la mente del alumno.
- El trabajo en equipo facilita que los alumnos de matemáticas de menor nivel logren escalar a un nivel inmediato superior por la ayuda de sus compañeros más adelantados, de igual forma el crear un ambiente de competencia induce a los alumnos a querer aprender más para no ser derrotados por el equipo contrario, todo tipo de competencia despierta en ellos las ganas de asimilar en poco tiempo más conocimientos que si sólo estuvieran escuchando la clase.
- La utilización de situaciones reales o materiales reales que tengan que ver en el tema de las matemáticas potencializa el sentido de aprender matemáticas en los alumnos, en los casos yo estudio, que son de formación en profesional si logras conectar cualquiera de los temas con el ambiente laboral haces clic en el interés del alumno.
- Las parábolas o cuentos relacionados con el tema de las matemáticas (no de tipo infantil) ayudan a poner al alumno en sintonía con el aprendizaje que estamos tratando que asimile, y una observación que me gustaría hacer es que este tipo de aprendizajes se le quedan más al alumno que muchas explicaciones teóricas que yo les pudiera proporcionar o que están en la bibliografía.
- En términos de evaluación en matemáticas los alumnos no solo deben de ser evaluados en función de aciertos que tiene en un examen, hay que tomar en cuenta aspectos como las habilidades de pensamiento lógico y creativo.
- Son pocos los alumnos que a este nivel de matemáticas están interesados por hacer algún tipo de tarea que como profesor les pudiera encargar y si lo hacen probablemente sean ejercicios copiados de otro compañero, es mas efectivo el trabajo en el aula porque se sienten más comprometidos con su aprendizaje, no estoy diciendo que las tareas sean malas, solo que en este nivel hay que buscar alternativas más efectivas.
- Como maestro de matemáticas no elijo los alumnos que quiero, pero lo que si puedo elegir es la forma de hacer educación, los alumnos de antemano no les interesa la clase, es el profesor el escaparate en el cual los alumnos van a decidir emprender el camino o no se su aprendizaje, no importa

cuantas técnicas didácticas se utilicen, si el maestro no sabe vender su materia, irá directo al fracaso.

- Gran parte del problema en las de matemáticas está en que algunos de los maestros no tiene ninguna idea de lo que es una planeación de clase, preparar la clase es escoger el contenido que va a dar en la semana, pero la verdad es que casi nunca se pregunta el maestro como va a dar a conocer ese contenido. Por tenemos el caso de maestros en matemáticas que no se ven dentro del problema del aprendizaje y piensan que los alumnos son 100% culpables de su fracaso escolar, o tenemos el caso de eruditos en sus campos de trabajo, que poco les preocupa el uso de recursos y que hacen una clase cansada y aburrida a los alumnos.
- Ser buen maestro de matemáticas es un trabajo de 24 horas, la buena planeación de clase desde antes de comenzar el semestre es la piedra angular para llevar de manera adecuada la educación de los alumnos, yo comparo ser buen maestro de matemáticas con correr, un maestro que no tiene mucha condición física puede ir a un curso de didácticas educativa (en este caso comparo el curso con una plática para correr un maratón), el maestro sale muy motivado de la plática y decide correr el maratón de golpe, en el primer kilómetro se queda sin aire se desanima y vuelve a la comodidad de la estática, la buena preparación de una clase se debe de dar con anticipación, es como correr todos los días un poco para que el día que se tenga que dar una clase o un curso hacerlo de manera planeada.
- Las instalaciones, los laboratorios, y en general todo la infraestructura que tiene una institución son muy importantes para que se de una buena clase de matemáticas, pero nada de este es válido si no esta respaldado por una buena práctica docente por parte del profesor.

Como parte de las conclusiones debo decir que una de las cosas que más me ha sorprendido es la aplicación del método inductivo de las matemáticas orientadas a la electrónica en otras aplicaciones como a la enseñanza aprendizaje e un software, para ser más exactos, en la enseñanza del programa *Flash* de Macromedia, en la Universidad Iberoamericana Laguna, como en la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, en esta última se me dio la oportunidad de enseñar a los muchachos dicho software, los resultados fueron mas allá las expectativas planeadas, la respuesta que hubo por parte de los alumnos fue tan positiva que se organizó una feria de tecnologías de la información, espacio para que los alumnos pudieran exponer sus trabajos a los miembros de la comunidad universitaria la cual terminó con muy buena respuesta por parte de la comunidad; en la

Universidad iberoamericana igualmente en los cursos de *flash* los alumnos entregaron trabajos muy sobresalientes. Estas dos últimas intervenciones están documentadas y serán fuente de estudio para un próximo proyecto de investigación que amplíen las conclusiones aquí presentadas. 📖

Bibliografía

- Baldor, A. (1978). *El algebra de Baldor*, México: Latinoamericana.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: teoría y práctica*. España: Visor.
- Moreno A. (1999). *El libro de las Matemáticas*. México: Universidad Iberoamericana.
- De Gortari, E. (1970). *Metodología General y Métodos Especiales*. México: Océano.
- Gutiérrez S. R. (1998). *Introducción a la Lógica*. México: Esfinge.
- Tryphon, A. (2000). *Piaget y Vigostky: la genesis social del pensamiento*. Argentina: Paidós Educador.
- Klingler, C. (1999). *Psicología Cogniiva*. México: McGrawHill.
- Cutler M. (1960). *The trachtenberg Speed System of Basic Mathematics*. USA: New York.
- Berlanga R. (1999). *Las matemáticas perejil de todas las salsas. La ciencia para todos*. México: Trillas.
- Lazo S. (1997). *Fundamentos de Matemáticas Algebra, Trigonometría, Geometría Analítica y Calculo*. México: Ed. Lamusa.
- Miranda A. (1998). *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas: un enfoque evolutivo*. México: Ajibe.
- Fuenlabrada I. (1991). *Juego y aprende matemáticas: actividades para divertirse en el aula*. México: SEP.
- López Y. A. (1988). *Problema de las matemáticas*. México: UNAM Parruá.
- Viero A. M. (2002). *Matemáticas y medio: ideas para favorecer el desarrollo cognitivo infantil*. España: Diada.
- Nunez T. (1998). *Las Matemáticas y su aplicación la perspectiva del niño*. México: Siglo XXI.
- García J. N. (1995) *Manual de dificultades de aprendizaje: lenguaje, lectoescritura y matemáticas*. España: Marcea.
- Parra C. (1994). *Didáctica de las Matemáticas aportes y reflexiones*. México: Ed. Ecuador.
- Morris K. (1984). *El fracaso de la matemática moderna porque Juanito no sabe sumar*. México: Siglo XXI.
- Primer Encuentro Interdisciplinario de Investigación UIA Laguna. (1994). *Reporte: Investigación del Aprendizaje de las Matemáticas mediante Micro mundos Computacionales*. México: Universidad Iberoamericana Laguna.
- Ortiz M. (2004). *Aprendizaje y Didáctica de las matemáticas en perspectiva de la epistemología genética*. Base de datos del Centro de Investigación y Estudios sobre el Aprendizaje Escolar http://www.aprendes.org.co/article.php3?id_article=32
- Thomas J. M. (1995). Kant and Mathematical Knowledge. Base de datos de Integral Science. http://www.integralscience.org/sacredscience/SS_kant.html
- Selden J. (2007). Of what does mathematical knowledge consist?. Base de datos de la Mathematical Association of America http://www.maa.org/t_and_l/sampler/rs_1.html
- University of Michigan (2006) Learning Mathematics for Teaching (LMC) Project. De la Base de datos de la Universidad de Michigan <http://sitemaker.umich.edu/lmt/home>
- Collins, Brown, and Newman (1989). *Learning and Mathematics: Cognitive Apprenticeship*. Base de datos del Math Forum. <http://mathforum.org/~sarah/Discussion.Sessions/Collins.html>