

INTRODUCCIÓN

“Profesor no entiendo”, “Eso es Elemental”. Estas son dos expresiones muy habituales en un salón de clases; la primera por parte de algún estudiante, tal vez preocupado por no comprender el tema de matemática que se está desarrollando, y la segunda por parte de algún docente del área, quien asume que el estudiante debe poseer ciertos conocimientos básicos.

La cotidianidad en el desarrollo de las clases hace, en algunos casos, que se entre en un estado de letargo que no da lugar a la reflexión sobre la práctica pedagógica y mucho menos a entender la problemática que enfrenta el estudiante en su afán de comprender la asignatura.

En la Corporación Universitaria de la Costa (C.U.C) esta situación se presenta comúnmente en Cálculo Diferencial ya que el estudiante que se matricula en primer semestre de ingeniería presenta muy bajo nivel en las matemáticas previas. La preocupación por la baja calidad del sistema educativo en lo referente al área de Matemáticas es materia de reflexión no solo en la C.U.C sino para muchos docentes en la costa Atlántica; es por ello que este trabajo de investigación trata de contribuir a un mejor desenvolvimiento con las Matemáticas y demostrar en nuestro quehacer diario la importancia de desarrollar las competencias que el estudiante necesita para la comprensión del área.

Este es un problema general que se presenta tanto a nivel local como internacional, así vemos que, por ejemplo, en el Instituto Politécnico Nacional, centro de estudios tecnológicos (COFAA) de México se encontró que en el nivel superior los alumnos presentan serias dificultades en el aprendizaje de las matemáticas; éstas por lo general se agudizan en los temas de Álgebra, Geometría Analítica y en el Cálculo Diferencial e Integral. Con los nuevos

programas de enseñanza los alumnos tienen que razonar el conocimiento, dedicarse a la parte operativa y a la agilidad mental, la cual el maestro de básica secundaria, el de media y por ende el de nivel superior la da por hecho en el salón de clases, surgen entonces las preguntas que tanto nos hemos hecho todos los docentes de Cálculo Diferencial: ¿Qué tanta importancia se le dio a los conocimientos básicos de la Aritmética o del Álgebra?, ¿Qué papel jugarán en los cursos posteriores?, Si un alumno presenta deficiencias, ¿cual será su actitud y expectativa en los cursos de matemáticas?.

Por tanto, una verdad contundente ante una situación cotidiana dentro de la enseñanza de las Matemáticas a nivel superior son muchos de los problemas; indecisiones, titubeos y obstáculos que sufre un estudiante que pasa por la experiencia de estudiar Cálculo Diferencial, el cual requiere de suficientes bases para manejar esta asignatura no tanto con pericia y profundidad, si no de manera holgada y significativa.¹

La enseñanza y el aprendizaje del cálculo siempre han generado grandes dolores de cabeza en las matemáticas escolares. Algunos colegios profundizan en este tema dentro de su currículo, mientras que otros lo hacen en menor instancia. Sin embargo, no es arriesgado afirmar que el tema genera grandes dificultades para estudiantes (que no entienden y no son capaces de resolver los problemas que les propone el profesor) y para los profesores (que se enfrentan al problema anterior). Es traumante para la gran mayoría de quienes estudian esta asignatura enfrentarse a operaciones simbólicas abstractas fuera de su contexto real y simplista, situación que se agrava cuando el alumno llega a esos conceptos con una base aritmética y algebraica deficiente.

¹ , DOMÍNGUEZ VILLADA. Olga, SALAZAR GUERRERO. Ludwig, VEGA HERNÁNDEZ. Francisco. El Uso De La Computadora En La Enseñanza De La Aritmética. Instituto Politécnico Nacional, Centro de estudios Tecnológicos. Cofaa

Teniendo en cuenta la expresión mencionada anteriormente del estudiante que no entiende, se ha analizado que esta situación puede ser consecuencia de muchos factores ya sea de parte del estudiante, del profesor o de cualquier otro factor que sea determinante a la hora de impartir y recibir un conocimiento. Un ejemplo digno de mencionar es el problema de actitud y de cognición. La actitud es un factor importante y de carácter negativo frente al aprendizaje de las ciencias matemáticas en específico el Cálculo Diferencial; el alumno muestra una baja disposición de ánimo y en algunos casos sus expresiones no verbales muestran tales indicios. En cuanto al factor cognitivo, éste se refiere a las acciones mentales que el estudiante hace justo en el momento de asimilar los axiomas, teoremas, definiciones etc. con su conocimiento previo, y es precisamente este factor, el que presenta falencias, porque sostiene una concepción de contenidos fraccionados y por ende no hay congruencia con el nuevo concepto. No es de extrañarse que la mayoría de estudiantes de la C.U.C presenten condiciones similares en el primer semestre de ingenierías si lo relacionamos con el grueso de resultados aceptables que arrojan las pruebas de estado practicadas en el área de matemáticas en los últimos tres años en Barranquilla (llámese pruebas Icfes o pruebas saber). A pesar de ser esperanzadoras los resultados en esta área en los últimos años², aún los resultados en la universidad, particularmente en la C.U.C, la ponderación regional nos demuestra que los estudiantes admitidos y a su vez el subconjunto de estudiantes vistos con las falencias descritas no traen por lo menos los estándares mínimos de calidad en matemáticas propuestos por el Ministerio de Educación Nacional.

El desarrollo del programa de Cálculo Diferencial de la C.U.C, exige que los estudiantes que ingresen al primer semestre posean algunos conceptos básicos. La falta de fundamentación en éstos dificulta el desarrollo de los contenidos propios de este programa. Esto genera en el transcurso del semestre cierta apatía en la asignatura y todas las dificultades que por años hemos conocido como el

² <http://www.abcnoticiasbarranquilla.com/node/5430>

bajo rendimiento y en última instancia el retirar la materia o desertar, lo cual plantea un gran obstáculo en la formación del ciclo profesional y en los objetivos y misión que la C.U.C presenta en su plan académico, los cuales hablan de formar un ciudadano integral bajo el principio de la libertad de pensamiento y pluralismo ideológico, con un alto sentido de responsabilidad en la búsqueda permanente de la excelencia académica e investigativa, utilizando para lograrlo el desarrollo de la ciencia, la técnica, la tecnología y la cultura.

Las dificultades presentadas en la falta de fundamentación en los conceptos básicos de Matemáticas de los estudiantes que ingresan a los programas de ingeniería, particularmente a Cálculo Diferencial, podrían ser analizadas desde tres puntos de vistas es decir para cada actor de la realidad problemática: estudiante, maestro, e institución, sin establecer jerarquías entre estos.

Del primero se ha notado que existen algunos estudiantes que desconocen la magnitud y el grado de compromiso y responsabilidad frente a la carrera de ingeniería y algunos de estos ingresan a los diferentes programas de ingeniería buscando el título de ingeniero, solo por el estatus que esta profesión les da, más que por vocación, esto por resaltar su motivación y orientación profesional previo a lo que va a hacer su carrera. Ahora, una vez ya inmersos en las actividades académicas se ha notado que los hábitos de estudios y el método que practican no es el más adecuado; por lo que hay baja comprensión lectora, y el tiempo invertido en dicha lectura y, propiamente el estudio del cálculo diferencial, no es de una magnitud considerable, si se estipula que por cada hora cátedra que un estudiante reciba, éste debe por lo menos dedicarle dos horas de estudio complementario.

En cuanto a la institución: Corporación Universitaria de la Costa, devela que hay dos situaciones que se consideran favorable y desfavorables para con la realidad problemática. Un factor favorable se da por la buena intención de la universidad a través de su departamento de Bienestar universitario donde se ofrece las

monitorias en Matemáticas a cargo de estudiantes buenos, académicamente hablando y de dos profesores del área de matemáticas quienes trabajan en horarios flexible: mañana y tarde con baja y alta intensidad horaria respectivamente, a si como también hay una asistencia de orientación profesional y Psicológica. Toda esta ayuda académica y humana con el fin de coadyuvar al aprendizaje del estudiante y hacerle seguimiento evolutivo y evitando la deserción universitaria. Es un factor desfavorable las políticas de admisión ya que no hay una selección adecuada de los estudiantes que ingresan a primer semestre y así poder analizar y determinar en que nivel académico se encuentran al momento del ingreso.

Por otro lado, la flexibilidad en el sistema de evaluación marca otro parámetro trascendental en el cual los docentes necesariamente están obligados a seguir ciertos derroteros, pues, son emanados del Ministerio de Educación Nacional. Sin embargo, la carencia de estrategias que motiven a los jóvenes hacia el aprendizaje de las matemáticas debido a las rutinarias explicaciones, las pocas evaluaciones de tipo propositivo, competencia que conlleve al joven a pensar, analizar y proponer situaciones y métodos, la falta de información y poca actualización pedagógica que poseen algunos docentes, al igual que la poca planeación y preparación para orientar adecuadamente los procesos en las clases y por ende orientar adecuadamente los procesos de enseñanza, son situaciones que ponen de manifiesto la forma como el docente incide, de alguna manera, en el proceso de la dificultad planteada en este trabajo.

Desde el Ministerio de Educación Nacional se afirma que una educación es de calidad en la medida en que los estudiantes logren los objetivos propuestos, o alcancen lo que se espera de ellos. Sin embargo una evaluación mal planteada implicaría por su parte malos resultados y por ende apatía y deserción en el área de las matemáticas.

Es por esta razón que los docentes deben planificar las evaluaciones, teniendo en cuenta lo que se espera de estas.

Hablamos de apatía hacia las matemáticas por parte de los estudiantes, sin embargo no hablamos de apatía por parte de los docentes hacia su deber pedagógico. Es factible que los docentes no hagan amena la clase y la hagan parecer monótona o aburrida y rutinaria, trasladándole esto hacia los estudiantes.

Con base en los pormenores de la descripción previa que gira en torno a las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes en el Cálculo diferencial, se plantea el siguiente interrogante:

¿Cómo posibilitar el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de primer semestre que presentan bajo rendimiento académico en la asignatura de Cálculo diferencial?

Como objetivo general se busca diseñar estrategias metodológicas que desarrollen competencias matemáticas y conlleven a disminuir la mortalidad académica en estudiantes de Cálculo diferencial de la facultad de ingeniería en la Corporación Universitaria de la Costa, C.U.C y como objetivos específicos se tienen:

- Identificar las competencias matemáticas que posee el estudiante de Cálculo Diferencial de la C.U.C.
- Plantear estrategias pedagógicas adecuadas para la enseñanza del Cálculo Diferencial en estudiantes de primer semestre de la facultad de ingeniería en la Corporación Universitaria de la Costa, C.U.C.

- Generar nuevos ambientes de aprendizaje del Cálculo Diferencial utilizando nuevas herramientas pedagógicas y tecnológicas.

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en el presente trabajo y analizando los factores que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje del cálculo diferencial en la corporación universitaria de la costa, CUC, se plantea la siguiente justificación:

Múltiples reflexiones e investigaciones en torno a la enseñanza de las matemáticas apoyadas en disciplinas como la Filosofía, la Lógica, la Informática, la Lingüística, la Psicología, la Antropología y la Historia entre otras, se han desarrollado con el fin de intentar acercamiento a diferentes problemáticas que han surgido en la matemática escolar. Por ejemplo la evaluación del estado de desarrollo de las competencias básicas de las Matemáticas. Dentro de los fines de la educación en la actualidad, a diferencia de las perspectivas aceptadas décadas atrás, se considera que la formación matemática no puede restringirse a la memorización de definiciones y a la ejecución de procedimientos o dominio de destrezas de cálculo, sino que ella debe aportar elementos para que el estudiante construya colectivamente interpretaciones, representaciones y explicaciones de su mundo natural y social.

En la matemática escolar, se asume que el conocimiento matemático se construye en un contexto socio-cultural, donde el sujeto pone en juego sus saberes válidos en el campo del conocimiento mismo como parte de los saberes socialmente construidos en el ámbito escolar.

Basados en lo anteriormente expuesto y a la gran cantidad de reglas, axiomas, gráficas estadísticas, etc., de las matemáticas, estas han generado desgano en algunos estudiantes o aversión en otros, produciendo una brecha entre los jóvenes y ella hasta tal punto de evitarla y retirarla en determinadas ocasiones (en la universidad), se ha escogido como parte principal de nuestro trabajo de

investigación la búsqueda de estrategias para el desarrollo del pensamiento matemático y las competencias necesarias para ello.

Para contribuir a un verdadero éxito escolar en el desarrollo de competencias y del pensamiento matemático, se requiere afianzar en el estudiante la capacidad de análisis y de reflexión de situaciones del entorno, que le conduzcan a la formulación y planteamiento de situaciones para resolverlas. Mediante este trabajo de investigación se busca la interacción con el entorno para que descubra la realidad que lo rodea, reflexione y proponga alternativas de transformación y contribuir a la resignificación de la imagen que tiene la matemática haciéndola amena e interesante para los futuros profesionales.

Examinar el acto pedagógico en la asignatura de Cálculo Diferencial con metodología y estrategias que propongan mucho más el pensamiento reflexivo y crítico de los estudiantes de ingeniería, generará un ambiente de aprendizaje muy significativo y complaciente del ejercicio de la enseñanza del docente.

Estos procesos enseñanza-aprendizaje se necesitan proponerlos y evaluarlos en un mediano plazo en el plan académico del semestre a cursarse en las ingenierías con miras a identificar factores determinados en la situación problémica inicial, pero con el fin de examinar los procesos evolutivos. Este proyecto implicará un trabajo continuo y permanente de los autores de la investigación, “alumnos y maestros”, quienes se conjugan en el acto pedagógico; el primero como el objeto de la investigación y el segundo como el facilitador de las herramientas más relevantes para el aprendizaje de los estudiantes.

El maestro y el estudiante no están solos en la institución en esta problemática, pues hay muchos otros elementos alrededor que juegan un papel de gran importancia en el desarrollo de los procesos de aprendizaje, por lo tanto no deben ser ajenos a cualquier medida transformadora que se adopte o se pretenda adoptar en ciertos grupos de investigación pedagógica. Por tanto sería

conveniente que las directivas de la CUC tuviesen en cuenta las estrategias que posibiliten las competencias matemáticas para mejorar el nivel académico de los estudiantes de primer semestre de ingeniería en la asignatura de Cálculo Diferencial.

1. ANÁLISIS DE FUNDAMENTOS O ESTADO DEL ARTE

1.1. MARCO DE REFERENCIA

1.1.1 ANTECEDENTES

La situación que presentan los alumnos que ingresan a la universidad referente a las Matemáticas, particularmente el Cálculo Diferencial, es una problemática casi generalizada debido a causas muy variadas y entre las cuales se acentúa una escasa retención de los conocimientos adquiridos y un débil desarrollo de las habilidades matemáticas necesarias no sólo en su desempeño académico, si no profesional; lo que habla de un bajo grado de reflexión, de independencia y de generalización, como puede corroborarse a través de varios trabajos realizados al respecto.

Se ha prestado entonces, por parte de un grueso número de pedagogos, sociólogos y por supuesto de matemáticos una considerable atención a esta situación, siendo relevante, además de lo expuesto anteriormente, las competencias matemáticas, la aptitud y desarrollo del pensamiento matemático, como también la búsqueda de estrategias para mejorar o favorecer un desenvolvimiento adecuado de los estudiantes en esta área de difícil trajinar.

Las investigaciones al respecto han generado múltiples investigaciones, foros y congresos en las últimas décadas que han incidido en propuestas curriculares a nivel internacional, nacional y local.

A nivel internacional, en trabajos de investigación, (Taylor-1986) en una serie de aulas de 7 grado niños de 12-13 años aplicaron el método **IDEAL de Bransford y**

Stein (1986) para la resolución de problemas aritméticos, su objetivo era valorar distintas competencias en el proceso de resolución de problemas.

En España el grupo de investigadores, Ma Victoria Armendáriz, Carmen Azcárate y Jordi Deulofeu, en sus investigaciones contribuyeron a describir las características de los planteamientos didácticos de la educación matemática en los últimos 30 años, así como los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de conceptos matemáticos, con breves referencias al estudio del comportamiento matemático y del aprendizaje de las Matemáticas desde una perspectiva social.³

Por otro parte, Yolanda Proenza y Luis Leyva en su artículo “Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y las competencias matemáticas”, analizaron, a través de pruebas que buscaban determinar el rendimiento académico de estudiantes, tomando como referente las competencias matemáticas. Estas pruebas realizadas en el ciclo básico de instituciones académicas de la Habana Cuba son indicadores de muchos de las deficiencias académicas presentes en los estudiantes en los primeros años del nivel superior.⁴

En México, se realizó un estudio acerca de la problemática del Cálculo Diferencial liderado por Leopoldo Zúñiga, quien a través de su proyecto: “El Cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo”, manifiesta que existe problemas para que el estudiante tenga éxito en el estudio y su posterior aplicación del Cálculo debido al poco o nulo desarrollo de las habilidades algebraicas y porque se desatiende el discernimiento intelectual para la comprensión de ideas, nociones y conceptos⁵.

³ ARMENDARIS. Maria, AZCARATE. Carmen, DEULOFEU. Jordi. Infancia y Aprendizaje. Didácticas de las matemáticas y psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. Pág.: 62-63. Madrid 1993.

⁴ PROENZA. Yolanda, LEYVA. Luis. Revista Iberoamericana de educación. Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y las competencias matemáticas. Instituto Superior Pedagógico José de la luz y caballero. Cuba. 2006.

⁵ <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/335/33500107.pdf>

Alan H Schoenfeld⁶ haciendo un recuento de los diferentes movimientos en pro de la mejora de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, para superar las diferentes crisis en la educación desde 1957 hasta la década de los 80, señala las dificultades de los estudiantes de varios países para dominar las matemáticas abstractas de los nuevos planes de estudio y en muchos casos ni siquiera poseer dominio de las operaciones básicas y algoritmos más frecuentes que arrojaran un éxito limitado y carente de sentido, los estudiantes no entendían que operación debían aplicar a los diferentes tipos de problemas.

Dicho de otra manera no les habían enseñado a pensar.

En Colombia, a la actitud de rechazo hacia el estudio de las matemáticas, se agrega el factor de alta mortalidad que se presenta en dicha área, especialmente en los colegios de básica secundaria y en las universidades. Por esta razón se realizaron investigaciones, congresos y foros tendientes a mejorar el nivel académico y por ende la competencia matemática. Es así, que se realiza el primer encuentro nacional sobre pedagogía de las matemáticas con sede en Santa Fe de Bogotá, en Agosto de 1991 en donde se presentaron propuestas para la renovación curricular de la pedagogía matemática.

A nivel universitario se han adelantado proyectos de investigación promovidos por las universidades Javeriana y Externado de Colombia con temas como “Construcción de la estructura aditiva numérica y un marco para la comprensión de la enseñanza del sistema decimal de numeración” e “Hipótesis y avances de investigación sobre los procesos de conceptualización en los tres primeros grados de básica primaria”, respectivamente. De igual manera la Asociación Distrital de Educadores presentó una propuesta de desarrollo curricular para el grado séptimo titulada “Construcción de sistemas numéricos y de medición”.

⁶ SCHOENFELD. Alan H. Ideas y tendencias en la resolución de problemas en MCE.

Entre 1990 y 1991 se planteó un proyecto en el grado sexto de seis colegios oficiales de Bogotá con base en el tema “Desarrollo del pensamiento lógico y de la expresión oral y escrita a partir de la matemática. Como resultado de la aplicación se logró que los estudiantes formularan actividades para el proceso matemático como elaboración y utilización de materiales, planteamiento de hipótesis y formulación de propuestas de solución.

También, se han realizado foros a acerca de competencias matemáticas, específicamente en Bogotá D.C. En el año 2006 se llevó a cabo una reflexión sobre las competencias matemáticas desde la educación superior, desde el preescolar, la básica y la media, a través de foros nacionales que contaron con la participación de expertos del país y del exterior. De estos eventos se sacaron varias conclusiones: las matemáticas proveen importantes elementos de análisis en las distintas áreas del conocimiento; se ha avanzado en investigación, pero es importante que estos esfuerzos se concentren en cómo enseñar las matemáticas; se requiere mayor claridad en la definición y evaluación de competencias matemáticas.⁷

Por otra parte se han encontrado estudios de la deserción estudiantil en la educación superior en Colombia, a cargo de investigadores de la universidad de la Amazonia e ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior), y a esta causa le atribuyen unos factores individuales asociados a: rendimiento académico, adaptación y estrés, representación social e imaginarios sobre la universidad, que en buena parte reafirma de manera general el rigén de las dificultades que poseen muchos jóvenes universitarios del país.⁸

A nivel local las estudiantes de la Universidad del Atlántico Gladis Orozco Cabarcas y Silvia Arrieta en el año 1999 realizaron una investigación encaminada a validar estrategias metodológicas y actitudinales en los estudiantes de la

⁷ Magisterio (MEN). Revista Al tablero No 39 enero-marzo 2007. Colombia

⁸ Convenio Unal-Icfes 107/2002. “Estudio de la deserción estudiantil en la educación superior en Colombia. www.uniamazonia.edu.co/portal/upload/Image/documentos/indicadores.pdf.

institución N-32 del municipio de Soledad. Los resultados obtenidos ayudaron a potenciar el pensamiento de los estudiantes en la resolución de problemas aritméticos aplicando la estrategia directa general de G. Polya, no sólo se logran cambios cognitivos y metodológicos sino habilidades y destrezas en el desarrollo de los mismos.

Finalmente, en la Corporación Universitaria de la Costa (C.U.C) de Barranquilla, se realizó una investigación titulada “Evaluación y Desarrollo de Competencias fundamentales en la asignatura Cálculo Diferencial del ciclo Básico de la facultad de ingenierías de la C.U.C” a cargo de Ebaldo Albes Pérez Villarreal y María Inés Polo Ospino en el año de 2002.

1.2 REFERENTE LEGAL

El problema estudiado está fundamentado en los lineamientos establecidos por el Estado colombiano expresados en:

La Ley 30 de 1992 que señala como objetivo de la educación superior y de sus instituciones, prestar a la comunidad un servicio con calidad referida a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución. Así mismo, la educación superior es un servicio público cultural con una función social que le es inherente y, que como tal, de acuerdo con el artículo 67 de la Constitución Política y el artículo 3º de la Ley 30 de 1992, le corresponde al Estado velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines mediante el ejercicio de la inspección y vigilancia.⁹

La resolución 2773 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional establece los aspectos curriculares para el ofrecimiento y desarrollo de programas de formación

⁹ “Decreto 2216 de Agosto 6 de 2003”

profesional de pregrado aplicables en el área de ingeniería. De acuerdo con este decreto, para la formación integral del estudiante de ingeniería, el plan de estudios básico debe comprender el ciclo de Ciencias Básicas, sobre el cual radica la formación básica científica del ingeniero; suministra las herramientas conceptuales que explican los fenómenos que rodean el entorno, y allí está inmerso el Cálculo Diferencial.

El decreto 0230 de 2002 en el que se propende por el mejoramiento de la calidad de la educación en Colombia. Dicho artículo tiene su sustento legal en la Ley 115 de 1994 en su artículo 4 (Ley General de Educación) que dice: “Es obligación del Estado, la Sociedad y la Familia velar por la calidad de la Educación y promover el acceso al servicio público educativo”. Además, busca crear un concepto real y verificable de calidad educativa. También abre la posibilidad que los fines de la educación sean alcanzados teniendo en cuenta la integral del desempeño.

La ley 1188 de 25 de abril de 2008 en su artículo 5° dice que todas las instituciones de Educación Superior podrán ofrecer programas académicos por ciclos propedéuticos hasta el nivel profesional, en todos los campos y áreas del conocimiento dando cumplimiento a las condiciones de calidad previstas en la presente ley y ajustando las mismas a los diferentes niveles, modalidades y metodologías educativas.

De igual manera este proyecto está acorde con los lineamientos legales, objetivos y misión de La Corporación Universitaria de la Costa, la cual busca formar un ciudadano integral bajo el principio de la libertad de pensamiento y pluralismo ideológico, con un alto sentido de responsabilidad en la búsqueda permanente de la excelencia académica e investigativa, utilizando para lograrlo el desarrollo de la ciencia, la técnica, la tecnología y la cultura.¹⁰

¹⁰ <http://www.cuc.edu.co/modules.php?name=CUCcorporacion&file=mision>

1.3 REFERENTE TEÓRICO

A continuación resaltaremos los constructos teóricos en que se basa la problemática planteada, analizando a su vez su incidencia en el desarrollo humano y en el aprendizaje significativo.

1.3.1 Aprendizaje significativo

En la actualidad se busca que los niños y jóvenes no sólo aprendan una cantidad de conocimientos matemáticos tradicionales como las cuatro reglas aritméticas, las unidades de medida y unas nociones geométricas en la básica; funciones, factorización, trigonometría, derivadas y otros temas en el resto de bachillerato, sino que se pretende fundamentalmente que puedan resolver situaciones que conduzcan al uso adecuado de esos conocimientos y habilidades matemáticas para desenvolverse en la vida cotidiana y profesional.

Esta realidad social y pedagógica de la matemática escolar y universitaria conduce a que se piense en buscar factores o aspectos relevantes que hagan del trabajo del aula y fuera de ella una cotidianidad, un aprender de verdad y por qué no, un placer académico. Un factor muy común y determinante que se da a través del ejercicio de la docencia es la homogenización, docentes de hoy en día aún pretenden orientar de la misma manera a todas las personas sin tener en cuenta ciertos grados de dificultad o aprendizaje que no conducen a un aprendizaje significativo, ya que todos los alumnos no son iguales, ni aprenden de la misma manera, ni tienen las mismas capacidades.

Si se busca calidad educativa, se debe pensar no sólo en utilizar nuevos y variados recursos tecnológicos e informáticos, sino la consecución de climas adecuados para una buena actitud matemática y por ende un aprendizaje significativo.

Un referente interesante acerca del Aprendizaje Significativo se observó en la revista Contexto educativo en la cual se escribió que en la década de los 70's las propuestas de Bruner sobre el "Aprendizaje por Descubrimiento" cobraban adeptos en forma acelerada. Las experiencias se orientaban a que los niños en las escuelas construyeran su conocimiento a través del descubrimiento de contenidos. Se privilegió, entonces, el activismo y los experimentos dentro del aula. Ante la llegada de lo nuevo, se criticó severamente el modelo expositivo tradicional; es así que David Ausubel reconoció las bondades del aprendizaje por descubrimiento, pero se opuso a su aplicación irreflexiva. Ausubel consideraba también, que no debía presentarse como opuesto al aprendizaje que resulta de una exposición (aprendizaje por recepción), pues éste puede ser igualmente eficaz (en calidad) que aquél, si se dan ciertas características. Además, puede ser notablemente más eficiente, pues se invierte mucho menos tiempo, mientras que en el aprendizaje por descubrimiento necesitaba considerablemente más tiempo para la realización de actividades.

Así, el aprendizaje escolar puede darse por recepción o por descubrimiento, como estrategia de enseñanza, y puede lograr en el alumno aprendizajes de calidad (llamados por Ausubel *significativos*) o aprendizajes de baja calidad (*memorísticos o repetitivos*). Se considera que el aprendizaje por recepción no implica, como mucho se critica, una actitud pasiva del alumno; ni tampoco las actividades diseñadas para guiar el aprendizaje por descubrimiento garantizan la actividad cognoscitiva del alumno.

Ausubel presentó como características importantes del Aprendizaje Significativo las siguientes:

- Los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno.

- Esto se logra gracias a un esfuerzo deliberado del alumno por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos.
- Todo lo anterior es producto de una implicación afectiva del alumno, es decir, el alumno *quiere* aprender aquello que se le presenta porque lo considera valioso.

De acuerdo a la anterior caracterización (y esto es discutible), el aprendizaje significativo se puede dar cuando el alumno "se divierte" aprendiendo, cuando los contenidos se ofrecen según sus intereses y por ende quiere aprender, pero sobre todo con cierta suficiencia puede aplicar lo aprendido.

Ausubel afirmaba con más seguridad que el aprendizaje significativo presentaba ventajas en comparación con otros tipos de aprendizaje, sobre todo el aprendizaje memorístico y mencionaba, entre otros:

- Produce una retención más duradera de la información. Modificando la estructura cognitiva del alumno mediante reacomodos de la misma para integrar a la nueva información.
- Facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los ya aprendidos en forma significativa, ya que al estar claramente presentes en la estructura cognitiva se facilita su relación con los nuevos contenidos.
- La nueva información, al relacionarse con la anterior, es depositada en la llamada memoria a largo plazo, en la que se conserva más allá del olvido de detalles secundarios concretos.
- Es activo, pues depende de la asimilación deliberada de las actividades de aprendizaje por parte del alumno.
- Es personal, pues la significación de los aprendizajes depende de los recursos cognitivos del alumno (conocimientos previos y la forma como éstos se organizan en la estructura cognitiva).

De acuerdo a la teoría de Ausubel, para que se puedan lograr aprendizajes significativos es necesario se cumplan tres condiciones:

- **Significatividad lógica del material.** Esto es, que el material presentado tenga una estructura interna organizada, que sea susceptible de dar lugar a la construcción de significados. (Coll,). Los conceptos que el profesor presenta, siguen una secuencia lógica y ordenada. Es decir, importa no sólo el contenido, sino la forma en que éste es presentado.

- **Significatividad psicológica del material.** Esto se refiere a la posibilidad de que el alumno *conecte* el conocimiento presentado con los conocimientos previos, ya incluidos en su estructura cognitiva. Los contenidos entonces son *comprensibles* para el alumno. El alumno debe contener ideas *inclusoras* en su estructura cognitiva, si esto no es así, el alumno *guardará* en memoria a corto plazo la información para contestar un examen memorista, y olvidará después, y para siempre, ese contenido.

- **Actitud favorable del alumno.** Bien señalamos anteriormente, que el que el alumno *quiera aprender* no basta para que se dé el aprendizaje significativo, pues también es necesario que *pueda aprender* (significación lógica y psicológica del material). Sin embargo, el aprendizaje no puede darse si el alumno no quiere aprender. Este es un componente de disposiciones emocionales y actitudinales, en el que el maestro sólo puede influir a través de la motivación.¹¹

La pregunta ahora es ¿Qué es aprender matemáticas?, ¿Cómo se aprende matemáticas en la secundaria o en la universidad? ¿Qué tareas son más eficaces para conseguir que el aprendizaje matemático, específicamente el Cálculo Diferencial, sea significativo?. Aunque en estos momentos es difícil dar una

¹¹ DÁVILA ESPINOSA, Sergio. Contexto educativo, "El aprendizaje significativo. Revista digital de educación y Nuevas tecnologías. Número 9- Julio 2000,"<http://contexto-educativo.com.ar/2000/7/nota-08.htm>

respuesta clara y contundente, se sabe que no hay un único estilo de aprendizaje matemático para todos los alumnos y que no todos los autores e investigadores están de acuerdo en lo que significa aprender matemáticas, ni en la forma en que se produce el aprendizaje. Sin embargo, la mayoría de los que han estudiado el aprendizaje de las matemáticas coinciden en considerar que ha habido dos enfoques principales en las respuestas a estas cuestiones. De antemano, se recuerda que esto se mencionó o fue considerado en la problemática planteada en este trabajo de investigación como uno de los puntos clave en el bajo rendimiento en el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

El primero de los enfoques, históricamente hablando tiene una raíz conductual, mientras que el segundo tiene una base cognitiva.

Las tendencias *conductuales* (asociacionistas) sobre el aprendizaje matemático consideran que aprender es cambiar conductas, insisten en destrezas de cálculo y dividen estas destrezas en pequeños pasos para que, mediante el aprendizaje de destrezas simples se llegue a aprender secuencias de destrezas más complejas.

Las interpretaciones *cognitivas* (estructuralistas) del aprendizaje matemático, en oposición, consideran que aprender matemáticas es alterar las estructuras mentales, e insisten en el aprendizaje de conceptos. Dada la complejidad de los conceptos, el aprendizaje no puede descomponerse en la suma de aprendizajes más elementales, sino que se origina partiendo de la resolución de problemas, o de la realización de tareas complejas.

A pesar de que algunos docentes tienen cierta tendencia en su práctica docente a este tipo de aprendizaje y que Ausubel plantea ventajas en sus técnicas y procedimientos para lograr dicho aprendizaje, muchos estudiantes prefieren aprender en forma memorística o con métodos tradicionales o no convencionales, convencidos por triste experiencia que frecuentemente los profesores evalúan el aprendizaje mediante instrumentos que no comprometen otra competencia que el recuerdo de información, sin verificar su comprensión.

Las posibilidades que tienen los alumnos de lograr aprendizajes genuinos, están en íntima relación con los modos de enseñar del docente, modos de enseñar que tendrán que sustentarse sobre supuestos que consideren las peculiaridades del objeto de conocimiento y la singularidad del sujeto del aprendizaje. (Boggino 2004) El estudiante de Cálculo Diferencial de la C.U.C podrá aprender significativamente esta asignatura a medida en que se concientice de que el saber matemático y cualquier área del conocimiento son útiles en su vida diaria, que los métodos utilizados hasta el momento si bien han sido base para el aprendizaje no son adecuados para desarrollar todas las competencias matemáticas necesarias para desenvolverse en un mundo donde la economía, la industria, lo social y lo pedagógico sobreviven en un mundo matemático. Además, el docente debe afianzar ese rol de agente mediador entre el contenido y el alumno, que ayude a los alumnos a descubrir relaciones y construir significados, que ofrezca experiencias, promueva un ambiente adecuado, oriente, modele y acompañe el proceso de aprendizaje.

1.3.2 Evaluación en Matemática

Es importante considerar el tema de la evaluación, ya sea como diagnóstico o retroalimentación, como proceso inicial o final en una actividad o proceso; pero es mucho más interesante saber que ella no es una actividad acabada, que no va al principio o al final de dicha actividad, que es todo un proceso constante, permanente y determinante en la consecución de metas, de aprendizajes y competencias.

Jimenez, J. (1997), en su escrito "*Por qué y para qué evaluar en matemática*".¹² interpreta y clasifica de manera interesante la evaluación en Matemáticas de acuerdo a las funciones en que la evaluación propiamente dicha se basa:

¹² <http://www.ucab.edu.ve/ucabnuevo/evaluacion/recursos/noctlectura2.doc>

– **La función social (Howson & Mellin-Olsen, 1986)**

La evaluación se refiere a todos los estudiantes y no sólo a aquellos que tienen un problema. Tiene como misión ayudar y orientar a los estudiantes y satisfacer sus demandas. Por otra parte, el análisis de cómo evaluamos va a enriquecer el trabajo escolar en cuanto a la revisión y elaboración constante del Proyecto de Centro y sus concreciones al Área de Matemáticas. Recordemos, no obstante, que también cumple la controvertida misión de clasificación y selección social. En efecto, se considera el reconocimiento de unos objetivos conseguidos, unos contenidos incorporados y utilizados, y unas interacciones mejoradas. Con ello se establece una constatación de consecuencias sociales al término de las etapas y ciclos educativos.

Los sistemas educativos modernos modulan la función clasificadora y, prácticamente, la suprimen en los períodos de la Educación Obligatoria. Durante muchas décadas se ha identificado al profesor con los atributos de juez que sanciona permanentemente los logros de sus alumnos. Esta función, asumida con carácter permanente, subvierte la función orientadora y consume las energías del profesor, que deben centrarse en la intervención. No obstante, cuando se concluye la Educación Obligatoria, los alumnos entrarán en algún plan de formación de carácter clasificatorio, por muy general que éste sea y, lo que aún es más importante, tendrán que continuar en formación en un sistema crecientemente competitivo, en el que se dará prioridad a la diferenciación social de los estudiantes.

De este modo, se reconoce la capacidad matemática de una persona a quien se va a conceder un empleo, se seleccionan aspirantes adecuados ante una plaza, etc.

Así, resumiendo los aspectos primarios de esa función social, consideramos los siguientes:

- a) Presentación de la matemática como lenguaje científico con el que dotar de objetividad a nuestro conocimiento y actuar sobre la realidad.
- b) Control administrativo (el propio sistema desea analizar su rendimiento, promueve estandarización de prácticas curriculares y ejerce competitividad).
- c) Gestión productivista (se preocupa de la eficacia y eficiencia en cuanto la sociedad civil es cliente del propio sistema educativo).
- d) Promueve la diferenciación social de individuos (ideología meritocrática) generando desigualdad social según rendimientos.

También establece una función social informadora, en cuanto creación de expectativas para la movilidad, seguridad y bienestar, posibilidad de ascenso en la estructura de clases e informa en suma sobre el sistema educativo. Orienta y aprecia la calidad educativa del sistema.

– **Función ética y política**

Hay una raíz epistemológica del conocimiento, puesta de manifiesto por algunos filósofos de la ciencia como Bachelard, Popper o Lakatos (cuya tesis principal se resume en el siguiente argumento: El camino hacia el conocimiento está basado en la superación de errores; se conoce siempre por revisión, crítica y mejora de un conocimiento parcial e incompleto. Los errores de los escolares no son deficiencias personales punibles, son la manifestación de un proceso constructivo que hay que encauzar y orientar. Por eso resulta devastadora la orientación penal de la evaluación; cuando los escolares deben esforzarse por la articulación de sistemas complejos de ideas que abarquen la variedad de matices que encierran los conceptos matemáticos, plantear una penalización por cada una de las elaboraciones parciales resulta profundamente injusto y

desorientador. De ahí que función ética de la evaluación deba destacar la legitimidad del error como vía de acceso al conocimiento, necesariamente complementada por la crítica y superación del conocimiento deficiente.

Considerar la evaluación como parte del proceso educativo implica una concepción de la enseñanza como constante revisión de lo que sucede, e implica por tanto una postura crítica y abierta del profesor. En el caso de la formación obligatoria, implica además el reconocimiento de los estudiantes por encima de la propia materia, y sitúa al profesor de matemáticas ante un reto nuevo: el de la formación global de sus alumnos. Por ello se asume una responsabilidad de los progresos del alumno junto con el resto de profesionales implicados en el centro al mismo tiempo se promueve una apertura ética, ya que se recoge y proporciona información a todos los intervinientes en el proceso educativo.

Para algunos existe una función diferenciada llamada crítica. En ese sentido se persiguen lo que algunos autores llaman funciones secundarias, como reforzamiento de la homogeneidad cultural, valoración de aprendizajes, contenidos y procesos curriculares. Es decir, se potencia la hegemonía de una cultura de clase media y se desprecia el multiculturalismo, se legitima y potencia lo que es evaluado y se sitúan como marginales los otros contenidos no valorados como es el caso de lo procedimental. Asimismo, una necesaria consideración crítica del conocimiento científico por parte de los estudiantes, debe estimularse mediante la evaluación (Skovmose, 1994). En ese sentido, la evaluación abre al futuro nuevas perspectivas conceptuales ya que el profesor se encuentra ante nuevos desafíos si acepta un proceso constructivo y se puede convertir en más crítico (Eliott, 1990), mejora su autonomía en cuanto construye argumentos nuevos y alternativos, permite un nuevo enfoque general como es la valoración del proceso por encima del solo producto, y abre a

metodología de control más efectivas y diversas. Con lo cual se mejora el currículo, la propia capacidad de planificación, los medios empleados, se analiza en suma el propio desarrollo profesional en términos de reflexión sobre la práctica (Schon, 1991).

– **Función pedagógica**

En cuanto a esto, la evaluación se centra en una regulación y control del aprendizaje y sus interacciones. Es decir, se pretende reconocer cambios surgidos en el proceso que permita formar mejor en lo sucesivo. Entre ellos, la información sobre conocimientos adquiridos, experiencias, razonamientos, creencias, hábitos, etc.

La regulación, junto a un contrato explícito de gestión, va a permitir adecuar constantemente la planificación del profesorado a las dificultades de los estudiantes. En ese sentido se valora el interés por un determinado esquema metodológico, se presenta una oferta para el tratamiento de la diversidad, se plantean elementos de diagnóstico, etc. Por otra parte ha de permitir asesorar al estudiante sobre sus progresos, manifestar su comprensión en determinado concepto, incentivar el avance de un grupo de alumnos en el dominio de contenidos de una parcela de las matemáticas, planteándoles situaciones diversas, etc. (Rocio, 1990).

El proceso regulador se considera como el más importante, pero sin olvidar otros aspectos de la evaluación relacionados con la función social de la evaluación. La necesidad de valoración del trabajo escolar se centra en la información que el profesor o el grupo de estudiantes da, sobre cómo ha sido realizada determinada actividad, determinar el grado de dominio de cierta habilidad o destreza, uso de cierto tipo de estrategias, etc., para así proponer

revisiones y reelaboraciones de conceptos o procedimientos parcialmente consolidados mediante la crítica de sus deficiencias. El profesor va a reconocer aquello que el grupo de estudiantes puede hacer, a partir de reconocer sus estrategias y errores, y así reconocer la diversidad – en sentido amplio- de los mismos. Así, será posible ejercer una labor de mejora.

– **Función profesional**

Tiene el poder de manifestar el carácter reflexivo que implica la evaluación en la constante formación que requerimos siempre del profesorado. Por ello debe ejercerse una misión de control y juicio del propio sistema evaluador.

Diversos criterios pueden juzgar la evaluación educativa (Scott, 89) en cuanto sea acorde a sus fines y funciones: su viabilidad, utilidad, propiedad y precisión. Una evaluación es viable si se adecua a sus intereses y a los sujetos que están implicados. Lo útil de una evaluación en cualquier materia es la promoción y el control de progresos. Lo propio de una valoración es un análisis de tareas que identifica habilidades, estudia errores, regula procesos, interviene en la planificación e influye en las decisiones. La precisión se controla mediante formatos y procedimientos y se adecua mediante parámetros diversos según los autores (validez de contenido, validez de constructo, fiabilidad, validez de criterio, etc.).

En la siguiente tabla se reubican las principales características de la evaluación como proceso determinante en el aprendizaje, de acuerdo a sus funciones:

Tabla 1. Funciones de la evaluación

Tipo	Descriptor	Características
Función Social	<ul style="list-style-type: none"> – Ayuda y orientación a todos los estudiantes. – Satisfacer las demandas sociales. 	<p>Objetividad del conocimiento matemático y uso de modelos derivados de ese conocimiento. Control administrativo del sistema. Gestión productiva del sistema. Establecer criterios para la diferenciación social de individuos. Establecer función informadora. Creación de expectativas de ascenso de clase.</p>
<p>Función ética- Política</p> <p>Aspecto crítico</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Revisión constante. – Postura crítica y abierta- – El estudiante por encima de la materia 	<p>Legitimidad del error como vía de acceso al conocimiento. Enseñanza como proceso revisado. Responsabilidad en los procesos. Formación global del estudiante. Homogeneidad cultura. Apertura ética a todos los intervinientes. Visión crítica del conocimiento científico. Exige planteamiento crítico y reflexivo. Pide una reflexión sobre la práctica.</p>
Función pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> – Regulación y control del proceso de aprendizaje y sus interacciones 	<p>Reconocer cambios en el tema. Información sobre experiencias. Información sobre hábitos y creencias. Contrato constante de gestión. Adecuación a los estudiantes. Planificación atendiendo</p>

		a dificultades.
Función profesional	<ul style="list-style-type: none"> – Carácter reflexivo – Cumplir una misión de control y juicio 	<p>Viabilidad en cuanto a adecuación.</p> <p>Utilidad como control de progreso.</p> <p>Propiedad como análisis de tareas:</p> <p>Identifica habilidades</p> <p>Regula procesos</p> <p>Interviene en la planificación.</p> <p>Influye en la decisión.</p> <p>Precisión mediante formatos diversos. Promueve autonomía y autorregulación.</p>

1.3.3 Teorías del aprendizaje.

La matemática, a través de los siglos, paralelamente, ha sido creada y empleada de muy diversas maneras. En determinados momentos, ha sido un instrumento de control; en otros, un medio de acercamiento a una vida más profundamente humana; incluso un acercamiento a la divinidad. Fue empleada como un elemento disciplinador del pensamiento (Edad Media). En la actual época, se ha convertido en una herramienta indispensable en la exploración del universo y en el logro de muchas de las comodidades que se disfruta en muchos hogares a través de la matemática aplicada. Para algunos, es una guía del pensamiento filosófico y ha llagado a ser hasta un instrumento de creación de belleza y de entretenimiento.

Por otro lado, la historia muestra que la Matemática es una ciencia dinámica y evolucionista, tanto en sus contenidos como en su metodología ha hecho adaptaciones importantes, como producto que es, de la interacción continua de la mente con la realidad. Esto hace de la matemática una actividad compleja.

Conjuntamente con todo esto, se tiene un problema (educativo); cuando se necesita que esa matemática, como conocimiento, pueda conservarse (lo que no podrá hacerse eternamente) no sólo en las mentes de sus creadores, sino de hacerse llegar a todos los seres humanos, se presenta el problema: ¿Cómo lograr que todos puedan hacer uso de ese conocimiento matemático, como patrimonio de la humanidad que es? Se presenta, pues, el problema, de tipo socio-educativo de ¿cómo hacer llegar a todos el conocimiento?, ¿Éste, se crea o se descubre? (Miguel de Guzmán, 1999: 18), ¿Se puede transmitir este conocimiento como algo dado independientemente del sujeto que conoce?.

Son muchas las cuestiones que giran alrededor de este tema; éstas no son de ahora sino que, desde la antigüedad (s. VI a.c., aproximadamente) se han planteado: ¿Cómo lograr que el conocimiento que ya se tiene pueda hacerse llegar a otros de la mejor manera? No está nada claro cuál es esa mejor manera de “enseñar” los conceptos matemáticos y las habilidades de resolución de problemas (Resnick, 1990: 128-155). Existen distintas teorías sobre el aprendizaje, con implicaciones educativas muy diferentes. Por eso, tal vez sea pertinente lo que propone Baroody (A. Baroody, 1988: 19-31): que los profesores apoyen sus acciones (de enseñanza, la parte que les corresponde en el proceso educativo) en la teoría más sólida que tengan a su alcance. Los procesos de pensamiento de los profesores (sus concepciones sobre la enseñanza) influyen sustancialmente en su forma de proceder, incluso la determinan (Merlin C. Wittrock, 1990: 443-539), pudiendo llegar a proyectarse como actitudes positivas en vías de lograr excelentes aprendizajes.

La investigación de las posibles y diferentes formas de pensar de los docentes es inaplazable (FERENCE Marton, 1999: 3), esto permitirá comprender qué es lo que hace que el proceso de la enseñanza (considerada como la parte de la que es responsable el docente, dentro del proceso educativo) sea específicamente humano. Además, es importante porque lo que los docentes planean y llevan a la práctica en sus aulas es consecuencia de lo que piensan: “los procesos de

pensamiento de los docentes ocurren ‘en la cabeza de los docentes’ y no son observables” (Clark Christopher y Penelope L. Peterson, 1990: 443-448).

Enseñar se considera, desde la concepción que propone César Coll (1991: 16-21), la ayuda pedagógica prestada al proceso de construcción, o reconstrucción, compartido que realizan alumnos y profesor, en torno a unos saberes o formas culturales preexistentes en cierto modo al propio proceso de construcción. Esta ayuda también se considera un proceso.

El conocimiento de cómo podemos los docentes mejorar los aprendizajes (en este caso de las matemáticas), a decir de César Coll (1991: 20), es todavía muy limitado. Sin embargo, se siguen haciendo investigaciones en ese tenor.

De acuerdo con Ángel Pérez Gómez (1992: 34-62), en relación con teorías de aprendizaje (en general), podemos identificar dos amplios enfoques con sus diferentes corrientes: Teorías asociacionista y Teorías Mediacionales. Por su parte, Howard Ferh (1985: 105-147) ofrece una visión de algunas teorías de aprendizaje relacionadas directamente con el campo de las matemáticas. En algunos aspectos ambos autores coinciden:

1.3.3.1 El Conductismo.

Ángel Pérez Gómez lo llama, junto con el conexionismo, teorías asociacionistas (por lo del condicionamiento clásico y del condicionamiento operante). Howard Ferh (1985: 112) lo llama aprendizaje animal. El condicionamiento (E-R), como una teoría de aprendizaje, se deriva de las investigaciones sobre la conducta animal que se hicieron en laboratorios. Su principio fundamental, el condicionamiento, es considerado como un modelo de estímulo que está actuando en el momento de la respuesta, tiende a producir, en caso de darse, la misma respuesta. Por ejemplo, que ponga tres; luego, cuatro sillas en hilera. Al mismo tiempo, se enfrenta al niño con el estímulo $3+4$ y se da la respuesta: 7. Más tarde,

cualquier patrón de estímulos similar a $3+4$ sirve para evocar a la misma respuesta, a saber: 7. Se pueden aprender respuestas que sean correctas e incorrectas y, en caso, dado bloquear la respuesta incorrecta. Para esto, los conductistas usan una inhibición asociativa. Por ejemplo, si un estudiante de álgebra dice $(a+b)=a + b$; el maestro desapruueba eso y dice-no, no, o las respuestas correctas a $+2ab + b$. La respuesta incorrecta será olvidada después de que se haya repetido lo suficiente.

Durante muchos años, la práctica educativa dominante ha estado inspirada por una psicología del aprendizaje derivada de estos principios. A pesar de los cursos de actualización, todavía hay docentes que utilizan el estímulo positivo o negativo (premio o castigo). La crítica más dura al conductismo se hace a las posiciones epistemológicas que sustentan estas teorías: el objeto de conocimiento es más importante que el sujeto que conoce. Sus posiciones teóricas de CAJA NEGRA limitan el análisis a lo observable (Pérez Gómez, 1992: 36; Frederick Ericsson; 1989: 213). Se puede decir que sólo las conductas animales y las primeras formas de reacción del niño pueden ser explicadas satisfactoriamente por estas teorías (Howard Ferh, 1985: 120-148). La eficacia es el fin exclusivo de la acción didáctica de esta teoría, con objetivos al más bajo nivel de abstracción: la conducta observable.

Sus principales exponentes son Skinner, Pavlov, Watson y Guthrie.

1.3.3.2. El Conexionismo.

Según Ferh (1985: 115), paralelamente a la maduración del organismo, éste desarrolla conexiones (hábitos y habilidades) que deben ser practicados para que lleguen a ser permanentes. Uno de sus supuestos más importantes es que, mientras más difíciles sean los problemas que se les planteen a los alumnos, éstos desarrollarán mejor sus capacidades para aprender matemáticas. Lo que más estimula los aprendizajes es la recompensa dada por el éxito. Las primeras experiencias que un alumno tiene en matemáticas debería ser suficientemente

sencillas para asegurar resultados satisfactorios, acompañados de una recompensa que sirva de aliento o de elogio. Hay que comenzar bien y practicar.

Por ejemplo, si queremos que el alumno aprenda que $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$, se enseñará como un aprendizaje dado en diferentes situaciones que involucren como elemento común a: $a - b$, pero siempre con la misma respuesta $(a - b)(a + b)$, por lo que cuando aparezca un triángulo rectángulo con r como hipotenusa y tomando a como uno de sus catetos, la situación $r - x$ deberá traer a la memoria $a(r - x)$ como el valor del cateto faltante.

Si se desea que los niños aprendan a sumar fracciones $a/b + c/d$, debe analizarse cada uno de los pasos involucrados- encontrar los denominadores comunes, cambiar las fracciones a denominadores comunes; luego, aplicar la regla de adición de fracciones con denominadores iguales (sumar los numeradores); después, practique el proceso hasta que lo domine. Esta es la forma en que la mayoría de las matemáticas deben ser enseñadas.

Por último, enseñar problemas en esta corriente es reducir a un método que conste de pasos a seguir en una sucesión propia: primer paso, leer el problema; segundo paso, identificar los datos; tercer paso... así sucesivamente; de esta manera, si tiene destreza, lo conducirá automáticamente a la solución del problema.

Principales características de esta teoría de aprendizaje:

- 1.- Examinar situaciones similares anteriores para encontrar una respuesta particular que se haya previamente trabajado.
- 2.- La prueba y el error (evitar las respuestas erróneas).
- 3.- Cada situación compleja debe ser descompuesta en una serie de elementos simples que estén arreglados en un orden secuencial. Cada uno de estos elementos se trabaja por separado hasta que se domina. El conjunto seriado de elementos que se han dominado forman el todo.

4.- Después que ha obtenido la solución completa, repita y practique hasta que la solución esté suficientemente reforzada (condicionada) para una posterior consulta.

5.- Se debe recompensar el aprendizaje exitoso (Ferh, 1985: 118).

1.3.3.3. Teorías del Campo.

En relación a la habilidad para resolver problemas, las teorías del campo difieren mucho de otras teorías de aprendizaje. En la teoría del condicionamiento, el límite del aprendizaje está dado por las capacidades del organismo. En la teoría de la Gestalt, la capacidad se incrementa (se modifica) a través del entrenamiento. Hay una parte del conocimiento matemático que, sin importar la capacidad del alumno, nunca se podrá adquirir sin una previa experiencia simbólica, física y lingüística. Cuando se adquiere dicha experiencia, la habilidad surge (Ferh, 1985: 120).

Experimentar una situación y luego entenderla exige un estudio del conjunto de la situación. Es sólo en la medida en que se perciba la relación de una parte con el todo que la solución de un problema puede emerger, y que dicha solución sea permanente. Este es uno de los principios fundamentales de La Teoría del Campo: siempre tener como respuesta el considerar la totalidad de la situación. Lo importante no es el número de hechos que conozca de la situación, sino el grado de conexión que haya en todas las formas posibles, entre los hechos y la totalidad de la situación.

En la teoría del campo, las palabras configuración o gestalt (forma) se usan continuamente. Por esta razón, la psicología que usa la teoría del campo es conocida como gestalt.

Según Ángel Pérez Gómez (1992: 34-62), la Gestalt o Teoría del Campo es una reacción contra la orientación mecánica y atomista del conductismo. Según ésta, el individuo no reacciona de forma ciega y automática a los estímulos y presiones

del mundo objetivo; reacciona a la realidad tal como la percibe subjetivamente. Dentro de su riqueza didáctica, tiene algunos puntos débiles:

-Descuida la verificación empírica.

-El aprendizaje se da por percepción.

-Descalifica todos los descubrimientos de la investigación analítica. Las múltiples investigaciones de la psicología del campo explican el aprendizaje a través de las siguientes características:

1.- Los conocimientos iniciales se tienen por medio de la experiencia (experimentos físicos y mentales de métodos constructivos); no a través de definiciones. Los aspectos dinámicos de los eventos son los que ayudan al conocimiento. Cualquier cosa que deba aprenderse debe tener sus raíces en alguna situación interesante que tenga una problemática de actualidad.

2.- Todas las partes relacionadas con la situación cognitiva deben centrarse en ver al problema como un todo.

3.- El análisis y la obtención de las relaciones de las partes con el todo y del todo con las partes, el recuerdo de anteriores patrones de conocimiento y la combinación de los elementos dados, permiten la reestructuración de éstos en un nuevo patrón. Cuando esto ocurre el estudiante ha logrado la cognición. El análisis y la cognición son los que dan sentido a la aritmética, el álgebra y a la geometría.

4.- Después de la cognición, el estudiante practica la solución para perfeccionar y clarificar el conocimiento nuevo (estructura). Mientras más formado y sistematizado sea el conocimiento, será más difícil olvidarlo.

5.- Una totalidad (configuración) siempre es una parte de una totalidad mayor. Las relaciones en una configuración: triángulos congruentes, aparecen y son generalizadas en configuraciones posteriores por ejemplo: triángulos semejantes (Ferh, 1985: 144).

1.3.3.4 El Constructivismo.

Desde hace tiempo (casi todo el siglo pasado), los métodos de enseñanza y los programas han estado inspirados por las experiencias en el aula (empirismo) y por las concepciones que sobre las matemáticas tienen los docentes. Casi siempre estas concepciones han considerado a las matemáticas como un cuerpo de conocimientos acabados, por tanto, el papel de los elaboradores de planes de estudio (currículo) y el papel de los profesores consisten en diseñar estrategias de lo simple a lo complejo, que permitan a los estudiantes “asimilar” tales conocimientos, olvidando organizar las actividades, considerando los procesos de aprendizaje del estudiante.

Se ha abierto un campo de investigación nuevo que ya no trata sólo de optimizar el proceso de enseñanza, sino de conocer la estructura, funcionamiento e interrelaciones de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

El constructivismo es una alternativa al apriorismo y al empirismo predominante en las prácticas que descansan en las teorías del conductismo, del conexionismo y de la gestalt. Se centra sobre el desarrollo cognitivo o conceptual, interno de la mente (Sierpinska y Lerman, 1996: 827-876).

Se puede decir, pues, que el Constructivismo es más una posición epistemológica, una manera de explicar cómo el ser humano, a lo largo de su vida, va desarrollando lo que llamamos inteligencia y va conformando sus conocimientos (Víctor Larios Osorio, 1998a:1).

Según Jeremy Kilpatrick (citado por Víctor Larios, 1998a: 1), el constructivismo basa sus resultados en estas dos premisas:

- “El conocimiento es activamente construido por el sujeto cognoscente, no pasivamente recibido del entorno.

-Llegar a conocer es un proceso adaptativo que organiza el mundo experiencial de uno; no se descubre un independiente y preexistente mundo fuera de la mente del conocedor”

Sin embargo, el mundo existe aún sin el ser cognoscente, pues, como dice Vergnaud (citado por Víctor Larios, 1998a: 1), una cosa es que, durante el proceso de conocimiento el ser humano adapte sus estructuras mentales a sus propios referentes que tiene y otra cosa es afirmar que todo lo inventamos nosotros. Sin embargo, algo que nadie podrá negar es que, para este ser cognoscente, sólo existirá el mundo cuando lo conozca.

Todo esto puede quedar claro con lo que dice Moreno Armella (citado por Víctor Larios, 1998a: 1): El Constructivismo no estudia la realidad, sino la construcción de la realidad.

La psicología todavía no puede ofrecer una explicación global de los procesos educativos en general, ni de los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje en particular, suficientemente articulada, precisa y con sólidos apoyos empíricos, que goce de amplio consenso y aceptación más allá de las tradiciones, enfoques y escuelas de pensamiento. Se tiene que renunciar definitivamente a las elevadas expectativas que se han tenido y se siguen teniendo desde la educación respecto de las aportaciones de la psicología (César Coll, 1991: 11-13).

En este enfoque se concibe el aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento y la enseñanza como una ayuda a este proceso de construcción. Los principios constructivistas abren una nueva vía para abordar el tema de las relaciones entre el conocimiento psicológico y la teoría y la práctica educativa (César Coll, 1991: 16).

Hay algunos riesgos que se corren en este intento de integración: los reduccionismos, los eclecticismos y los riesgos de utilizaciones dogmáticas. La

única forma de enfrentar estos riesgos consiste en mantener las reservas necesarias, pues, el constructivismo, como dijimos más arriba, sigue siendo más una convergencia de principios explicativos, abierta a matizaciones, ampliaciones y correcciones, que una teoría en sentido estricto de los procesos de enseñanza-aprendizaje. A estas reservas añadimos algunas preocupaciones: tanto la reflexión sobre los principios constructivistas de la enseñanza-aprendizaje sobre la naturaleza y las funciones de la educación escolar; la renuncia a la aspiración a todas luces excesiva, desorbitada y esencialmente errónea, de considerar estas aportaciones como la plataforma científica única y suficiente de la educación; como el intento de integración de estas aportaciones con las que tienen origen en otras disciplinas o ámbitos de conocimiento que proporcionan visiones complementarias, pero igualmente necesarias, de los procesos educativos (Coll, 1991: 11-13).

Algunas de las limitaciones actuales del constructivismo se refieren a cómo los profesores pueden contribuir con su acción educativa a que los alumnos puedan aprender más y mejor.

En la perspectiva constructivista el aprendizaje se da en términos de que es el mismo alumno quien construye los significados y atribuye sentido a lo que aprende; nadie, ni siquiera el profesor, puede sustituirlo en ese cometido.

Ya no es posible limitar el papel del profesor a la organización de actividades y situaciones de aprendizaje, sino aceptar que su misión consiste en conectar los conocimientos de los alumnos con los del currículo. La construcción del conocimiento en la escuela debe verse más como un proceso de construcción compartido por profesores y alumnos en torno a unos saberes preexistentes. Ya no debemos concebir sólo al aprendizaje como un proceso, también la enseñanza, como ayuda pedagógica, lo es (Coll, 1991: 16-18).

No existe una metodología didáctica constructivista; lo que hay es una estrategia didáctica general de naturaleza constructivista (César Coll, 1991: 20)

Parece ser que, ante los problemas de aprendizaje de las matemáticas que permean en todos los niveles de todos los sistemas educativos, se encuentra un factor que, hasta ahora, ha sido determinante para que esto se dé: el docente; porque el problema de fondo no es sólo comprender cómo los alumnos construyen el conocimiento matemático, sino, comprender mejor, cómo los profesores pueden influir sobre este proceso de construcción: ¿Cómo enseñar lo que se ha de construir?.

“Se puede y se debe enseñar a construir” y “Si nadie puede suplir al alumno en su proceso de construcción personal, nada puede sustituir la ayuda que supone la intervención pedagógica para que esa construcción se realice” (Solé, citado por Coll, 1991: 19).

1.3.3.5. Teoría del procesamiento de la información.

Esta teoría, de la que no se sabe mucho de su existencia en ámbitos educativos, pone su énfasis en la adquisición, almacenamiento y utilización de la información. Profesa un conductismo metodológico en la exploración y evaluación de sus hipótesis. El psicólogo cognitista, con su modelo computarizado de la mente, representa al hombre como una máquina; emplea como puntos de referencia el input (entrada), estímulo y el output (salida), respuesta. Contribuyen a esta corriente la teoría cibernética, la lingüística, la percepción y los modelos de computador (M. J. Mahoney, 1982: 414-440). Sus referentes, a veces se solapan con la psicología cognitiva, aprendizaje verbal y memoria humana.

Dos son las características principales de esta corriente:

- El uso de la información como elemento básico en el aprendizaje, y
- El reconocimiento de procesos activos en ese aprendizaje. Se dice que la información se adquiere y se transforma en códigos complejos. Ésta es almacenada hasta que es recuperada y utilizada al actuar.

Esta corriente del procesamiento de la información es en alto grado mediacional; o sea que, entre el input y el output suceden muchas cosas; por ejemplo, intenta dar cuenta, paso a paso, de los actos cognitivos (G. Brown y G. Desforges, 1979: 168-172), por eso, de acuerdo con Miller, Galanter y Pribam (citados por Mahoney, 1982: 414-440), esta perspectiva ofrece una alternativa favorable a las concepciones estímulo-respuesta del hombre. En este modelo, se pregunta qué variables instruccionales son importantes para determinar el resultado del aprendizaje (Mayer, 1975: 525-541)).

De acuerdo con Jorge Antonio Cázares Solórzano (1993), la investigación en el campo de las matemáticas ha sido abordada desde dos enfoques teóricos distintos, pero complementarios: La Psicogenética (como parte de la teoría del constructivismo), del que ya hablamos, y la Teoría del Procesamiento de la Información. Orton (1990) (citado por Godino, 1991: 23), dice casi lo mismo, sólo que para él, en lugar de la Psicogenética es el enfoque constructivista

Así como la Psicogenética enfatiza la construcción de estructuras lógicas, como elemento fundamental en el desarrollo del concepto de número natural, la Teoría del Procesamiento de la Información destaca el “razonamiento cuantitativo” como antecedente esencial en la adquisición del número. Las habilidades en el conteo propician el desarrollo del razonamiento cuantitativo.

A pesar de que la Teoría Psicogenética, por un lado, y la Teoría del Procesamiento de la Información, por otro, se autolegitiman ser las “verdaderas” favorecedoras de la construcción del concepto de número, algunos investigadores como Baroody (1988: 107-129); Labinowics (1982: 60-85); Marie-Lise Peltier (1995: 31-43); Encarnación Castro, Luis Rico y Enrique Castro (1995: 1-11); y hasta Hans Freudental (1996: 2836), consideran que ambas teorías (complementándose) permiten la construcción de los primeros conocimientos relacionados con los significados y concepto del número natural (J. Antonio Cázares, 1993: 46-64).

1.3.3.6 Didáctica Fundamental. Hacia una teoría de la didáctica de las matemáticas.

Las teorías científicas no pueden ser realizaciones individuales ni hechos aislados; debe haber una comunidad de personas entre las que exista un acuerdo al menos implícito, sobre los problemas significativos de investigación y los procedimientos aceptables para plantearlos y resolverlos (Godino, 1991: 12).

Se necesita construir teorías de carácter fundamental, específicas del contenido matemático, que expliquen el funcionamiento del sistema desde la perspectiva del saber puesto en juego (Godino y Batanero, 1996: 2), dejando de lado las posturas psicologistas, de tipo general (Jean Brun, 1980: 135-137). Durante décadas, han sido especialistas al margen de las disciplinas que deben enseñarse, quienes determinan los contenidos de los currículos, esto muchas veces ha llevado a resultados dramáticos en la apropiación de contenidos y un debilitamiento de la calidad de la educación. La enseñanza de las matemáticas sólo es posible si se conocen las matemáticas. La pedagogía en abstracto, de aplicación universal, o resulta trivial o, peor aún, puede llevar a grandes equívocos (Alberto Fernández, 1997b: 3). Si embargo, también es importante reflexionar en lo que afirma Víctor Larios (1998b: 1). ¿Qué importa más en la labor del docente: la disciplina que imparte o la manera de enseñarla). Ahora sabemos que ambas; porque si echamos una mirada a lo que sucedió durante la llamada Reforma a la Educación Matemática, llevada a cabo en los sesentas, nos daremos cuenta que se hizo lo contrario (de lo criticado más arriba), se les dio todo el poder de decisión a maestros universitarios de matemáticas para elaborar los currículos de todos los niveles preuniversitarios y se creó una crisis en la Educación Matemática (ver Laura Resnick 1990: 128-133; Alberto Fernández Fernández, 1998a: 18 y b: 1-4).

Es necesario incluir, pues, en el trabajo docente, una determinada perspectiva teórica, filosófica e ideológica sobre el mundo, además de los saberes científicos y cotidianos, que le dé sentido a la intervención en el aula. Con esta idea, la

perspectiva de epistemología de la complejidad de Edgar Morin (1994: 421-442), nos ofrece una visión diferente de cualquiera de las hasta ahora analizadas.

Dicha perspectiva es, ante todo, una actitud y un método, es decir, una búsqueda de las articulaciones e interdependencias entre los conocimientos, hasta ahora divididos y parcelados por la visión positivista de la ciencia. Morin (1994: 421-442) propone un cambio en nuestra forma de comprender el universo, una reorganización del saber y una nueva manera de dirigir la indagación sobre el mundo: una actitud abierta, antirreduccionista y relativizadora que no dé cabida al dogmatismo y al uso de recetas simplificadoras, que admita la existencia de incertidumbre, paradojas y contradicciones. Esto implica una búsqueda de nuevas maneras de formular y enfrentar los problemas, más que de nuevas verdades, que nos expliquen la realidad.

También supone la complementariedad de conceptos que el pensamiento positivista tiende a dicotomizar: orden-desorden, sujeto-objeto, unidad-diversidad, causa-efecto, estructura-función, apertura-cierre, científico-cotidiano, estabilidad-inestabilidad, etc.

En esencia, el principio de complementariedad evidencia la incapacidad humana de conocer y transformar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, enfoque, óptica o abordaje, es decir, con un solo intento de captarla. La descripción más rica de cualquier entidad, sea física o humana, se lograría al integrar en un todo coherente y lógico los aportes de diferentes personas, filosofías, métodos y disciplinas.

El principio de complementariedad integra en un mismo marco conceptual, elementos que proceden de todos los campos disciplinarios: físico, biológico, social, tecnológico, etc. La adopción de esta perspectiva supone la elaboración de un marco teórico diferente, que se corresponde con un conocimiento transdisciplinar, es decir, con un sistema de ideas que adopta la forma de una

cosmovisión, y que comprende unas categorías generales para entender al mundo. La elaboración de esta cosmovisión se plantea como un proceso de construcción social del conocimiento en el que el saber se construye a través de la reestructuración activa y continua de las ideas, proceso de interacción que concibe el aprendizaje como el resultado de la negociación de los significados y de la reflexión compartida. Con estas ideas, y ante la persistencia de la problemática sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, cuestión que no ha podido ser resuelta con las aportaciones teóricas del conductismo, del conexionismo, de la gestalt, del constructivismo y del procesamiento de la información (Juan Godino, 1999: 3-4), convertida ésta, ya, en una problemática de actualidad y creciente a nivel nacional e internacional; han estado apareciendo, sobre todo en Francia, y últimamente en España y Colombia, algunas ideas en la línea de la construcción de lo que se ha dado en llamar Didáctica “Fundamental” de las Matemáticas.

Con el trabajo de Sierpinska (1996: 2-24), nos podemos dar cuenta de la diversidad de aproximaciones teóricas que se están desarrollando en la actualidad en educación matemática. Esta diversidad, a decir de Morin, es inevitable (pero, por otro lado, enriquecedora), pero el progreso en la disciplina y la potencialidad de sus aplicaciones prácticas exige aunar esfuerzos para identificar el núcleo firme de conceptos y métodos que a la larga, deberán cristalizar en un verdadero programa de investigación como propone Lakatos (citado por Sierpinska y Lerman, 1996: 6-7).

Una idea se hace cada vez más fuerte: construir teorías de carácter “fundamental” (Godino, 1991: 7, 12, 18, 21, 23, 24-31.), específicas del contenido matemático y los procesos de construcción y comunicación de los mismos, que expliquen el funcionamiento del sistema desde la perspectiva del saber puesto en juego. Sabemos que, en la actualidad, la Didáctica de las Matemáticas, como campo de investigación, se encuentra en la confluencia de distintas disciplinas interesadas por algunos de los aspectos parciales de los procesos de la enseñanza aprendizaje de las matemáticas: Epistemología, Psicología, Antropología,

Semiótica, etc. Ahora bien, sólo desde un marco teórico bien definido (como lo propone E. Morin, 1994: 421-442) se puede asumir la responsabilidad de articular las aportaciones de estas distintas disciplinas, y de identificar un núcleo, firme de conceptos y de problemas específicos. Pero, en estos momentos, estamos lejos de poder identificar ese núcleo firme de conceptos y métodos que permitan hablar de un paradigma de investigación consolidado.

La metodología didáctica que parece más adecuada para facilitar la construcción de conocimiento escolar, dentro de esta perspectiva, es la que se basa en la investigación del alumno, entendiendo dicha investigación como un proceso de tratamiento de problemas (Roland Charnay, 1994: 51-63) distinto al científico, en la medida en que está centrado en facilitar aprendizajes y no en explicar la realidad, empleando en el contexto escolar, no sólo los recursos procedimentales que ya existen en la ciencia (observación, experimentación), sino otros, generados en diferentes actividades humanas: teoría de los juegos, cálculo mental, uso de calculadoras y cuando sea posible computadora etc. (Eduardo García Díaz, 1995: 7-20).

En este sentido, las tendencias recientes en educación matemática Tymoczko (1986) (citado por Godino y Batanero, 1995: 16) y en la filosofía de las matemáticas (Ernest, 1991), junto con las teorías constructivistas del aprendizaje, apoyan un nuevo enfoque para la enseñanza de las matemáticas en el que se enfatizan las actividades de resolución de problemas, así como los procesos de formulación, comunicación y validación de los conocimientos matemáticos en el aula.

Para Brousseau (1984: 65-67), el trabajo del profesor se compara ahora al del investigador matemático, aunque la relación que debe mantenerse entre la teoría matemática y las aplicaciones se produce en sentido inverso a la de aquél: el investigador parte de problemas de la vida real o de la propia matemática para construir teoría, conceptos; al profesor, al contrario, se le encomienda la tarea de

ayudar a los alumnos en la apropiación de las herramientas conceptuales y procedimentales matemáticas ya creadas, que los capaciten para resolver problemas en su futura vida profesional.

El profesor debe buscar y seleccionar, incluso inventar, situaciones problemáticas idóneas, que den sentido a los conocimientos de los cuales se pretende que el alumno aprenda, y le motiven a realizar una actividad de investigación personal. Todo esto en un complejo trabajo de ingeniería didáctica (Artigue, 1995: 36, 40), esto es, la elaboración de secuencias instruccionales basadas en teorías didácticas.

Como ya habíamos dicho, la complejidad de los problemas y situaciones que la educación matemática debe considerar y estudiar es tal que requiere de un enfoque sistémico, en el que, teniendo una visión holística, se puedan identificar los diferentes subsistemas involucrados y las interrelaciones entre éstos. Algunos de los subsistemas involucrados son: el sistema de enseñanza, los sistemas conceptuales, los sistemas didácticos, la noosfera y el entorno social, cultural, tecnológico y científico, teniendo en cuenta que la educación matemática es autorreferente: al mismo tiempo que estudia el sistema global, se transforma en parte de éste (Chevallard, 1985, citado por Godino, 1991: 28-30).

En la actualidad, coexisten tres niveles o escuelas: **la tecnicista**, **la pluridisciplinar** y **la fundamental**. Cada una de ellas tiene una concepción de la educación matemática, como disciplina, el tipo de problemas que abordan y su ubicación. Por ejemplo, la concepción tecnicista se preocupa de los nuevos medios y procedimientos de enseñanza e implica una didáctica normativa en la que caben la Ingeniería Didáctica y las técnicas empíricas; se preocupa de la elaboración de currículos, formación de profesores, problemas de aprendizaje, etc. La concepción pluridisciplinar concibe a la educación matemática como la intersección de una gran variedad de disciplinas: psicología, epistemología, sociología, lingüística, ciencia cognitiva, etc. Por último, la concepción fundamental

busca una teoría unificadora que tenga en cuenta la especificidad del saber matemático y que se justifique y utilice métodos específicos y endógenos. Dentro de esta última concepción, la escuela francesa de la educación matemática intenta la construcción de una base teórica que permita una mejor comprensión e identifique las diversas posiciones, aspectos e intenciones que enfatizan las diferentes definiciones de educación matemática en uso, para analizar las relaciones entre estas posiciones y conjuntarlas en una comprensión del campo total (Godino, 1992: 1; Godino; 1999: 2-5).

El carácter reciente de investigación de la Didáctica de las Matemáticas y el hecho de que los fenómenos que estudia sean también de interés para otras ciencias y tecnologías hacen que se puedan distinguir diversas concepciones sobre la naturaleza epistemológica de la misma. Estas concepciones van desde aquellas que la reducen a un mero apéndice técnico de las ciencias de la educación hasta las que ven en la Didáctica de la Matemática una disciplina científica específica, pasando por la concepción pluridisciplinar, que es tradicional y dominante, que la considera como una “ciencia aplicada” (Godino y Batanero, 1996: 1).

La Didáctica de las Matemáticas, como concepción matemática, principalmente en los países europeos, rechaza el reduccionismo de la concepción pluridisciplinar: el constructivismo, el conductismo, teorías del campo o gestalt, procesamiento de la información, aplicadas a la enseñanza aprendizaje de contenidos específicos son insuficientes. Esta posición es fuertemente apoyada por los investigadores franceses Brousseau y Chevallard, quienes consideran crucial el papel jugado por el saber en los procesos de enseñanza aprendizaje.

La complejidad del sistema global de la enseñanza de las matemáticas admite la descomposición en teoría, desarrollo y práctica. Estos tres campos se interesan por lo mismo: el funcionamiento de los sistemas didácticos y, con estos, la mejora de la educación matemática; pero, individualmente, son distintos. Las hipótesis epistemológicas y psicológicas que sirven de punto de partida para la teoría desarrollada son:

a) Las matemáticas constituyen una actividad humana, que se interesa por la solución de situaciones problemáticas, que pueden estar referidas al mundo físico, social, o al propio campo de las matemáticas. En ésta hipótesis, se considera a las acciones de las personas la fuente genética de las conceptualizaciones matemáticas (constructivismo piagetiano).

b) Las matemáticas constituyen un lenguaje simbólico, en el que se expresan las situaciones-problema.

c) Las matemáticas constituyen un sistema conceptual, lógicamente organizado y socialmente compartido (Godino y Batanero, 1996: 9-10). Esta síntesis del desarrollo de La Didáctica Fundamental de las Matemáticas, realizada principalmente en Francia, durante los últimos años, se ha desarrollado prioritariamente como un campo de investigación independiente del campo de acción del sistema educativo. Ha centrado su atención, como ya se había mencionado anteriormente, en los contenidos a enseñar (Michel Artigue, Regine Douady, Luis Moreno y Pedro Gómez, 1995). Además, presenta, como ya se ha dicho, caracteres diferenciales respecto a otros enfoques: concepción global de la enseñanza y estrechamente ligada a la matemática y a teorías específicas de aprendizaje y, además, búsqueda de paradigmas propios de investigación, en una postura integradora entre los métodos cuantitativos y cualitativos (Godino, 1991: 21-31).

Esta línea tiene el interés de establecer un marco teórico original, como propone Morin (1994: 425-435), desarrollar sus propios conceptos y métodos, considerando las situaciones de enseñanza-aprendizaje globalmente. Los modelos desarrollados comprenden las dimensiones epistemológicas, sociales y cognitivas y procuran tener en cuenta la complejidad de las interacciones entre el saber, los alumnos y el profesor, dentro del contexto particular de la clase.

Esta didáctica que se ha desarrollado en Francia, se caracteriza por su enfoque sistémico en relación con los fenómenos de la enseñanza, a los que caracteriza

como sistemas abiertos al exterior en los que tienen lugar las relaciones entre los profesores, los alumnos y los contenidos a aprender. Hay tres aproximaciones principales, complementarias entre sí y parcialmente articuladas:

- Una aproximación “cognitiva” que gira alrededor de los trabajos de Gérard Vergnaud, llamada Teoría de los Campos Conceptuales.
- Una aproximación a través de los “saberes”, que gira alrededor de los trabajos de Yves Chevallard y su teoría llamada Transposición Didáctica.
- Una aproximación a través de las “situaciones”, que gira alrededor de los trabajos de Guy Brousseau, llamada Teoría de las Situaciones Didácticas. Esta aportación teórica, ha tenido la influencia más determinante. Un concepto central en esta aproximación es el de Contrato Didáctico, indispensable en el análisis del funcionamiento cognitivo (Godino, 1991: 24-30). Tenemos también la metodología de la Ingeniería Didáctica, que se basa en un control a priori del proceso de las situaciones del proceso experimental, buscando precisar las posibilidades que se han seleccionado, los valores de las variables didácticas que se producen y el sentido que pueden tener los comportamientos previstos. En el análisis a posteriori se compara la realización efectiva y se busca lo que rechaza o confirma la hipótesis. En esta aproximación teórica, tendencia integradora del constructivismo y el socioculturalismo en la enseñanza de las matemáticas (Alberto Fernández Fernández, 1997: 4), el conocimiento es considerado como instrumento-objeto de conocimiento.

Por último, sólo mencionaremos que hay en la actualidad, a nivel mundial, tres grandes núcleos de investigadores: TME (Teoría de la Educación Matemática), PME (Psicología de la Educación Matemática) y la ya mencionada Escuela Francesa de Didáctica de la Matemática (Godino, 1991: 14-31).

1.3.3.7. La formación matemática de los docentes.

No siempre es fácil determinar qué es lo que ha provocado un cambio específico en una ciencia o en una cultura (tanto la ciencia como la cultura son procesos constructores y construidos por procesos sociales). Las revoluciones científicas no pueden explicarse únicamente por la aparición de una teoría mejor, valiéndose para ello sólo de criterios científicos. Los factores que hacen que una comunidad elija una teoría como la más adecuada parecen ir más allá de la evidencia empírica y la necesidad teórica (Kuhn T. citado por José María Sotomayor, 1986: 1-5).

La ciencia, los procesos culturales y la subjetividad humana son socialmente construidos. Si la realidad no es natural y autoevidente, como se creía (ver Edgar Morin, 1994: 431) sino construida (ver Paul Watzlawick, 1990: 17-21; 1997: 3), también puede ser deconstruida, interrogada, cuestionada. Como se dijo en apartados anteriores, ya no se trata de buscar el conocimiento general ni la teoría unitaria, sino de encontrar un método que detecte las vinculaciones entre éstos. Este método consiste en aprender a aprender; además, no provee una metodología, una receta técnica, sino que inspira un principio fundamental, un paradigma. Los nuevos paradigmas cuestionan un conjunto de premisas y nociones que orientaron hasta hoy la actividad científica. La ciencia no es neutra, como se nos ha hecho creer, sirve para destruir y construir, así como para alterar cursos de acción. Devenir un ser humano consiste en participar en procesos sociales compartidos en los cuales emergen significados, sentidos coordinaciones y conflictos (Dora Fried Schintman, 1994: 15-34). La pérdida de la seguridad en el futuro podría ser una ventaja (contra todo lo que se dice en todos los medios masivos de comunicación), sobre todo si nos empuja a la aventura de lo desconocido; ella nos ha hecho desarrollar la conciencia de la ambigüedad de los procesos científicos y técnicos, y de la incertidumbre de nuestro porvenir. Sentirse partícipes/autores de una narrativa de la construcción de los relatos históricos, es una de las vías de que disponen los individuos y los grupos humanos para intentar

actuar como protagonistas de sus vidas, incluyendo la reflexión de cómo emergemos como sujetos, de cómo somos participantes de y participados por los diseños sociales (Dora Fried Schintman, 1994: 15-34).

Podemos identificar el rol del docente actual como transmisor de conocimientos: Organiza su clase apoyado en “certezas”, creencias, verdades personales que le dan seguridad y le permiten tomar decisiones, aunque éstas sean más intuitivas que reflexivas. Este sistema de creencias (combinación de actitudes, concepciones, prejuicios, en algunos casos teorías y modelos de enseñanza-aprendizaje), alimentado y desarrollado por la familia docente constituyen el núcleo fuerte y duro, resistente a todo proceso de “formación docente-transformación educativa-cambio social”. El discurso teórico, acerca de nuevos modelos y paradigmas de enseñanza, en general, es aceptado, pero no se ve reflejado en las planificaciones y modo de organizar sus clases y seleccionar contenidos. Por otra parte, la “declamación” de lo que se “debe hacer”, no es a juicio de autoridades y alumnos, transferida al aula por los docentes (G. Merino, M. Roncoroni, S. Ramírez y E. Wrotniak, 1996: 97-107). Todos los profesores tienen teorías que se proyectan en sus percepciones, en sus valoraciones, en las atribuciones que hacen y que legitiman, aunque sea de forma no del todo explícita ni coherente, las decisiones prácticas que adoptan (Carr y Kemmis, 1988: 26-28), afirman que quienes no tienen una teoría no pueden hacerla explícita. La formación de profesores de matemáticas, sobre todo de los que están en servicio, se compone de un conjunto de experiencias débilmente coordinadas para poder proveer, mantener y actualizar a un cuerpo de profesores competentes para el nivel de educación básica. Una problemática que se presenta, en este intento de formación, es ponerse de acuerdo respecto de qué realidad práctica es para la que formamos, pues, ésta hoy es notoriamente plural, incierta y cambiante. Se ha formado y se sigue formando a los profesores para desarrollar un proyecto unitario de educación, cuando ésta se tiene que ejercer en condiciones muy diferentes según los casos (Gimeno Sacristán, 1995: 1-23). La política de formación del profesorado, aún manteniendo el discurso sobre la reflexión práctica, se ha

alejado de esta orientación (favorecer un perfil profesional del profesor enriquecido filosófico, científico, técnica, y políticamente). La cuestión no parece estar en la búsqueda de una tecnología que permita establecer las actividades que más eficientemente resulten formativas, sino en un proceso formativo que atienda las relaciones entre la teoría y la práctica por medio del estudio, la reflexión y la práctica (José María Rozada Martínez, 1996: 8).

Parece que la política de implantación de la “reforma”, en España, la “modernización” aquí en México, ha resucitado el papel de los expertos dispuestos a decir lo que hay que hacer en cada momento. Las reformas elaboradas por estos expertos están representadas por una racionalidad tecnológica en su sentido estricto, identificándose con el adiestramiento, para llevar a cabo dicha innovación; y de no ser porque, de hecho, siempre se presta atención a lo ideológico, por aquello de “los profesores piensan” y no hay manera de implantar currículos a prueba de profesores”, estaríamos padeciendo una dictadura explícita (desgraciadamente lo ideológico varía según el grado de conciencia, y va desde la mitología, el folklore y las creencias populares hasta la filosofía), ya que, todo apunta a un control, y hasta es increíble que no se advierta que la incorporación plena del sujeto es incompatible con la lógica del control (J. M. Rozada, 1996: 13).

Cuando se piensa en la formación del profesorado como vía para el cambio en la enseñanza, se propone la reflexión sobre la práctica, pero pensando, no en los resultados sino en el propio pensamiento. La burocracia ignora al sujeto, mientras que la alternativa reflexiva lo reivindica.

En España, hasta el Ministro de Educación ha denunciado que la política de formación del profesorado en ejercicio se ha ubicado en el paternalismo y el dirigismo (Joan E. Cantarero Server, 1996: 47-57). En México, la opinión de autoridades educativas es de que las instituciones formadoras de docentes no han cumplido con las expectativas (ver Gilberto Guevara Niebla y su artículo: México, país de reprobados). El papel que pueda desempeñar la universidad en la

actualización de los docentes en servicio parece depender de la óptica que se adopte, según el modelo de enseñante que defendamos. La concepción tradicional que consideraba al profesor como un transmisor de contenidos y un evaluador de resultados se ha visto superada por la complejidad de la vida del aula. Las diferentes y crecientes exigencias que recaen sobre los enseñantes, la diversidad de intereses que confluyen en la escuela, la heterogeneidad del alumnado, la aparición de nuevos y potentes medios de difusión del conocimiento, son algunos de los factores que implican una concepción diferente de la del profesor como técnico. La propia SEP perfila un docente práctico-reflexivo. El perfil deseable del docente deberá ser el de un profesional capaz de analizar el contexto en el que se desarrolla su actividad y de planificar ésta; de combinar una enseñanza para todos con las exigencias individuales, considerando las desigualdades, pero aceptando la diversidad latente en los sujetos, y buscando un saber integrado a través del trabajo colegiado dentro de un proyecto institucional (Cantarero, 1996: 49).

Como ya se dijo en el capítulo anterior, este perfil de docente requiere un nuevo modelo de formación, tanto inicial como permanente. Ya no se puede aplicar un enfoque centralizado o vertical basado en cursos o cursillos que programan la administración y los expertos. Este tipo de acciones, desde arriba, dice Pereyra (citado por Cantarero, 1996), lo que más generan es resistencia de los docentes. Son los modelos de colaboración y las organizaciones independientes, que puedan hacer coincidir en preocupaciones y objetivos a otros docentes e investigadores, los que van ganando presencia, y los que pueden prosperar (Cantarero, 1996: 49).

Ante el carácter instrumental que ha caracterizado los planes de formación de profesores, tenemos que optar por una alternativa que integre teoría y práctica educativas. La finalidad preferente y estratégica será promover la reflexión crítica sobre la práctica. Esto supone pasar de los cursos a otro tipo de metodologías como la investigación o los seminarios, o grupos de docentes constituidos por

iniciativa propia. Además, deberán tener un enfoque global y en la línea de la complejidad. Este modelo, en lo general, deberá contemplar la investigación educativa-desarrollo curricular perfeccionamiento del profesorado. Si no se consideran conjuntamente estas dimensiones no tendrán sentido pleno; sobre todo, si no se considera la transformación de la escuela y la mejora de los enseñantes (Cantarero, 1996: 50-52). Cada vez, se hace más necesario, entre los docentes de matemáticas, la formación de academias de profesionales (transdisciplinarias) capaces de ir elaborando, experimentando y contrastando propuestas de mejora en la enseñanza de las matemáticas (Daniela Cela Bermejo y Emma García Sánchez, 1996: 77-88).

Estas autoras proponen cambios cualitativos basados en la reflexión, el análisis y la investigación, superando la transmisión generalizada en los modelos de formación (cursillos) oficiales. En esta línea, se justifica la autonomía de los Centros de Profesores para elaborar sus planes de formación considerando: promover el funcionamiento institucional de las escuelas, apoyando el trabajo sistemático del profesorado mediante estrategias y técnicas de reflexión que permitan la reconstrucción y análisis de las prácticas en el aula y posibilite la elaboración conceptual de los cambios que van abordando, en la búsqueda de una coherencia entre la práctica y la teoría que la sustenta (Cela Bermejo y García Sánchez: 82-85).

Esta idea cobra fuerza con las ideas de L. Stenhouse (1993: 24), cuando afirma que es imposible promover cambios y reformas educativas si el profesorado no participa activamente en el proceso y en el desarrollo del curriculum. Un proceso de formación debe incidir fundamentalmente en el pensamiento del profesor y en su práctica educativa a través de procesos de investigación-acción (Stenhouse 1993: 85-87). Una idea sintetiza el pensamiento de Stenhouse:

“ No es posible el desarrollo de un curriculum sin el desarrollo de profesor” (Stenhouse, 1993: 103).

Con respecto a la enseñanza de las matemáticas existen cada vez más pruebas de que la profundidad del conocimiento en la materia de un tema escolar concreto juega un papel decisivo en el proceso de enseñanza (Diana Tirosh, 1993: 61-86). En la actualidad, estamos viviendo un creciente interés en la educación matemática, hacia la problemática planteada por la formación de profesores de matemáticas, debido, entre otras cosas, al fracaso escolar, que provoca tanta deserción, la insatisfacción consecuente de algunos profesores, de los padres de familia, de autoridades educativas; y las nuevas reformas curriculares, las cuales exigen una renovación del profesor, en ciertas materias.

Estas reformas plantean, también, un cambio de paradigma educativo, que sea congruente con el desarrollo de un nuevo paradigma epistemológico de la matemática (Ernest, 1991; Cooney, 1994) (citados por Godino, Batanero y Flores, 1998: 1).

Una formación del profesor, exclusivamente matemática o psicopedagógica de índole generalista no parece suficiente, dada la complejidad cognitiva y didáctica que presentan los conceptos y métodos matemáticos (J. D. Godino, M. C. Batanero y Pablo Flores, 1998: 1) La investigación didáctica centrada en la formación de profesores está produciendo abundante información sobre lo que podemos describir como “conocimiento didáctico del contenido”. En consecuencia, se está proponiendo que los cursos de formación de profesores de matemáticas contemplen aspectos como los siguientes:

- La reflexión sobre el significado de los objetos matemáticos particulares que se pretende enseñar, y el estudio de las transformaciones que experimentan los mismos, para adaptarse a los distintos niveles de enseñanza.
- El reconocimiento de las dificultades, errores y obstáculos de los alumnos en el aprendizaje y sus estrategias en la resolución de problemas.
- La ejemplificación de situaciones didácticas, metodología de enseñanza para temas específicos y recursos didácticos específicos.

- La búsqueda de criterios y medios para llevar a cabo esta formación: los conocimientos sobre los aspectos epistemológicos de los contenidos matemáticos y sus transposiciones didácticas, así como los obstáculos y las dificultades de los estudiantes, deberían ser asumidos y adaptados por los propios profesores. Para este fin, y desde una perspectiva constructivista y social de la educación matemática, consideramos que los conocimientos didácticos tendrían que ser contextualizados en situaciones significativas para los profesores en formación, pues la metodología de los cursos de preparación de profesores tiene que reflejar los principios metodológicos deseables en la propia acción didáctica de los profesores.

Como se ve, se está proponiendo una visión de la tarea profesional del profesor basada en darle mayor importancia a los procesos de pensamiento del profesor. Para completar este proceso se propone la confrontación y validación de las propias creencias y concepciones frente a los resultados producidos por la investigación didáctica (Godino, Batanero y Flores, 1998: 2).

Esta propuesta cobra sentido, pues existen cada vez más evidencias de que la profundidad del conocimiento en la materia de un tema escolar concreto juega un papel decisivo en el proceso de enseñanza (Diana Tirosh, 1993: 2). El conocimiento matemático a enseñar comprende tres categorías: el conocimiento del contenido de la materia, el conocimiento pedagógico y el conocimiento curricular. El conocimiento del contenido de la materia es la cantidad y organización del conocimiento en la mente del docente. Para pensar el conocimiento de un contenido, el docente debe tomar en cuenta, además del “qué”, el “por qué es así”. El conocimiento del contenido pedagógico consiste en la comprensión de las razones por las cuales el aprendizaje de determinados temas específicos resulta fácil o difícil, así como el considerar los conocimientos matemáticos que los alumnos de diferentes edades traen consigo a la situación de aprendizaje. El conocimiento curricular consiste en la toma de decisiones que el docente debe hacer ante el abanico de programas diseñados para la enseñanza

de la matemática y temas concretos en un determinado nivel. Sólo muy recientemente, se han empezado a desarrollar materiales dirigidos a aumentar el conocimiento del contenido pedagógico y matemático de los docentes: la comprensión sobre conceptos matemáticos, estructuras y relaciones entre temas; la forma en que se establece la verdad en matemáticas, cuáles son las ideas arbitrarias o convencionales y cuáles son lógicas y necesarias. También, aumentar el conocimiento de las estrategias, los preconceptos y los conceptos erróneos de los alumnos (Diana Tirosh, 1993: 1).

Los profesores deben familiarizarse con las diversas formas de argumentar de sus alumnos, así como detectar los posibles orígenes de éstas y deben estar atentos a las perspectivas matemáticas que los alumnos desarrollan. La actitud de los profesores ante las aportaciones y respuestas sugeridas por los alumnos estimula a muchos de ellos a desbloquear sus conocimientos, a meditar sus respuestas y a reconsiderar y a evaluar otra vez sus juicios.

Aquéllos que creen que las matemáticas constituyen una disciplina rígida; que no tiene por qué comprenderse, son mucho menos que aquéllos que consideran las matemáticas como algo fascinante, en constante crecimiento y cuya lógica se puede comprender. Estos últimos tenderán a enseñar las matemáticas intentando conseguir una comprensión relacional, comprendiendo el “qué” y el “por qué”, mientras que los primeros tenderán a enseñar matemáticas de forma instrumental, sin decir, sin explicar la razón (Diana Tirosh, 1993: 2). Cuando se desarrollan materiales para los profesores, es importante considerar no sólo sus conocimientos básicos, sino también sus creencias sobre las matemáticas y su enseñanza.

El mito sobre la dificultad del contenido matemático escolar y la selección natural que se da a partir de su dominio son antecedentes que pesan entre los profesores, en relación con la enseñanza de las matemáticas, y en los programas de actualización en los que participa. Cuando el profesor tiene un dominio sobre el contenido matemático, el programa, el libro de texto y otros documentos se

convierten en apoyos. Se superan las dependencias y el proceso se dinamiza (Eréndira Valdez Coiro, 1996: 89-95). Hay resistencias para asumirse como aprendiz adulto, ante saberes que no sólo informen, sino que también formen.

Tanto los estudiantes para profesores de primaria como los docentes en servicio, manifiestan una sentida preocupación por el procedimiento algorítmico como aspecto fundamental de la resolución de problemas. Todo lo que conocen, acerca de la necesidad de partir del alumno, de sus conocimientos y habilidades, etc. parece que se les olvida. Las referencias teóricas establecidas que hay que desarrollar para la resolución de problemas no son tenidas en cuenta. Hay un desajuste entre los conocimientos que tienen al respecto y la actividad docente desarrollada en las prácticas. De aquí podemos concluir que una de las principales dificultades en la formación inicial y permanente del profesorado es la formación práctica: “mucha teoría, pero no me han preparado para la práctica”, son una constante tanto en los profesores en formación como en los profesores en servicio (David Block Sevilla, Martha Dávila V. y Patricia Martínez F., 1995: 5-26; Lorenzo J. Blanco Nieto, 1996: 53-64) . Si partimos de la idea de Lorentz Stenhouse (1993: 155), de que sólo el propio profesor puede cambiar al profesor, de que no puede haber innovación significativa en la educación, que no tenga en su centro las actitudes de los profesores, y de que se aprende lo que se hace, es obvio que la acción de los formadores de profesores de matemáticas debe ir en la línea de hacer que éstos, los futuros profesores hagan, como estudiantes, lo que ellos, como profesores tendrán que hacer, a su vez con sus alumnos. Ya hemos comprobado de manera suficiente que la simple información sobre posiciones alternativas no ha mejorado ni va a mejorar la formación del profesor.

1.3.3.8 Conceptos fundamentales en la enseñanza de la matemática.

Para Díaz Barriga (1992: 82-97), el análisis de la matemática no es necesariamente el mismo desde el punto de vista del psicólogo que del matemático. Si lo que los docentes hacen es producto de lo que piensan (Clark y

Peterson, 1990: 445), se necesita reflexionar en que cuando se trabajan las matemáticas, se tienen que trabajar con diversos tipos de conocimiento: el propio, el de los alumnos, el de las disciplinas y el de los libros de texto (Yves Chevallard y la Transposición Didáctica), y no siempre se es consciente de ello. Además, también el alumno tiene que considerar el conocimiento propio, desde el cual parte; el del texto, y el del profesor (Francisco F. García Pérez, 1995: 83-94). ¿Qué pasa cuando los docentes no reflexionan en esto?, ¿Qué sucede cuando el profesor sólo considera su propio conocimiento, ignorando el de sus alumnos?, ¿Cuando enseña, piensa en todos estos factores? Por último ¿Considera que debe partir de los conocimientos que tiene el alumno? Bueno, y si el docente no fue formado en esta perspectiva, ¿qué hacer?; porque, si fue formado para trabajar de una forma, y ahora le dicen que debe trabajar de otra, ¿qué debe hacerse?. Ante esta problemática, y, con la finalidad de plantear algunos elementos que permitan esbozar una posible salida alternativa a la misma, podemos partir de algunas ideas centrales:

- La enseñanza directa de los conceptos es imposible y estéril (L. S. Vigotsky, 1992: 120). El docente que lo intenta no logra sino un verbalismo hueco, una repetición de palabras por parte del alumno, que simulan un conocimiento, pero que sólo encubren un vacío.
- En los conceptos científicos que el alumno adquiere en la escuela, la relación de un objeto está mediatizada desde el comienzo con algún otro concepto. La verdadera noción de un concepto científico implica una determinada posición en relación a otros conceptos, un lugar dentro de un sistema de conceptos (Vigotsky, 1992: 131).
- Los profesores tienden a considerar una pérdida de tiempo el “recorrer un camino largo”, cuando conocen el “atajo” más directo al punto de llegada, que, culturalmente, es lo importante. Los profesores se agobian con la tardanza de un método que es “interesante, pero exige demasiado tiempo”. Sin embargo, parece ser que lo que realmente sucede y que lo lleva a esgrimir esa preocupación de “demasiado tiempo”, es que: a pesar de que afirma su postura constructivista, a

muchos profesores les falta, en el fondo, convicción respecto a la necesidad de desarrollar ese proceso de construcción del conocimiento sujeto al ritmo de aprendizaje, a veces largo, cuando ellos ya saben las respuestas, y los alumnos, por su parte, están demandando también soluciones conocidas y no estresantes. ¿Cómo puede desarrollar una enseñanza basada en la construcción del conocimiento el profesor que, en el fondo, cree que el conocimiento “ya está construido”, y, además, de una forma determinada?. ¿Para qué planear y desarrollar una secuencia de actividades diversas y graduales, si se puede aplicar, repetidamente, una misma actividad? (Francisco F. García Pérez, 1995: 83-94).

- La historia de las matemáticas muestra que los avances matemáticos casi siempre se originan en un esfuerzo por resolver un problema específico (Diudonne, citado por Luz Manuel Santos, 1992: 16-24).

- Las matemáticas se han construido como respuesta a preguntas que han sido traducidas a problemas. La cuestión esencial de la enseñanza de las matemáticas es, entonces, hacer que los conocimientos matemáticos enseñados tengan sentido para el alumno (Rolan Charnay, 1994: 51-63; Luz Manuel Santos Trigo, 1995: 47-62). El enfoque metodológico actual propone que los problemas a los alumnos deben ser planteados desde el principio, antes de que se aprendan los procedimientos convencionales de solución (Fuenlabrada, 1996: 1-6). El sentido de la resolución de problemas en la escuela, pues, tiende a ser la aplicación de las técnicas operatorias previamente enseñadas, y después de haber visto un ejemplo “modelo” (David Block S.; Martha Dávila V. y Patricia Martínez F., 1995: 5-26). Las soluciones apoyadas en dibujos son consideradas válidas sólo para los niños de primer grado. Parece que el maestro únicamente prepara a sus alumnos para resolver problemas en el examen, cuando éstos deben ser el punto de partida y el punto de llegada (Santos Trigo, 1995: 55-57).

- Para Guy Brousseau, (1983) (citado por Bernardo Gómez Alfonso, 1996- 6-7), el error y el fracaso no juegan el papel simplificado que a veces se les hace creer. El error no es simplemente el efecto de la ignorancia, de la inseguridad, del azar, como se cree en las teorías empiristas y conductistas del aprendizaje, sino el efecto de un conocimiento anterior que tenía su interés, su éxito, pero que, ahora,

se manifiesta falso, o simplemente inadaptado. Tanto en el funcionamiento del maestro como del alumno, el error forma parte del sentido del conocimiento adquirido. El error no es sólo la ausencia de respuesta correcta, debe considerarse más como un producto de la experiencia, una parte del proceso de aprendizaje que se revela de forma persistente y reproducible. El análisis de los errores, desde esta perspectiva, es muy interesante; ya que, puede evidenciar la existencia de dificultades que están relacionadas con malentendidos instalados y consolidados, que el docente puede no detectar. Cuando se presenta por parte del estudiante, se vuelve una ayuda para su aprendizaje; cuando se presenta por parte del profesor, puede ser una ayuda para que éste diseñe estrategias didácticas más eficaces (Bernardo Gómez Alfonso, 1996: 6-7).

- Podemos identificar el rol del docente actual como transmisor de conocimientos (G. Merino Roncoroni, M. Ramírez y E. Wrotniak, 1996: 97-107), pero, éste, puede asumir otra actitud a partir de la asunción de otra concepción sobre la matemática.

- Aunque en el marco curricular teórico se enfatiza la necesidad de usar la teoría piagetiana para la enseñanza de la matemática, promoviendo, así, el aprendizaje activo, el contenido seleccionado por los docentes, muchas veces, no permite la participación real del alumno (Ana Cecilia Agudelo Valderrama, 1995- 13). El conocimiento que los alumnos necesitan demostrar en exámenes y pruebas oficiales, pertenece a la categoría de conocimiento algorítmico.

- Existe actividad sólo cuando los alumnos empiezan a darse cuenta de sus posibilidades de acción y se concientizan de sus propias condiciones como resultado de las discusiones y análisis de las investigaciones hechas en el aula (Agudelo, 1995- 13).

- El método es, simultáneamente, requisito previo y producto, la herramienta y el resultado del estudio (Vigotsky, 1985- 105). En la Ingeniería Didáctica, el contenido se convierte en herramienta y objeto, instrumento-conocimiento (Michel Artigue, Regine Douady, Luis Moreno y Pedro Gómez, 1995).

- Si el contenido de una materia se trata a través de especialistas y el proceso como asunto psicológico, nunca vamos a descubrir qué es lo importante en el aprendizaje, porque “no existe ningún proceso de aprendizaje en sí”. No se puede

aprender sin ningún contenido. Es la tarea del docente, averiguar cuál es el concepto que tiene el estudiante de determinada materia, de manera que él pueda enseñarla, pero podrá enseñarla solamente sabiendo la manera en la cual los estudiantes la conciben. El buen docente está atento a lo que pasa en la mente de los estudiantes (Marton Ference, s/f: 2/7-3/7)

- Las teorías que ignoran el hecho de que el juego completa las necesidades del niño desembocan en una intelectualización pedante del juego. El juego no debe considerarse el rasgo predominante de la infancia, sino un factor básico de desarrollo.

-El trabajo (juego) en equipo potencia los aprendizajes. - La adquisición de la noción de número, por parte del niño, implica dos aspectos distintos pero complementarios: el concepto y la escritura (Pedro Bollás, 1991,).

1.3.4 Desarrollo humano

La Matemática siempre ha tenido un lugar privilegiado en el desarrollo humano por su presencia práctica en la vida cotidiana, su protagonismo en el ámbito científico-tecnológico y su influencia en el ámbito artístico. Es además considerada como ámbito privilegiado del pensamiento humano. Probablemente este privilegio radique en el hecho que ofrece posibilidad de abstracción desde la manipulación concreta (sensorio-motriz) de objetos a temprana edad. Operaciones mentales como clasificar, cuantificar, ordenar, seriar, ubicar, discernir, comparar, simbolizar, generalizar, representar, construir teniendo en cuenta la percepción espacial, etc. Se van dando en el pensamiento humano, de forma creciente en complejidad, ya desde los primeros contactos del hombre con los objetos. Justamente, hacer Matemática consiste en sistematizar acciones como las anteriores y los resultados de las mismas.

La Matemática es una ciencia formal que persigue rigor en sus fundamentos, por lo cual axiomatiza sus construcciones y no consiente ambigüedad en las definiciones. Esta disciplina ha persistido en la cultura humana y tiene actualmente

un creciente protagonismo. Luís Santaló, explica este fenómeno a través del carácter de dualidad que la Matemática presenta (Santaló, 1994), la cual no es entendida como una relación dialéctica entre sus características sino como la posibilidad de brindar una visión diversificada de las cosas. La dualidad de la Matemática consiste en que a lo largo de su historia se han referido, y se refieren, a ella como arte y como técnica, como teoría y herramienta, como filosofía y aplicación, como paradigma de exactitud y como modelo de aproximación, como creación intelectual pura y como verificación experimental¹³.

Es importante anotar, además, que conocer la trayectoria del campo disciplinar de la Matemática, conllevaría a interpretar ciertas connotaciones a las que ha sido etiquetada por parte de estudiantes y personas que no manejan a plenitud elementos matemáticos y que por el contrario la apartan buscando excusas por ser para ellos una ciencia complicada. Se puede analizar, entonces, algunas consideraciones de la Matemática como disciplina científica, entre las que se tiene: sus mecanismos de producción, sus características especiales que la diferencian de otros campos disciplinares, su presentación a la comunidad no especialista, es decir cuál es su imagen, y finalmente la Matemática a enseñar a nivel escolar y a nivel universitario, en donde el Cálculo juega un papel determinante.

El Cálculo Diferencial, y las Matemáticas en general, tiene imagen ante la sociedad estudiantil y académica de de una ciencia fría, rígida y poco asociada con el quehacer humano. Así también se la considera difícil y circunscripta a un reducido grupo de individuos. Esta imagen tan difundida es la que Ernest llama visión absolutista (Ernest 1996). Esta posición hace ver al Cálculo como universal, objetivo y cierto; de él se asume que los objetos de estudio son preexistentes y la

¹³ FALSETTI. Marcela, RODRÍGUEZ. Mabel, CARNELLI. Gustavo., FORMICA. Francisco. Perspectiva integrada de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: una mirada al campo disciplinar de la matemática. Revista iberoamericana de educación matemática - septiembre de 2006 - número 7 - página 23-38. Bajado en http://www.fisem.org/descargas/7/Union_007_004.pdf

tarea del hombre es “descubrirlos”; no se contempla la posibilidad de la “invención” y se asume que los “objetos” matemáticos y el conocimiento son necesarios, perfectos y eternos. El Cálculo es considerado, entonces, como la rama de la Matemática más compleja, carente de valores e independiente de la cultura y de la historia. Es esta filosofía absolutista la que ha regido en la sociedad hasta no hace mucho tiempo atrás y, fruto de esta interpretación a lo largo de tanto tiempo, es la imagen negativa que se tiene de él en realidad.

Se debe, entonces, pensar en reivindicar esta imagen rígida del Cálculo, pues ha influido de tal manera que por tradición y desconocimiento, pereza, falta de interés u otro motivo, los estudiantes universitarios han hecho del Cálculo Diferencial una asignatura de faceta menos humana. Precisamente, en este trabajo se busca estrategias que guíen al docente y al estudiante a desarrollar en este último las competencias matemáticas necesarias para que su estudio sea placentero y significativo en su vida profesional.

1.4 Definición de términos básicos

Competencias

Competencias cognitiva es un “saber hacer un contexto”, es decir,” aquellas acciones que expresan el diseño del hombre en su interacción con textos socio culturales y disciplinarios específicos” (ICFES – 1998: evaluación por competencias)

Se trata de saber, por que implica apropiación de conocimientos; pero sobre todo un saber hacer, porque se requiere el desarrollo de habilidades intelectuales específicas (interpretar, argumentar, proponer) para aplicar el conocimiento adquirido a situaciones determinadas de la ciencia y de la vida es decir, en el contexto concreto.

Según esto las competencias no se desarrollan con el menor saber, sino con el saber hacer o “know how” o conocimiento procedimental, que consiste en el dominio de las reglas inferidas y construidas a partir de esquemas de procedimientos que permiten actuar inteligentemente en campos o dominios distintos.

Lo que interesa aquí es pensamiento pragmático o de poder del saber (Francis Bacon: “saber es poder”). Con razón escribió Jorge Brovetto (uruguay)”: ¿no esta detrás de todo esto el concepto de que en definitiva el conocimiento es una mercancía que compra y con la cual se obtiene bienes que conducen a un mejor nivel de vida y, en definitiva, al bienestar personal y grupal?” .en esta doble vertiente de la competencia como capacidad de captación (saber hacer) subyacen ciertamente las teorías de Noham Chomsky sobre competencias lingüística y de Jugen Habermas sobre competencias comunicativas.

Competencias y aptitudes

La aptitud es la disposición para aprender, pero no es propiamente un aprendizaje, por tratarse de una capacidad fija que caracteriza a los individuos y que se distribuye de manera desigual entre la población determinando las diferencias en el logro educativo.

Las aptitudes resultan de la comunicación de rasgos mentales motivacionales y culturales que facilitan a un individuo el aprendizaje en determinada área de desempeño observable. En este sentido la aptitud viene a ser un rasgo innato o un don natural de cada persona.

La competencia, en cambio, tiene que ver más con la naturaleza de la mente y la actitud intelectual (procesos cognitivos) comunes a todos los individuos, puesto que existen características cognitivas universales; solo que estas características

no dependen exclusivamente de factores intrapsíquicos, ya que las acciones situadas en el escenario cultural. En síntesis, la aptitud es la predisposición: la competencia, en cambio es habilidad.

Cognitivo y cognoscitivo

aunque los psicólogos y pedagogos usan con frecuencia los términos cognitivos y cognoscitivo como sinónimo es conveniente sin embargo, distinguirlos desde un punto de vista filosófico (gnoseología), Cognitivo hace referencia a los procesos mentales que hacen posibles en conocimiento ; cognoscitivo se refiere mas bien al producto de esos procesos: los contenidos de conocimiento o pensamiento. Si hablamos de competencia cognitiva para expresar habilidades de pensamiento, y de contenido cognoscitivo cuando se trata de conceptos y conocimientos de específicos de una ciencia o área determinada de un saber.

Competencias matemáticas

La formación y desarrollo de competencias en el estudiante para el pensamiento matemático o dominio de conceptos y estructuras matemáticas le permiten construir significados al enfrentarse a situaciones que le exijan usar conceptos, establecer relaciones, hacer razonamiento, aplicar procedimientos y construir estrategias para validar, explicar y demostrar. Las competencias matemáticas también son nominados Procesos matemáticos.

Procesos Matemáticos:

Planteamiento y resolución de problemas

La capacidad para plantear y resolver problemas debe ser una de las prioridades del currículo de matemáticas. Los planes de estudio deben garantizar que los estudiantes desarrollen herramientas y estrategias para resolver problemas de carácter matemático, bien sea en el campo mismo de las matemáticas o en otros

ámbitos relacionados con ellas. También es importante desarrollar un espíritu reflexivo acerca del proceso que ocurre cuando se resuelve un problema o se toma una decisión.

Razonamiento matemático

El razonamiento, la argumentación y la demostración constituyen piezas fundamentales de la actividad matemática. Además de estimular estos procesos en los estudiantes, es necesario que se ejerciten en la formulación e investigación de conjeturas y que aprendan a evaluar argumentos y demostraciones matemáticas. Para ello deben conocer y ser capaces de identificar diversas formas de razonamiento métodos de demostración.

Comunicación matemática

Mediante la comunicación de ideas, sean de índole matemática o no, los estudiantes consolidan su manera de pensar. Para ello, el currículo deberá incluir actividades que les permitan comunicar a los demás sus ideas matemáticas de forma coherente, clara y precisa.

Características de las competencias matemáticas

La caracterización de las competencias matemáticas involucra algunas posturas que tienen que ver con la forma de asumir el conocimiento matemático y la educación matemática. Estas posturas surgieron un acercamiento a las matemáticas escolares, en donde se posibilitan los diferentes sentidos que son plausibles ante una situación problema que logre materializar el estudiante. Si bien el énfasis en la enseñanza ya no se centra en la formulación, la rigurosidad de la sintaxis y la abstracción, las cuales son concepciones sobre la matemática escolar que le permiten al estudiante posibilidades de actuación y de construcción de

significados al enfrentarse a situaciones que le exijan buscar conceptos, establecer relaciones, hacer razonamiento, aplicar procedimientos y construir estrategias para validar, explicar o demostrar. En este contexto, conceptos y estrategias matemáticas son recontextualizadas en el ámbito escolar con el fin de propiciar la formación del pensamiento matemático en los estudiantes.

Este desarrollo de pensamiento matemático en los estudiantes es el propósito de la matemática escolar. Las competencias también son evaluables y esta evaluación esta firmemente vinculada a la manera como se enseña y se aprende la matemática en la escuela, este planteamiento lo podemos fundamentar en las siguientes premisas:

- La evaluación de las competencias a partir de situaciones, pone de manifiesto la importancia de la resolución de problemas en el aprendizaje significativo de los conocimientos matemáticos.

- La evaluación de las competencias, busca desprender al estudiante de los problemas típicos o comunes vistos en la escuela, permitiéndole enfrentarse a problemas con diferentes opciones de solución que tienen validez en la matemática.

Para evaluar estas competencias matemáticas se identifican ciertas acciones que permite dar cuenta de lo que estudiante ha conceptualizado a partir de las situaciones problemas y que se evidencian en la modelación que hace de la situación .Estas acciones se refieren a la interpretación, la argumentación y la proposición en contexto de la matemática escolar.

Interpretación

Se refiere a las posibilidades del estudiante para lograr identificar y dar sentido matemático a los diferentes problemas que surgen de una situación. Esta

interpretación exige al estudiante identificar lo matematizable de la situación problema en términos de conocimiento matemático.

Argumentación

Se refiere a las razones, justificaciones, conexiones, relaciones o por qué que el estudiante manifiesta ante un problema. En esta expresión se busca poner en juego las razones o Justificaciones dadas como parte de un razonamiento lógico haciendo relaciones de necesidad y suficiencia, conexiones o encadenamiento que le exige la situación planteada y que se validan desde lo matemático; es decir, estas razones, justificaciones o porque no deben corresponder a una argumentación desde lo puramente cotidiano, sino que deben ser razones que permiten justificar el planteamiento de una solución o estrategia particular.

Proposición

Se refiere a la manifestación del estudiante en cuanto a la generación de hipótesis, establecimiento de conjeturas posibles que seleccionen como validas desde la matemática ante las situaciones propuestas.

En la proposición como en las otras acciones el estudiante pone de manifiesto varios aspectos del saber matemático que subyacen en la situación misma. En esta acción se pretende tener en cuenta las diferentes que el estudiante aborde como pertinentes frente a la resolución de un problema en y desde lo matemático, permitiendo así llegar a la solución.

Estas acciones son puestas en juego en el que se ha denominado ejes que responden y toman cuerpo a partir de lo que se ha conceptualizado como matemático escolar.

La construcción de competencias

Desde la propuesta de chomskiana se asumió que las competencias estaban relacionadas con las actitudes. Retomando a H. Gardner, se vio la necesidad de lanzar una mirada a las ideas sobre la inteligencia ya que, de alguna manera, esta cualidad tiene una vinculación con el tema que se estudia. Se asumió la posición de que las actitudes se construyen, y en esta propuesta inciden muchos factores; de ahí que se afirma que nadie nace con actitudes para desempeñarse en algo. De la misma manera, se procedió con la inteligencia, para tomar distancia de las creencias que supone que las capacidades, las aptitudes y los talentos congénitos. Para ello se trabaja con individuos normales desde el punto de vista de su estructura neuronal.

Al inicio de este milenio, muchas formas de hacer las cosas, de pensarlas y asumirlas como verdad, han ido tomando un matiz de color fuerte y vistoso hacia el tener pensamiento lógico, aplicable asuntos prácticos (inducir, deducir, analizar...).

Ser capaz de asumir retos, comenzar de nuevo replantear nuestra práctica pedagógica, cambiar el discurso oxigenar la imaginación, proponer ideas es igual a ser competentes.

Más que **saber** interesa el **saber hacer** en un mundo donde tanto el ser como el saber están fragmentados.

Se habla de **competencias**. Es decir aquellas acciones que expresan el desempeño del hombre en su interacción con **contextos** socioculturales y disciplinas específicas.

Las **competencias matemáticas** no son ajenas a estas metas, pretenden alcanzar el desarrollo integral el cual se consigue a través de acciones encaminadas a describir los modelos construidos por el sujeto para comprender y asimilar del medio que le rodea y de esta forma movilizar sus esquemas de pensamiento para construir o reconstruir conocimientos, que son la parte de la filosofía que analizan las facultades cognoscitivas del hombre y su capacidad de captar la realidad en sus diversas manifestaciones, lo cual se logra a través de la aplicación de **estrategias pedagógicas**.

Es indispensable crear estrategias que faciliten el aprendizaje, es conveniente el desarrollo del esquema multiplicativo simple el cual permite comprender y resolver situaciones que requieran una sola de las operaciones, multiplicación o división hasta el punto que en su pensamiento estas operaciones hagan parte de un mismo esquema mental y los maneje simultáneamente.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 PARADIGMA Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter cualitativo y adquiere un enfoque congruente con el paradigma crítico social el cual intenta comprender las transformaciones sociales y sus consecuencias sociopolíticas. Este paradigma introduce la ideología de forma explícita y la autorreflexión crítica en los procesos del conocimiento, y como se dijo antes: Tiene como finalidad la transformación de la estructura de las relaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas. Sus principios son: Conocer y comprender la realidad como praxis, unir teoría y práctica (conocimiento, acción y valores), orientar el conocimiento a emancipar y liberar al Hombre, implicar al Docente a partir de la autorreflexión. La problemática de este proyecto se basa en el bajo rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías en el aprendizaje del cálculo diferencial perteneciente al área de matemáticas; siendo éstas las personas que se están investigando y los procesos de enseñanza-aprendizaje que se dan en su entorno, vistos desde los lineamientos de las competencias matemáticas en el nivel superior que constituyen un papel importante en el estudiante, puesto que las competencias le serán un indicativo de qué aprender, para que y cómo utilizar el conocimiento.

2.2 MÉTODO E INSTRUMENTOS

La metodología que se emplea en el proyecto es la misma de investigación etnográfica, puesto que se considera una modalidad de investigación de las ciencias sociales que surge de la antropología cultural y de la sociología cualitativa, donde se aprende el modo de vida de algún grupo de personas, o como lo define Aguirre:

“La etnografía es el estudio descriptivo de la cultura de una comunidad, o de alguno de sus aspectos fundamentales, bajo la perspectiva de comprensión global de la misma”¹⁴ , y esa comunidad que se refiere son los estudiantes, Maestros y directrices que interactúan en el ámbito de educación superior, por tanto téngase presente el sentido que persigue la etnografía desde el punto de vista de Goetz y Le Comte:

“El objeto de la etnografía educativa es aportar valiosos datos descriptivos de los contextos, actividades y creencias de los participantes en los escenarios educativos”¹⁵ .

Los autores de la investigación están inmersos en el proceso de interpretar y describir la realidad de la problemática, la cual se acentúa en una complejidad por los múltiples factores de incidencia o mejor la alta gama de variables de estudio que guardan coherencia entre si. Ante esto es necesario entender la problemática de una forma holística, pero para tal fin es indispensable conocer las partes, como dice Pascal:

“Siendo todas las partes causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y siendo que todas se mantienen entre sí por un vinculo natural e insensible que une a las más alejadas y más diferentes, tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, así como también conocer el todo sin conocer singularmente las partes”¹⁶.

¹⁴ Aguirre 1995, citado por SANDÍN. Maria Paz. Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones. Año 2003. Editorial Mc Graw Hill. Cap 7, página 155.

¹⁵ Goetz y Le Comte (1988), citado SANDÍN. Maria Paz. Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones. Año 2003. Editorial Mc Graw Hill. Cap 7, página 155.

¹⁶ Pascal, citado por MARTÍNEZ Miguel. La investigación cualitativa etnográfica en educación: manual teórico-práctico. Año 2000, editorial: circulo de lectura alternativa. Bogotá. Cáp. 11, página 27.

Teniendo en cuenta lo anterior se ha hecho necesario contar con diferentes instrumentos para recolección y reafirmación de la información más relevante del problema en si, entre estos están: La entrevista, la encuesta y la observación etnográfica.

2.2.1 La Entrevista etnográfica:

Es una técnica para recoger informaciones de los miembros de una comunidad o categoría de personas que tienen características semejantes, con el objeto de describir aspectos relativos a ellos que sean de interés del investigador. Para tal efecto los investigadores tendrán las siguientes recomendaciones:

Localizar a los informantes los docentes, quienes conocen a los estudiantes, involucrados con la situación que se investiga.

Ser amables con ellos, expresarle interés con el fin de motivarlos para que hablen o para que amplíe sus respuestas.

2.2.2 La Observación Etnográfica:

En el campo de la educación su aplicación mayoritaria es la sala de clases, donde sus centros son las conductas verbales y no verbales de los estudiantes, de los profesores y sus respectivas interacciones.

El observador registrará todo lo que sucede en el contexto, tales como: El escenario físico, características de los participantes, interacciones de los participantes y otros aspectos que a juicio del investigador considere importante de acuerdo con los objetivos de la investigación.

2.2.3 La Encuesta:

No es muy aconsejable en investigaciones de este tipo, pero resulta a veces favorable para disminuir el sesgo, por la gran pluralidad de respuestas que es

apreciable en todos los alumnos estudiados, sobre todo si se encamina las preguntas a las categorías de análisis, por ende se utilizarán **preguntas cerradas**: estas contienen alternativas de respuestas que de antemano son delimitadas y las posibilidades de respuesta deben circunscribirse a estas. Estas preguntas pueden ser dicotómicas o sea contener dos alternativas de respuesta o incluir varias alternativas de respuesta.

Las características de las preguntas deben ser: Claras y comprensibles, no incomodar al respondiente, las preguntas no deben inducir a la respuesta.¹⁷

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población corresponde al total de los estudiantes de primer semestre de los diferentes programas de ingenierías de la Corporación Universitaria de La Costa CUC tales como: Ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, ingeniería civil, ingeniería de sistemas, ingeniería industrial e ingeniería ambiental y que se encuentra cursando cálculo diferencial, es de 400 estudiantes jóvenes cuyas edades oscilan entre 16 y 19 años entre mujeres y hombres, éstos son en gran parte de Departamentos vecinos al del Atlántico y una minoría de la ciudad de Barranquilla.

La muestra es una porción de la población citada anteriormente, 80 estudiantes equivalente al 20 por ciento del total.

Tabla 2: CATEGORÍAS E INDICADORES

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍA	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Aprendizaje significativo	-Motivación -Preconceptos - Contextualización	-Actitud hacia el aprendizaje -Aptitud para la ciencia -Aplicación de problemas	-Observación participante -Entrevista a docentes -Entrevista a

¹⁷ VERGEL C. Gustavo. Metodología. Tercera edición 1997, publicaciones Corporación Unicosta Barranquilla, páginas 64-81.

	-Experiencias Anteriores	-Argumentación	estudiantes
Evaluación	-Proceso regulador -Revisión constante -Estrategias -Motivación	-Actitud del docente. -Actitud del alumno. -Conocimientos previos. -Integrabilidad	-Observación participante -Entrevista a docente -Entrevista a estudiante
Desarrollo humano	-Desarrollo de la creatividad -Desarrollo del pensamiento -Flexibilización -Evaluación Integral	-Lenguaje utilizado por los estudiantes -Lenguaje utilizado por los docentes -Abstracción de los problemas de parte de los estudiantes -Interacción maestro alumno -Interacción estudiante-estudiante	-Observaciones -Entrevista a docentes -Entrevista a estudiantes

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Es el momento en que la información ya se tiene, pero se trata de organizarla para extraer de la mejor manera posible los datos más relevantes del problema de la investigación con el propósito de tomar medidas proyectivas que procuren transformar la realidad del problema. Para tal fin es necesario conocer las partes del todo y de esta manera se realice una caracterización minuciosa del problema. El camino que se ha de seguir es tener en cuenta la matriz general que involucra a las diferentes categorías, y posteriormente deducir a través de cada uno de los instrumentos utilizados lo que más trascendió, y para tal efecto se utilizará el método de triangulación, reuniendo y reafirmando las ideas y evidencias más importantes, teniendo en cuenta siempre la coherencia, ya que se explicará el problema de una forma holística, reflejado en una síntesis que muestre una perspectiva de las competencias matemáticas que presentan los estudiantes, y de aquellos rasgos, del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Corporación Universitaria De La Costa, CUC.

Tabla 3: ESQUEMA DE TRIANGULACIÓN

Categorías	Indicadores	Observación	Entrevista a docentes	Encuesta a estudiantes	Síntesis
Aprendizaje significativo	Motivación Método de estudio Conocimientos previos.				
Evaluación	Actitud del Docente. Actitud del alumno. Conocimientos previos. Integrabilidad.				
Desarrollo humano	Reflexión. Valores. Orientación profesional.				

La tabla anterior será desarrollada por partes, es decir por cada uno de los instrumentos utilizados, solamente se ha mostrado para que se tenga una visión general, de lo que se pretende hacer.

3.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN POR INSTRUMENTOS.

3.1.1 ENTREVISTA A DOCENTES.

Categorías	Entrevista a docentes
<p style="text-align: center;">Aprendizaje significativo.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Basándonos en el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a la asimilación de los contenidos del cálculo diferencial, ¿cómo describiría usted las diferentes tendencias que se dan en el grupo? 2) Teniendo en cuenta la respuesta anterior ¿cuál cree usted que son las causas de estas tendencias? 3) Relaciones los recursos didácticos utilizados en la enseñanza del cálculo diferencial 	<p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro 1:</p> <p>En el grupo hay estudiantes que asimilan los contenidos de una manera visual, hay otros que son más analíticos y tan sólo les basta la explicación verbal, como hay otros a los que es necesario una combinación de las dos formas anteriores.</p> <p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro 2:</p> <p>Los estudiantes tienen constantemente dificultades relacionadas con el manejo del fundamento algebraico y trigonométrico, no interpretaban bien las situaciones planteadas.</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro 1: La manera como están desarrollados los tres cerebros: Derecho, central e izquierdo.</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro 2: No saben manejar sus tiempos de estudios; vienen de colegios donde la competencia matemática es deficiente; poseen poca actitud</p>

	<p>y aptitud hacia las matemáticas; baja definición e interpretación de conceptos matemáticos.</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro 1: Marcador, borrador, pizarra, compás, escuadra, acetatos, libro, animaciones flash, etc.</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro 2: tradicional (tablero, marcador, texto guía), de vez en cuando video beam con diapositivas de clases y tablas de derivadas; a veces consultas en Internet.</p>
<p style="text-align: center;">EVALUACIÓN.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas:</p> <p>1) ¿Considera pertinente el contenido programático que se desarrolla en la asignatura de Cálculo Diferencial? SI/NO.</p> <p>2) Cuando le hablan de competencias matemáticas, cómo lo asimila usted-vale hacer la distinción de prueba, concurso etc.</p> <p>3) ¿Maneja el estudiante el lenguaje necesario para el desarrollo de la asignatura de Cálculo Diferencial?</p> <p>4) Indique los tipos de pensamiento que poseen los estudiantes en la asignatura de cálculo diferencial. pensamiento crítico___ pensamiento deductivo___ pensamiento inductivo___ pensamiento analítico___ pensamiento de síntesis___</p> <p>5) Al evaluar un estudiante durante la clase, este responde mostrando:</p>	<p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro 1:</p> <p>Si/ contiene lo necesario como requisito para las asignaturas de cálculo integral, multivariable y ecuaciones diferenciales.</p> <p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro 2:</p> <p>Si/ Aunque se debería conceptuar y aplicar algunos problemas relacionados con álgebra, trigonometría y geometría analítica (pre - cálculo).</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro 1: Entiendo que consisten en el desarrollo de las habilidades necesarias para el saber hacer y saber cómo.</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro 2: Las competencias matemáticas de un estudiante, lo analizo como el conjunto de actitudes, aptitudes hacia la matemática para</p>

<p>Poca argumentación y preparación del tema dado.</p> <p>Un desenvolvimiento adecuado.</p> <p>Un buen desenvolvimiento.</p> <p>un excelente desenvolvimiento</p>	<p>desenvolverse adecuadamente en clases y situaciones de este tipo</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro 1: No. Desafortunadamente el estudiante comúnmente no tiene o no posee este lenguaje, por lo cual al inicio de esta cátedra hago énfasis en ello.</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro 2: Ni maneja el lenguaje necesario, ni algunos recursos necesarios para entender la clase; inclusive se arriesga y se acostumbró a escribirlos como sea; no le pone lógica.</p> <p>Respuesta a pregunta 4 dada por Maestro 1: Considero que el estudiante común posee al menos uno de los anteriores tipos de pensamiento, pero no desarrollado totalmente, considero que es debido al sistema de educación actual en la secundaria. Quizás si tienen el pensamiento creativo.</p> <p>Respuesta a pregunta 4 dada por Maestro 2: Pensamiento deductivo y pensamiento de síntesis. En la mayoría observo esta tendencia pero con inseguridad más que propiedad, pues, no tienen la base necesaria para realizarlo adecuadamente; les falta madurez matemática.</p> <p>Respuesta a pregunta 5 dada por Maestro 1: Mostrando poca argumentación y preparación del tema dado.</p> <p>Respuesta a pregunta 5 dada por Maestro 2: Mostrando poca argumentación y preparación del tema dado.</p>

<p style="text-align: center;">DESARROLLO HUMANO.</p> <p style="text-align: center;">Preguntas:</p> <p>1) ¿Qué factores tiene en cuenta para el proceso de evaluación en la enseñanza del cálculo diferencial?</p> <p>2) Ha interrumpido su cátedra de cálculo diferencial para que los estudiantes reflexionen acerca del compromiso ético y profesional que deben asumir ante el aprendizaje de los conocimientos para su posterior aplicación con la realidad. (SI/NO).</p> <p>3) ¿Alguna vez a socializado con sus alumnos como a través del Cálculo Diferencial es posible contribuir al bienestar y desarrollo de la sociedad?</p>	<p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro</p> <p>1: Responsabilidad, expresión oral y escrita, creatividad y dominio del tema.</p> <p>Respuesta a pregunta 1 dada por Maestro</p> <p>2: Apropiación de conocimientos, participación en clases, interés y deseos de superación. Interpretación del material asignado.</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro</p> <p>1: Si/ Les muestro como el desarrollo del lenguaje matemático y la escritura especializada les ayudarán en su proceso de comunicación como profesionales.</p> <p>Respuesta a pregunta 2 dada por Maestro</p> <p>2: No/ En un alto porcentaje (bastante grande) se hace énfasis en la apropiación adecuada del tema dado, su aplicación matemática y muy poco su aplicación real.</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro</p> <p>1: Sin duda, les muestro a través de ejemplos como el cálculo es quizás la más importante herramienta del ingeniero, permitiéndole construir grandes proyectos de infraestructura que conducen al desarrollo de las regiones</p> <p>Respuesta a pregunta 3 dada por Maestro</p> <p>2: No, hay poco tiempo y disposición para tal efecto.</p>
---	---

3.1.2 Observación

CATEGORIAS	OBSERVACIÓN NO FOCALIZADA
<p data-bbox="256 997 487 1087">APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</p> <p data-bbox="224 1108 519 1417">Indicadores a tener en cuenta. Motivación, Método de estudio, Conocimientos previos.</p>	<p data-bbox="544 615 1401 1035">De las clases de Cálculo Diferencial observadas se pudo notar que la mitad de los estudiantes de ingeniería presentaron bajo a moderado conocimientos previos y básicos, sobre todo de matemáticas fundamentales en especial álgebra, trigonometría, funciones y además límite de funciones, lo anterior se basa en las interpretaciones vividas en el acto pedagógico, donde se afectó el proceso de aprendizaje, sobre todo en el primer mes del semestre.</p> <p data-bbox="544 1056 1401 1801">En dos oportunidades, en la clase del jueves en la tarde en aquel bloque último donde había que caminar hasta el tercer piso, parecieran días iguales por lo que la participación fue poca en cuanto a lo productivo, las excepciones: no las hay; al menos tres estudiantes preguntaron: uno de ellos se mostraba interesado, los otros dos, solamente pedían repetir lo que ya se había dicho, que entre otras cosas uno de ellos era una estudiante que quizás, por su mente en un momento dado no comprendió, o no asimilo bien el nuevo conocimiento de un elemento matemático argumentativo y de considerable complejidad para su percepción en ese instante de tiempo, “se hablaba específicamente de la fórmula del binomio y la relación con el triangulo de pascal”.</p>

	<p>En las participaciones en el tablero, es cuando se combina el actuar y el argumentar, valiéndose de la expresión oral cuando se trataba de una afirmación de su parecer, muchas veces no argumentaban y justificaban bien la escritura en el tablero, paralelo a lo que se hablaba.</p> <p>En otra observación se dejó ver las dificultades que tienen con la definición de derivada, cuando ésta se explica con el límite del cociente incremental, algunos estudiantes no comprendieron en el momento de trabajar con funciones lineales, funciones exponenciales y potenciales, dado que no habían visto algo de estos temas; algunos si desarrollaban bien los ejercicios.</p>
<p>Evaluación Actitud del docente. Actitud del alumno. Conocimientos previos. Integrabilidad</p>	<p>La observación hace parte de los procesos pedagógicos que asume el maestro en los momentos de saber si verdaderamente el estudiante aprendió o no. En las observaciones se pudo apreciar la posición del maestro frente a este rol de evaluar. En su clase se pudo analizar los criterios más relevantes para la aceptación del estudiante, entre estos están: la participación, el buen desenvolvimiento en las participaciones en el tablero; en esta situación el maestro siempre les hizo énfasis en que deberían mostrar seguridad en lo que decían y destreza en el manejo del Cálculo; esto les implicaba tener buenos referentes teóricos, así como practicar situaciones problema. Pero la realidad mostraba otra cosa, unos pasaban y trataban de resolver las operaciones de Cálculo Diferencial, esto era entre 5 y 8 de un total de 31 estudiantes; en una oportunidad llegaron a resultados erróneos 2 estudiantes de este grupo.</p>

	<p>En un parcial siempre se generaban algunas manifestaciones no verbales de los estudiantes, como: el mirar lejos por ratos, otros se notaban incómodos en sus puestos, y el que verdaderamente estudió “aparentemente” inclinaba su cabeza en dirección a la hoja de examen, y como siempre no faltaba el que estaba tratando de mirar la hoja del compañero.</p>
<p>Desarrollo Humano Reflexión. Valores. Orientación profesional</p>	<p>El trabajo diario del docente siempre hace que se esté interactuando con los estudiantes y de esta acción se pudo percibir muchas manifestaciones verbales y no verbales que develan la posición y comportamiento humano del estudiante frente al aprendizaje del Cálculo Diferencial. Algunos de los estudiantes presentaron baja disposición de ánimo al desarrollo de las actividades académicas. Otro factor importante que se pudo analizar fue el valor de la responsabilidad del estudiante frente a las actividades planteadas en el desarrollo de la asignatura, este aspecto no fue muy positivo, ya que se apreció que un gran número de estudiantes incumplían con dichas actividades y lo más agobiante es el hecho que estos, no parecían sentir ningún tipo de remordimiento frente a esta situación.</p> <p>Por otra parte, se pudo notar que se presentó también el plagio, ya que en más de dos ocasiones algunos estudiantes intercambiaban trabajos y talleres perdiéndose así su identidad y honestidad, y estos a su vez no son inéditos con la elaboración y presentación de sus actividades.</p>

3.1.3 Encuesta a Estudiantes

CATEGORIAS	ENCUESTA A ESTUDIANTES
<p>APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</p> <p>1. A continuación se presentan varios motivos de las posibles dificultades presentadas en Cálculo Diferencial. Seleccione la que considere más determinante:</p> <p>Pocas bases de las matemáticas aprendidas en bachillerato</p> <p>Poco tiempo dedicado a la realización de ejercicios y actividades en el aprendizaje de las matemáticas.</p> <p>Metodología utilizada por el docente.</p> <p>Poca comprensión o interpretación de las situaciones escritas planteadas en Cálculo Diferencial.</p> <p>2. ¿Qué tiempo dedicas al estudio del Cálculo Diferencial (en horas semanales).?</p> <p>1 2 3 4 5 o mas</p> <p>¿Por qué?</p> <p>3. En cuanto a la bibliografía consultada en el estudio del Cálculo Diferencial. Utilizas:</p> <p>Al menos dos libros universitarios diferentes.</p> <p>Información de Internet.</p> <p>Los apuntes de la clase.</p> <p>Los talleres planteados por el docente.</p> <p>¿Por qué?</p> <p>5. ¿Consideras que la metodología utilizada por el docente en clases te ayuda para asimilar el tema planteado en Cálculo Diferencial?</p> <p>¿Por qué?</p>	<p>Con respecto a la pregunta 1 la mayor parte de los estudiantes dicen tener dificultades en el cálculo diferencial por tener pocas bases matemáticas aprendidas en el bachillerato. Y la minoría dice ser por el poco tiempo dedicado a la realización de ejercicios y actividades en el aprendizaje de las matemáticas, así como también por poca comprensión o interpretación de las situaciones escritas planteadas en cálculo diferencial.</p> <p>En cuanto a la pregunta 2, la mitad de los estudiantes le dedica 3 horas al estudio del Cálculo Diferencial, y la otra mitad apuntan a dedicarle 5,4,2 y una hora, y en un solo caso un estudiante trabajó más de cinco horas, y al responder por qué; se presentaron muchas justificaciones entre estas están: es el tiempo básico o necesario para el estudio de esta asignatura, otros dicen que el trabajo les quita tiempo, algunos argumentan que las otras asignaturas le demandaban tiempo y he allí la razón porque estudiaban pocas horas; otros eran más consciente del grado de compromiso y estudiaban 4, 5 y más horas.</p> <p>Con respecto a la pregunta 3 la mayoría utiliza los apuntes de clase y la minoría dice usar el Internet, y usar dos textos al menos y solamente en dos casos usó varios recursos.</p> <p>Los estudiantes respondieron a la pregunta 5 con una valoración alta (5 y 4) en la mayor parte de ellos, y pocas respuestas dejaron ver una valoración baja y media. Al justificar porque su valoración fue alta, éstos manifiestan que los docentes tienen buena experiencia y currículo, el docente es seguro con lo que dice, y manejan un orden respectivo, así como también promueven a entender la ciencia. Y al responder que una valoración baja porque se basaban en su criterio y su guía era un solo texto, en un solo caso el estudiante no le entendía por la metodología que este usaba y al presentársele esto se remitía al libro de cálculo y estudiar sólo.</p>

6. ¿Consideras que aplicas los conocimientos adquiridos en situaciones variadas que conllevan a la utilización del Cálculo Diferencial?

¿Por qué?

EVALUACIÓN

10. Consideras que la calidad de enseñanza del Cálculo Diferencial en la CUC es:

Adecuado.

Bueno.

Muy bueno.

Excelente

¿Por qué?

11. ¿En la evaluación de Cálculo Diferencial se valoran todos los procesos y no sólo los resultados en el aprendizaje?

5 1 2 3 4
 ○ ○ ○ ○ ○

¿Por qué?

A la última pregunta la valoración fue media con tendencia a baja ya que la gran mayoría dice: no aplicarlos, y que únicamente lo aplicaban a la asignatura de física mecánica en la teoría y en laboratorio.

ENCUESTA A ESTUDIANTES

La totalidad de los encuestados dice que la calidad de la enseñanza en la Corporación Universitaria De La Costa, CUC; es buena, y al responder al por qué/ unos dicen porque cuentan con profesores buenos, escogidos con altas exigencias, otros dicen por contribuye al entendimiento de la ingeniería que estudian, agregan también que las metodologías son buenas.

La mayoría de estudiantes atinó a una valoración de 3 y en pocos casos 4 y 2.

Al justificar dicen que solamente se evalúa acerca de los contenidos, en sus diferentes formas: quices, parciales, trabajos, exposiciones y participaciones en el tablero, así como también las participaciones y el final respectivo de la asignatura.

CATEGORIA	ENCUESTA A ESTUDIANTES
<p>DESARROLLO HUMANO</p> <p>4. Cuál es tu cumplimiento en cuanto a las tareas, trabajos, ensayos y otras actividades propias del Cálculo Diferencial:</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>¿Por qué?</p> <p>7. ¿Utiliza el docente varios recursos, además de los tradicionales, para la motivación y mejor desenvolvimiento de la clase?</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>¿Por qué?</p> <p>8. ¿La universidad te ofrece asesoramiento académico a la hora de afianzar las diferentes temáticas desarrolladas en la asignatura de cálculo diferencial?</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>¿Por qué?</p> <p>9. ¿Consideras que la coordinación de Ciencias básicas expresa preocupación e interés por el mejor desenvolvimiento en Cálculo Diferencial?</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>¿Por qué?</p>	<p>Las respuestas fueron múltiples con cuantificaciones 3, 4,5.</p> <p>Algunos dicen que siempre procuran entregar los trabajos a la fecha, y cuando lo entregan bien de fecha y hora lo hacen con algunos ejercicios faltantes, ya que son muy numerosos los puntos de dichos trabajos. Otros estudiantes si reconocieron que entregaban posterior a la fecha quedándole mal al profesor, y argumentaban que las otras signaturas requerían también de algunos compromisos.</p> <p>En cuanto a la pregunta 7, la mayoría cuantifica con uno y dos, y una minoría con tres. En el porque hay congruencia con sus respuestas ya que afirman que los maestros son clásicos con los recursos didácticos el marcador, libro, tablero etc.</p> <p>A la respuesta de las preguntas 8y 9 hay una cuantificación media de 4 ya que la mayoría reconoce que la universidad los apoya a través del departamento de bienestar universitario. Y en el departamento de ciencias Básicas también encontraron un recurso humano bueno, pero con menor disposición de horario que el primero.</p>

3.2 Tabla 4. TRIANGULACIÓN.

<p>Aprendizaje Significativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El 50% de los estudiantes (entrevistados) presentan dificultades en el aprendizaje del Cálculo diferencial. • Los estudiantes afirman que se les hace más fácil la comprensión de los temas cuando estos son presentados en forma visual, es decir, por medio de gráficos, esquemas. • Muchos estudiantes argumentan que existe poca aplicabilidad de los temas relacionados en el Cálculo diferencial con problemas de la vida cotidiana, lo cual contribuye a generar apatía por el estudio de esta asignatura. • los docentes manifiestan que los estudiantes no le dedican el tiempo necesario a la asignatura, de igual forma estos, los estudiantes, en muchos casos, no hacen una revisión bibliográfica que les permita analizar e interpretar diferentes puntos de vistas. • Otro aspecto a tener en cuenta es que las bases matemáticas aprendidas en el bachillerato no son lo suficientemente sólidas, esto representa un problema de tipo cognitivo en el aprendizaje del Cálculo diferencial.
<p>Evaluación</p>	<p>Los docentes afirman que los estudiantes presentan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poco o nada de razonamiento crítico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan dificultades a la hora de utilizar el lenguaje propio de las matemáticas, tanto en forma oral; exposiciones, como en forma escrita; Evaluaciones, talleres o quices. • Resuelven los ejercicios propuestos de forma mecánica, sin tener en cuenta, en muchos casos, el componente analítico e interpretativo. • La preparación y estudio de los temas previos a una evaluación, al parecer no se lleva a cabo con el suficiente interés y motivación necesario <p>Por su parte los estudiantes afirman que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los temas tratados en clases son planteados de forma muy teórica y por lo tanto no despiertan el interés crítico por el tema. • Los docentes utilizan un lenguaje muy avanzado que en muchos casos no es comprensible para ellos. • Los docentes sólo evalúan los contenidos y no tienen en cuenta otros aspectos como puntualidad, responsabilidad. • En muchos casos los problemas a resolver en las evaluaciones, poseen un nivel superior al visto en clase.
<p>Desarrollo Humano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En esta categoría se resaltan los valores, responsabilidad, honestidad, puntualidad, respeto, tolerancia, como ejes fundamentales en el proceso y los antivalores, irrespeto, fraude, falta de compromiso, intolerancia, como aspectos negativos al proceso. • La corporación universitaria de la costa, CUC,

	<p>contribuye al proceso de enseñanza – aprendizaje a través de bienestar universitario y asistencia académica.</p> <p>Los docentes dedican tiempo de sus clases a realizar reflexiones encaminadas a generar conciencia, responsabilidad y honestidad a sus estudiantes.</p>
--	---

4. PROPUESTA

TÍTULO

DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

INTRODUCCIÓN

Hoy día las tecnologías de la información posibilitan que el profesor se concentre en un nuevo papel, el de estimulador y orientador del aprendizaje. Evidentemente esto está ligado a las teorías del aprendizaje en el contexto de la Informática educativa dado que el proceso de aprendizaje, como fenómeno subjetivo, puede ser abordado desde diferentes ópticas y es altamente complejo. Aquí el profesor se convierte en un facilitador que explora el conocimiento previo de los estudiantes, proporciona un ambiente adecuado para que este construya su propio conocimiento e interactúe con el objeto de aprendizaje.

Los planes y programas de estudio señalan como propósitos fundamentales para los cursos de Cálculo, desarrollar en los estudiantes habilidades y conocimientos para adquirir un pensamiento crítico, reflexivo, flexible, capaz de realizar generalizaciones, clasificar, inducir, inferir, estimar numéricamente, y resolver problemas. Las actividades y recursos didácticos de uso generalizado en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo han proporcionado resultados poco satisfactorios; en dichas actividades se muestra que el aprendizaje de los estudiantes es principalmente de tipo algorítmico, con escasa comprensión de los aspectos conceptuales y de aplicación.

Cada época desarrolla su propia tecnología y es un deber de las respectivas generaciones ponerla al servicio de sus necesidades. La Matemática no ha sido ajena a este proceso; es así como pasamos del ábaco a las sumadoras manuales y de ahí a la regla de cálculo, para continuar con la calculadora y llegar en la actualidad al computador. Todos estos elementos han determinado un replanteamiento en la metodología de la enseñanza de la Matemática. El computador es sin duda el mayor apoyo de esta área en nuestro tiempo, ya que como afirma Lynn Steen: “este intruso ha cambiado el ecosistema de las Matemáticas profunda y permanentemente”.

Los entornos computarizados de aprendizaje del Cálculo comienzan a caracterizarse por el uso de asistentes matemáticos como el Internet, el trabajo colaborativo y los tutoriales clásicos unidos a otros medios audiovisuales.

JUSTIFICACIÓN

Es importante que se tenga en cuenta esta propuesta por parte de los directivos de la Corporación Universitaria De La Costa, CUC, Coordinadores de programas, director de ciencias Básicas y docentes del área, para implementarla en un plazo moderado, con el fin de que los estudiantes de ingeniería de primer semestre se beneficien, y hagan uso constante del computador como una alternativa para un mejor entendimiento y aplicación del cálculo diferencial.

“El uso de la computación puede aportar a la enseñanza de la matemática una mejor comprensión del alcance de sus métodos, su empleo en la resolución de problemas y en consecuencia una mayor motivación del estudiante de los primeros años” (Alvarez et al., 1994).

La utilización de la tecnología de computación puede ser un medio de enseñanza al igual que un libro o video, pero con un mayor nivel de interactividad. A través de esta herramienta se potencializa la tarea educativa ya que les permiten al

estudiante explorar, inferir, hacer conjeturas, justificar, poner a prueba argumentos, visualizar esquemas gráficos y de esta forma construir su propio conocimiento.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Implementar la propuesta “Dinamización de la enseñanza del Cálculo diferencial para un aprendizaje significativo” en la cátedra de Cálculo Diferencial en primer semestre de ingeniería de la Corporación Universitaria de la Costa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Transformar la relación de los sujetos que interactúan en el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de la inclusión del computador en el acto pedagógico.
- Utilizar la tecnología del computador y sus entornos virtuales como herramienta didáctica que potencialice sus competencias matemáticas.
- Emplear diferentes software matemáticos como el Derive, Mathematica y Matlab, entre otros, en el manejo de algunas temáticas para una mayor comprensión del Cálculo Diferencial.

ARGUMENTACIÓN TEÓRICA

La influencia de la tecnología en el aprendizaje del Cálculo Diferencial

A mediados del siglo pasado surgieron en el panorama internacional, los estudios iniciales que se proponían discutir resultados de la investigación educativa en el campo de las matemáticas (Rojano y Moreno, 2002). Las primeras investigaciones estuvieron orientadas hacia los llamados errores de comprensión, lo que determinó diseñar estrategias que permitieran superar las deficiencias atribuidas a

los métodos de enseñanza. Desde esta perspectiva el enfoque tenía como hipótesis básica una concepción del conocimiento matemático según la cual el significado de un enunciado es único y en consecuencia la comprensión está en función de la transmisión (Moreno, 2000). Sin embargo, se sabe que los estudiantes desarrollan formas de conocimientos que no coinciden necesariamente con el conocimiento escolar oficial, lo cual está en contraposición con la supuesta empatía transmisión-recepción del conocimiento.

Las concepciones iniciales sobre el conocimiento basadas en el modelo de transmisión- recepción mecánica se vieron fuertemente cuestionadas por el constructivismo epistemológico y sus versiones educativas.

Debido al auge de la tecnología con el advenimiento de todas su instrumentación: videos, televisión, televisión por cable, Internet etc., los alumnos reciben más información de los medios visuales que de los medios convencionales que se utilizan en las instituciones escolares (Helms y Helms, 1992).

La presencia de los instrumentos computacionales en la Educación Matemática por otro lado, ponen en evidencia las investigaciones de (Wertsch, 1993) que reafirman la tesis: *“Toda acción cognitiva es una acción mediada por instrumentos materiales o simbólicos”*.

Desde esta percepción se considera entonces, que para lograr un aprendizaje significativo de las matemáticas los estudiantes deben interactuar con los distintos sistemas de representación de los objetos matemáticos y no solamente desde la óptica del experto matemático que si bien es cierto representa a la comunidad científica de matemáticos, eso no quiere decir que así van a aprender todos sus aprendices.

El uso de la tecnología en la Educación Matemática hoy día como apoyo o mediación cognitiva para procurar un desarrollo de los procesos y pensamiento

matemático se constituye en una valiosa alternativa para asociar los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas con el rigor de la matemática pero también con procesos culturales y sociales de los cuales la matemática no está y no ha estado aislada.

El uso de los recursos tecnológicos promueve a que se conciba la matemática como una actividad que socialmente debe compartirse sin descuidar su característica de ciencia formal o exacta para lograr así un aprendizaje significativo (Novak y Govin, 1988).¹⁸

En este proceso se propone el uso de software matemáticos que contribuyan a ejercitar al educando en la resolución de problemas del Cálculo Diferencial relacionados con límites, máximos y mínimos, razón de cambio, entre otros temas, y así se cumple la función de correlacionar, integrar y hacer activos los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores logrados en el desarrollo de diversas áreas como la Física, la Geometría y la Estadística, así como su espíritu investigativo y tecnológico. Para ello se ha tomado como referencia o punto de partida los software DERIVE, MATHEMATICA Y MATHLAB, los cuales contribuirían a la generación de ambientes de aprendizaje abiertos a la exploración y al descubrimiento, al análisis y a la conceptualización; posibilitando de esta manera la creación de sus propios modelos de pensamiento y el desarrollo de sus capacidades de autogestión del acto de aprender.

Por su sencillez y eficacia se eligió en un principio el programa DERIVE, que permite abordar de manera fácil las lecciones correspondientes a pre-cálculo y para cubrir la necesidad de temas avanzados se recurre a MATHEMATICA y MATHLAB, en su última versión, siendo programas de cálculo simbólico y numérico que aportan también la utilización de gráficos. Estos software son fáciles

¹⁸ ESCUDERO TRUJILLO. Rafael, LLINAS. Humberto, OBESO. Virgilio, ROJAS. Carlos. Primer Congreso de Educación Mediada con Tecnologías. Influencia de la tecnología en el aprendizaje de las asignaturas: Cálculo Diferencial y Estadística Descriptiva.

de utilizar e incluso se pueden programar funciones de manera elemental y con ellos se cubre en un alto porcentaje temas de Cálculo Diferencial como son límites, estudio de funciones, optimización y razón de cambio. Con estas herramientas se centra más en el razonamiento y entendimiento lógico de las matemáticas y no en el cálculo concreto de un resultado que dará el ordenador de manera rápida y permiten, además impartir clases, pues permiten mostrar los enunciados de los ejercicios, su solución y ayuda si comete errores.

METODOLOGÍA

La metodología que se requiere es la participativa comprometiendo al personal académico de la Universidad, específicamente directores, Docentes del área de matemáticas y los estudiantes, éstos dos últimos formarán parte del objeto de estudio en la implementación.

Esta implementación se llevará a cabo entres fases en un corto plazo equivalente a un mes, donde esta primera fase consta de: asumir la propuesta como una estrategia pedagógica e identificar sus propósitos y requerimientos físicos.

La segunda fase consta de identificar aquellas temáticas del currículo que serán llevadas a cabo con el uso de computadores con su respectivo software de matemáticas y su aplicación inmediata al cálculo diferencial.

Finalmente en la tercera fase se dará cabida a la evaluación para así examinar el proceso evolutivo del grupo de estudiantes y de la propia estrategia pedagógica.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La estrategia pedagógica a utilizarse es la de dinamización del cálculo diferencial, que busca combinar los factores internos y externos del proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación de manera racional. Entre los factores internos encontramos: La edad, el sexo, el coeficiente intelectual, la personalidad, las fortalezas y los intereses, las necesidades y las expectativas por aprender, y entre los factores externos que se centran en el estudiante se encuentran: el Docente y

su personalidad, los métodos de enseñanza, los medios utilizados, los contenidos programados, las actividades de enseñanza, las técnicas instrumentos y condiciones de la evaluación, el ambiente educativo, el clima del grupo, etc.

En las intenciones de la propuesta se busca introducir las tecnologías; tales como el uso de software en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial con el fin de motivar a los estudiantes a aprender las temáticas a partir del procedimiento de simulación de graficas e interpretación y análisis de las mismas, de tal manera que genere en los estudiantes un aprendizaje significativo y se potencialicen sus competencias matemáticas, puesto que ya existe un aprendizaje previo. La propuesta se centra en la interacción que se da entre el estudiante y el computador donde el estudiante es participe de su nuevo conocimiento, constituyéndose así en él un aprendizaje autónomo en cuanto al método de estudio que asume; pero en termino general y de resultado, es un aprendizaje significativo por el valor que éste le de, y teniendo en cuenta que el maestro es sólo un facilitador del conocimiento.

La propuesta busca específicamente que el estudiante tenga una visión mas general de las temáticas: funciones, limite de funciones, rectas secantes, rectas tangentes, rectas normales, asíntotas verticales, asíntotas horizontales, continuidad, máximos y mínimos, a partir del modelado de problemas con los asistentes: Derive, Mathlab, y Matemática en un aula que se ajuste a las necesidades físicas: teniendo en cuenta que deberá haber un computador por estudiante.

PLAN DE TRANSFORMACIÓN

METAS	LOGROS	ACCIONES	RECURSOS Y PROCEDIMIENTOS	TIEMPO	RESPONSABLES	INDICADORES DE AVANCES
En un corto plazo: Asunción de la propuesta: "DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO"	Institucionalización de la propuesta: "DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO"	- Socialización del proyecto a la comunidad académica de ciencias básicas. - Sensibilización de los estudiantes frente a la propuesta pedagógica: "DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO"	Recurso humano: Investigadores, Director de ciencias básicas. Recursos Físicos: Recinto. Presentación y argumentación formal de la propuesta de investigación.	Un mes	Investigadores. Director de ciencias básicas.	- Actitud crítica y reflexiva de la comunidad académica. - Valoración , reconocimiento y asunción de la propuesta pedagógica: "DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO"

METAS	LOGROS	ACCIONES	RECURSOS Y PROCEDIMIENTOS	TIEMPO	RESPONSABLES	INDICADORES DE AVANCES
<p>En un mediano plazo: Aplicación de la propuesta: "DINAMIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO"</p>	<p>Desarrollo de las clases de cálculo diferencial aplicando el uso de la tecnología y potencializando el aprendizaje significativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las temáticas que se llevarán a cabo con el diferente software. - Simulación de gráficas y cálculo numérico de problemas modelos para el adiestramiento de los estudiantes. 	<p>Recurso humano: Docentes del área de matemáticas. Recursos Físicos: Sala con PC y sus software. Ejecución de las simulaciones</p>	<p>Seis meses</p>	<p>Investigadores. Docentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interacción y cooperación de los estudiantes de ingeniería para construir el conocimiento. - Manejo de los software por parte de los estudiantes.

EVALUACIÓN

Para evaluar el desarrollo de la propuesta se tendrán en cuenta los siguientes criterios: Apropriación de las temáticas del Cálculo Diferencial, participación activa de los estudiantes, análisis crítico, y el instrumento ha utilizarse será la observación participante y focalizada. Se busca con la evaluación hacer un seguimiento del desarrollo virtual del cálculo diferencial a través de observaciones críticas del Docente. La idea es cualificar los resultados arrojados de la propuesta y hacer una confrontación con los resultados iniciales que se presentaron en la descripción del proyecto y que se presento como una situación problémica.

PRESUPUESTO

Tabla 5.

CONCEPTO	VALOR
SOFTWARE	\$3000000
LABORATORIO VIRTUAL DE MATEMÁTICA	\$50000000
CAPACITACIÓN DOCENTE	\$1200000
TEXTOS ESPECIALIZADOS	\$240000
VIDEO BEAN	\$2500000
TOTAL	\$56940000

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A nivel mundial son muchas las situaciones problémicas matemáticas que tienen preocupados a filósofos, educadores, investigadores, pedagogos y sobre todo a matemáticos. El más común, y que hace parte de este trabajo de grado, es buscar alternativas de solución del cómo lograr que los alumnos adquieran aprendizajes significativos y duraderos, que desarrollen las competencias matemáticas adecuadas para desenvolverse en esta nueva sociedad del conocimiento; que analicen y critiquen de manera reflexiva, pero que también sean propositivos, participativos y responsables de sus acciones.

El párrafo anterior refleja el deber ser en los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas; en contraste a esto se encontraron factores que inciden en la problemática del bajo rendimiento académico en Cálculo Diferencial de los estudiantes de ingeniería de la C.U.C. De esta manera se concluye que:

Las competencias matemáticas de los estudiantes que ingresan al primer semestre de la facultad de ingeniería de la CUC, presentan deficiencias, en muchos casos, debido al conocimiento previo que ellos poseen.

Muchos estudiantes que cursan Cálculo Diferencial no le dan la importancia a la asignatura y no han alcanzado la madurez matemática necesaria para desarrollarla adecuadamente, pues dedican poco tiempo al estudio, participan poco, consultan muy poco y si lo hacen prefieren sacar datos de Internet, más que de libros especializados; aún no preparan sus tareas adecuadamente y ni ensayos saben elaborar, lo que da muestra de su poca información y su inseguridad para usarla.

El comportamiento humano de los estudiantes es opacado, en algunos casos, por no ajustarse a las normas convivenciales aceptables en las institución.

Por otra parte, algunos de los docentes presentan metodologías tradicionales a la hora de desarrollar los contenidos programáticos de la asignatura, lo que evidencia la poca actualización en el manejo de nuevas herramientas pedagógicas y por ende la didáctica limitada utilizada. Además, se pudo detectar que en el desarrollo de la cátedra de Cálculo Diferencial se evalúa 100% el desarrollo del contenido dado y no se tiene en cuenta otros aspectos; lo que implica la poca concientización que impregna al profesor al valor de la responsabilidad, puntualidad, aportes significativos de un debate en clases, etc.

5.2 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las conclusiones preliminares de esta investigación, el grupo de autores se orienta a algunas recomendaciones que mediarán a una posible solución de la problemática ya descrita, entre esas están las siguientes:

Incorporar unas políticas para la selección de los estudiantes admitidos, sobre todo en el primer semestre, a las diferentes ingenierías. En caso de encontrarse dificultades que, de alguna manera, puedan repercutir en el desenvolvimiento correcto en la signatura de Cálculo Diferencial, introducir un curso de precalculo en primer semestre paralelo al desarrollo de la asignatura donde se potencialicen las competencias básicas de matemática.

Es importante generar espacios de reflexión y participación entre los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de analizar situaciones pertinentes al caso del bajo rendimiento en Cálculo Diferencial, donde el estudiante y el docente tengan la oportunidad de co-evaluarse y determinar derroteros a seguir, por el bien del estudiante y de la universidad.

Por otro lado, los profesores que enseñan Cálculo Diferencial en el primer semestre deben ser conscientes de la necesidad de enriquecer su práctica con actitudes democratizantes, que permitan al alumno la misma oportunidad de aprender participando y que cuando participen grupalmente, en su aprendizaje pueda comprender, además de los contenidos abordados, que el trabajo en equipo potencia las posibilidades tanto de aprendizajes como de realizaciones personales, pues, curricularmente el enfoque constructivista plantea que las matemáticas son un producto social, que para aprenderse es necesario tomar en cuenta las necesidades e intereses de los alumnos, y que se debe partir siempre del planteamiento de un problema o algo que provoque un conflicto cognitivo al alumno.

En el párrafo anterior se habló del deseo de que en las relaciones entre profesores y alumnos haya prácticas democratizadoras y aunque hay realidades que no lo permiten como grupos superpoblados, falta de tiempo para destinarlo al estudio y alumnos que tiene que trabajar y estudiar; se debe tener en cuenta que se está ante una labor de entrega de parte de los actores implicados en el proceso de enseñanza aprendizaje y que lo que se debe hacer es motivar dicho proceso Incluyendo nuevas herramientas didácticas para estimular el aprendizaje del Cálculo Diferencial en los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

DOMÍNGUEZ VILLADA. Olga, SALAZAR GUERRERO. Ludwing j., VEGA HERNÁNDEZ. Francisco El Uso De La Computadora En La Enseñanza De La Aritmética. Instituto Politécnico Nacional, Centro de estudios Tecnológicos. Cofaa

<http://www.abcnoticiasbarranquilla.com/node/5430>

ARMENDARIS. Maria, AZCARATE. Carmen, DEULOFEU. Jordi. Infancia y Aprendizaje. Didácticas de las matemáticas y psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. Pág.: 62-63. Madrid 1993.

PROENZA. Yolanda, LEYVA. Luís. Revista Iberoamericana de educación. Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y las competencias matemáticas. Instituto Superior Pedagógico José de la luz y caballero. Cuba. 2006.

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/335/33500107.pdf>

SCHOENFELD. Alan H. Ideas y tendencias en la resolución de problemas en MCE.

Magisterio (MEN). Revista Al tablero No 39 enero-marzo 2007. Colombia

Convenio Unal-Icfes 107/2002. "Estudio de la deserción estudiantil en la educación superior en Colombia.

www.uniamazonia.edu.co/portal/upload/Image/documentos/indicadores.pdf.

Decreto 2216 de Agosto 6 de 2003"

<http://www.cuc.edu.co/modules.php?name=CUCcorporacion&file=mision>

DÁVILA. Sergio. Contexto educativo, "El aprendizaje significativo. Revista digital de educación y Nuevas tecnologías. Número 9- Julio 2000,"

<http://contexto-educativo.com.ar/2000/7/nota-08.htm>

<http://www.ucab.edu.ve/ucabnuevo/evaluacion/recursos/noctlectura2.doc>

FALSETTI. Marcela, RODRÍGUEZ. Mabel, CARNELLI. Gustavo., FORMICA. Francisco. Perspectiva integrada de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática: una mirada al campo disciplinar de la matemática. Revista iberoamericana de educación matemática - septiembre de 2006 - número 7 - página 23-38. Bajado en http://www.fisem.org/descargas/7/Union_007_004.pdf

SANDÍN E. Maria Paz. Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones. Año 2003. Editorial Mc Graw Hill. Cap 7, página 155.

MARTÍNEZ M. Miguel. La investigación cualitativa etnográfica en educación: manual teórico-practico. Año 2000, editorial: circulo de lectura alternativa. Bogotá. Cáp. 11, página 27.

VERGEL C. Gustavo. Metodología. Tercera edición 1997. publicaciones Corporación Unicosta Barranquilla. Páginas 64-81

ESCUADERO TRUJILLO. Rafael, LLINAS. Humberto, OBESO. Virgilio, ROJAS. Carlos. Primer Congreso de Educación Mediada con Tecnologías. Influencia de la tecnología en el aprendizaje de las asignaturas: Cálculo Diferencial y Estadística Descriptiva.