

**LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA: UNA EXPERIENCIA
DIDÁCTICA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA DEL
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UCLA.**

Yasmín Magdalena Hernández Hernández.

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO

Barquisimeto, Octubre 2008.

**LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA: UNA EXPERIENCIA
DIDÁCTICA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA DEL
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UCLA.**

Por

Yasmín Magdalena Hernández Hernández

Trabajo de ascenso presentado para optar a la categoría de Titular en el
escalafón universitario.

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO

Barquisimeto, Octubre 2008.

**LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA: UNA EXPERIENCIA
DIDÁCTICA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA DEL
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UCLA.**

Por

Yasmín Magdalena Hernández Hernández.

Trabajo Aprobado

Maribel Perdomo

Gerardo Márquez

**José Luis Linares
Secretario**

Barquisimeto, 14 de Octubre de 2008.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo es el resultado del proceso investigativo y reflexivo de la autora en la búsqueda de mejorar su práctica docente a través del estudio e implementación de estrategias didácticas que contribuyan de manera eficiente a alcanzar los objetivos propuestos en el modelo educativo de esta casa de estudios en concordancia con los nuevos requerimientos de la sociedad y las transformaciones educativas motivadas por los mismos, que conllevan al compromiso universitario de construir y consolidar conocimientos que le permitan al estudiante universitario formarse para el trabajo con competencias sólidas y que le sitúen de manera pertinente en el sector laboral.

A Dios todopoderoso, guía y luz de mi vida

A mi familia Samuel, Judith, Jorge, Teresa, Juan, Francisco, Katty y Gabriela

A mis alumnos protagonistas y amigos razón de este esfuerzo.

RECONOCIMIENTOS

Especial reconocimiento a:

- Dr. Ennodio Torres por su dedicación a la educación y su apertura a asumir los cambios que impone la evolución de nuestra humanidad para construir la Universalidad.
- Los integrantes de ASOVEMAT, muestra de la inquietud investigativa de los docentes venezolanos en pro de la enseñanza del arte de las Matemáticas en nuestro país.
- A mis alumnos, en especial a los egresados de XLII promoción de Ingenieros en Informática por su paciencia y colaboración en la investigación propuesta.
- A mis compañeros de trabajo por su optimismo, consideración y respeto, bases del verdadero trabajo en equipo.

LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA DEL DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UCLA.

Yasmín Magdalena Hernández Hernández

RESUMEN

El presente estudio motivado por la reflexión de la autora con respecto a su práctica educativa y los cambios que pudiera llevar a cabo con el fin de mejorarla y a adecuarla a las transformaciones promovidas por la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, particularmente las expuestas en las políticas académicas promulgadas en el año 2004, consistió en el diseño e implementación de una estrategia didáctica para reforzar la enseñanza y aprendizaje de la teoría de grafos y dígrafos en la asignatura Estructuras Discretas II del programa de Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología durante el lapso académico 2005 - II. El mismo se sustentó epistemológicamente en los principios del *pensamiento complejo*, expuestos por Morin (1999), y metodológicamente en el paradigma crítico a través del método de la Investigación Acción Participativa. El diseño de la estrategia, por su parte, fue fundamentado en los lineamientos de la teoría acerca de la Enseñanza Crítica de la Matemática (Skovsmose, 1999) y consistió en el uso de la modelación matemática organizada a través del diseño de proyectos para mostrar el carácter aplicativo de esta ciencia. La experiencia llevada a cabo permitió mostrar tal carácter a través de los diversos proyectos realizados por los alumnos, además de propiciar la capacidad reflexiva y auto crítica de los involucrados y propiciar además, la integración de saberes en el proceso de la enseñanza y aprendizaje de la matemática. En conclusión es posible utilizar los lineamientos de la Enseñanza Crítica de la Matemática para el diseño de estrategias didácticas que permitan promover cambios en la práctica educativa de la docente, y consecuentemente es posible colaborar efectivamente con los cambios curriculares propuestos en la Institución.

Palabras Clave: Enseñanza Crítica de la Matemática, conocer reflexivo, modelación matemática, pensamiento complejo, Investigación – Acción – Participativa.

INDICE

Capítulo	Pág.
Presentación.....	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Lista de cuadros.....	x
Lista de figuras	xi
Introducción.....	xii
I. El Problema	
Planteamiento del problema.....	16
Intencionalidad de la investigación.....	26
Objetivo General.....	26
Objetivos Específicos.....	26
Justificación e Importancia.....	27
Definición de términos.....	33
II. Fundamentación Teórica	
Antecedentes.....	36
Marco teórico.....	38
Fundamentación legal de la Investigación.....	67
III. Marco Metodológico	
Posicionamiento paradigmático.....	69
Dimensiones Axiológica, Ontológica y Epistemológica.....	69
Tipo de Investigación.....	72

Diseño de la Investigación.....	72
Enfoque para el análisis.....	75
Fuentes de Información.....	75
Estrategias de recolección de Información.....	76
Estrategias de Fiabilidad y validez.....	79
IV. Análisis y presentación de resultados.....	80
V. Hallazgos de la Investigación.....	110
VI. Conclusiones y recomendaciones.....	115
Referencias Bibliográficas.....	119
Anexos.....	124
Apéndice	

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1.	Resumen comparativo de los paradigmas de investigación.	44
2.	Metódica de la Investigación.....	71
3.	Aplicaciones de las estructuras de matemáticas discretas consideradas en el Programa Estructuras Discretas II.....	84
4.	Competencias y elementos de la competencia.....	87
5.	Proyecto. Primer momento.....	89
6.	Proyecto. Segundo Momento.....	90
7.	Proyecto. Tercer Momento.....	90
8.	Proyecto. Cuarto momento.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1.	El proceso de modelación matemático según Blum.....	59
2.	Espiral IAP.....	63
3.	Fases de la IAP en el estudio realizado.....	72
4.	Proceso de modelación establecido.....	88

INTRODUCCIÓN

Los procesos sociales, en general, obedecen a la naturaleza de los sujetos involucrados en ellos y a las relaciones explícitas e implícitas que acompañan su evolución y desarrollo. En ese contexto, la integración e interacción de los saberes cobra cada día más importancia en los procesos de investigación social educativa, como contrapeso al paradigma seccionista donde el estudio del objeto de investigación cada vez se hace más especializado.

Por otro lado, el fundamento epistemológico de la enseñanza de la Matemática y su adecuación oportuna al suceso evolutivo de la sociedad, ha promovido la búsqueda de teorías que sustenten el “que”, el “como” y el “para que” de esta disciplina. Surgen así, los estudios sobre la matemática y su enseñanza contextualizada en el hecho socio – político - cultural y su influencia sobre el mismo: *la enseñanza crítica de la matemática* (Skovsmose, 1999), fundamentada en los principios de emancipación, igualdad, equidad, pluralidad y libertad, y que tiene como finalidad la búsqueda de respuestas y soluciones a las necesidades educativas de nuestra sociedad desde y hacia todos los sectores de la misma, promoviendo así los valores democráticos e integradores en los estudiantes para formar ciudadanos críticos.

En este sentido, nuevas tendencias han hecho su aparición involucrando la subjetividad como parte fundamental del hecho investigativo sin menoscabar la pureza de los resultados, ya que parten del individuo y su

relación con el objeto de investigación y, se impone un sentido crítico que bien podría evidenciarse en los principios de recursividad y auto análisis que subyacen en los fundamentos del Análisis Complejo expuesto por Morín (1999).

En los últimos cuarenta años, la Enseñanza de las Matemáticas (Didáctica de las Matemáticas, según los europeos) ha ido ganándose un lugar dentro del conjunto de las disciplinas científicas fundamentales que rigen el conocimiento y su enseñanza. El vertiginoso crecimiento de las investigaciones en esta área, da cuenta del número de profesionales en la misma que se encuentran comprometidos con su quehacer educativo y responsablemente asumen el reto de revisar, reflexionar y tratar de mejorar la práctica académica

La mayor parte de estas investigaciones son de características teóricas relativas al aprendizaje o de características prácticas relativas a la enseñanza y han sido concebidas a la luz de tres grandes paradigmas de investigación: El Paradigma Empírico – analítico (racionalista, positivista), dominante en algunas comunidades científicas, usado tradicionalmente por la investigación en educación; el Paradigma Simbólico (interpretativo, fenomenológico, humanista, etnográfico o cualitativo), cuyo objetivo es el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social y, el Paradigma Crítico, que surge como respuesta a los dos anteriores y deja de ser descriptivo, introduce la ideología y pretende analizar las transformaciones sociales dando respuestas a determinados problemas que se generan mediante el pensamiento y la acción (Sokas, 2000).

Una de las tendencias en la investigación sobre enseñanza de las Matemáticas desarrolladas en los últimos años es la interpretativista de la investigación didáctica, que presenta el enfoque fenomenológico que trata

de identificar y compartir la visión de los profesores y alumnos respecto al acto educativo. Como evolución de estas corrientes aparece una nueva tendencia que propone al investigador (profesor), como colaborador en la transformación del acto educativo, al incidir en la transformación de los significados producto de la manipulación, represión y dominación ideológica, además de su función de atender a los significados que los participantes atribuyen al proceso educativo. Este enfoque es conocido como Investigación – Acción (IA) y tiene sus orígenes en el Reino Unido, a raíz de la segunda guerra mundial.

Fundamentada en este nuevo paradigma, la investigación acción participativa como metódica para la investigación social se ha convertido en uno de los instrumentos fundamentales para la investigación educativa debido a que permite, desde el punto de vista del investigador, la reflexión crítica sobre su propia práctica educativa para promover cambios, sujetos éstos a su vez, a nuevas reflexiones y análisis críticos (un proceso recurrente), que permita la búsqueda continua de mejoras en el proceso de enseñanza – aprendizaje (espiral).

Algunas de las investigaciones realizadas en el área de la educación, bajo el enfoque de la Investigación – Acción, están basadas en la reflexión sobre un conjunto de elementos conducentes a unas acciones precisas en el aula en momentos puntuales: la planificación, la organización y la intervención durante la acción, antes (fase pro-activa), durante (fase activa-interactiva) y después (fase retro-activa) de la acción en situación de clase, según el modelo que propone Nault (1996) sobre la gestión de la clase, tal es el caso de Hernández (2002) quien utilizó la metodología en referencia para realizar un análisis diagnóstico reflexivo sobre la realidad del proceso de enseñanza del concepto de derivada en estudiantes de la asignatura

Matemática I del Programa de Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA, en cuanto al factor Motivación.

En el presente trabajo se recogen de manera sucinta, algunos de los más importantes planteamientos que han fundamentado la investigación en cuanto a la enseñanza de las Matemáticas en los últimos años con énfasis en la teoría desarrollada por el investigador danés Ole Skovsmose; se determinan y establecen los postulados de esta teoría, así como los métodos y/o estrategias que sugiere para su implementación; en base a la cual y, apoyado en la Metodología de la Investigación Acción Participativa, se muestra el resultado del estudio acerca del diseño e implementación de una estrategia didáctica con los estudiantes de la asignatura Estructuras Discretas II del Programa Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología, específicamente orientada al estudio de la Teoría de grafos y sus aplicaciones a la vida real.

En el primer capítulo se desarrolla el planteamiento del problema, la intencionalidad y justificación; además se establece la definición de términos. En el segundo capítulo se establecen las bases teóricas que sustentan el estudio. En el tercer capítulo se diseña el marco metodológico así como la metódica utilizada.

En el cuarto capítulo se describen y analizan los resultados de la experiencia llevada a cabo siguiendo las fases del método establecido. En el capítulo quinto se describen los hallazgos de la Investigación y por último en el sexto capítulo, se plantean conclusiones y recomendaciones a propósito de los hallazgos del estudio. Para finalizar, se incluye un apéndice contentivo de un resumen del artículo: *Aspectos básicos de la formación por competencias*, del Dr. Sergio Tobon, como guía para el desarrollo de contenidos programáticos en competencias.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Según numerosos autores, especialistas en el área de la enseñanza, la práctica docente es concebida como un proceso social de enculturamiento donde los actores (estudiantes, profesores, personal de apoyo y directivos) confluyen de manera acompasada en el objetivo común de la gestión del conocimiento con miras al logro de la comprensión de todos los hechos y procesos que se relacionan con el hombre y su entorno.

La evolución y el desarrollo de la humanidad misma han derivado nuevas posturas y creencias que sugieren cambios radicales en la interpretación de la realidad. Este fenómeno a su vez, urge a las Instituciones educativas, responsables de la generación, divulgación y transmisión de conocimientos, a llevar a cabo acciones que faciliten transformaciones no sólo estructurales sino procedimentales, que les garantice una participación social, oportuna en cuanto al momento y dinámica cambiante de la realidad y, coherente en tanto a las necesidades cognoscitivas que se derivan de la realidad social misma.

Al respecto, Didrikson (2000) afirma que en la actualidad la sociedad enfrenta un proceso de transición: “de una sociedad de base industrial a una de base en conocimientos e información”, modelado por un paradigma tecnológico que se ha construido desde las últimas décadas del siglo XX y se encuentra en pleno desarrollo, en el cual la

generación del conocimiento, el procesamiento de la información y la comunicación de símbolos son la principal fuente de productividad.

El mismo autor propone como estrategia para la transformación universitaria un modelo de “Universidad de la Innovación”, cuyo aspecto central haga posible “un nuevo ordenamiento disciplinario” que define como “el acoplamiento entre el mundo de la academia, los nuevos requerimientos de la sociedad y el mundo de la producción”, cuyas interrelaciones aparezcan en forma de componentes o estructuras organizacionales, a saber, programas de investigación con apoyo gubernamental, cambios de currículo y la orientación de las carreras entre otros.

Por su parte la UNESCO, en el documento *Declaración Mundial sobre La Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción (1998)*, sienta las bases del compromiso interinstitucional para la transformación de la educación superior de nuestros pueblos como respuesta a los desafíos planteados por la sociedad misma. Estas transformaciones en su mayoría sustentan el diseño y rediseño de modelos educativos propios que respondan efectivamente a las demandas de la sociedad, entre otros la igualdad de acceso a la educación, la pertinencia, la cooperación, la diversificación de la oferta de estudios, el aprendizaje para el trabajo, la incorporación de Métodos educativos innovadores: pensamiento crítico y creatividad.

Con base en tales argumentos, la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado de Barquisimeto ha convocado un proceso de transformación universitaria que se evidencia en diversas áreas. En particular el área académica, ha sido abordada en las *Políticas Académicas de la UCLA*, aprobadas por el Consejo Universitario en Abril del 2004, documento en el cual se describen las pautas que definen las acciones que, en teoría, asegurarán el rumbo acompasado de la

comunidad Universitaria en busca del logro colectivo de un cambio estructural que sitúe esta casa de estudios en el marco propuesto por la UNESCO en el documento relativo a la Declaración mundial sobre la Educación Superior, antes citado.

Las mencionadas Políticas Académicas proponen como estrategias, una serie de iniciativas propulsoras de cambio que van, desde la diversificación de la oferta académica como respuesta a la creciente demanda profesional del mercado laboral, hasta la reforma de los modelos educativos, las prácticas docentes y los planes de estudio, con el objeto de establecer mecanismos que permitan la integración entre la Universidad y su entorno.

Dentro de estas iniciativas, la transformación curricular es un hecho; el enfoque del currículo por competencias y la orientación del mismo (centrado en el estudiante) se han convertido en objetos de investigación de los docentes de los distintos decanatos de nuestra Universidad, preocupados por responder a estas expectativas de cambio, ya adelantadas en otros países y otras instituciones de nuestro país.

No obstante, las transformaciones institucionales se quedan en papel si no existe un verdadero compromiso por parte de quienes al fin y al cabo tienen la responsabilidad directa de la ejecución de los procesos que conlleven a tales fines: docentes, investigadores, planificadores, directivos y, en general todos los actores del hecho educativo. Aún más específicamente, las transformaciones institucionales deben comenzar por las transformaciones responsables individuales, que confluyan en la meta colectiva, (Morin, 1999; Didrikson, 2000).

Al respecto, Morin (obcit.) en su obra *La cabeza bien puesta*, propone las bases de una reforma educativa que se sustenta en la

reforma del pensamiento: sin los sujetos responsables del cambio, no existe el mismo. Plantea Morin, que lo primero que debe ser tomado en cuenta es que la Universidad enfrenta grandes desafíos y el primero de ellos radica en la falta de adecuación cada vez más grande entre nuestros saberes disociados, parcelados, compartimentados entre disciplinas y por otra parte, realidades o problemas cada vez más pluridisciplinarios, transversales, transnacionales, globales, planetarios, es decir, el desafío de la globalidad que se interpone al paradigma seccionista que durante mucho tiempo ha caracterizado nuestra educación.

Por otra parte, esta circunstancia ha impedido el estudio integral de la realidad concebida como un todo de una manera *compleja*, y por tanto “se atrofian las posibilidades de comprensión y de reflexión, eliminando las posibilidades de un juicio correctivo de una visión a largo plazo. El mismo autor subraya que, “las mentes jóvenes pierden sus aptitudes naturales para contextualizar los saberes e integrarlos en los conjuntos a los que pertenecen” (Morin, 1999; p. 15).

En este orden de ideas, la pertinencia educativa debe también estar supeditada al conocimiento pertinente, el cual define Morin, como “el que es capaz de situar toda la información en su contexto y, si es posible en el conjunto en el que ésta se inscribe” (ibdem).

Es por ello que, pensar en los diferentes problemas que se pudieran abordar para lograr una educación de calidad, eficiente y eficaz para nuestros jóvenes, en la educación superior, particularmente en lo inherente al aprendizaje de la Matemática, involucra una situación extremadamente compleja que no consiste simplemente en aislar una situación de aprendizaje, ubicar causalidades y promover o proponer una posible solución, muchas veces de tipo instruccional que pudiera responder a ciertas necesidades determinadas por algunos parámetros, generalmente verificados en una investigación formal, sino que es

imprescindible que ésta, sea producto de la reflexión crítica individual de los responsables del proceso educativo y debe conllevar efectivamente al logro de los objetivos planteados por la Institución: cambios individuales que promuevan o contribuyan al cambio colectivo.

De esta manera, si partimos de las premisas de que por un lado, para mantener el equilibrio social, económico y cultural de nuestro país, es necesario contar con profesionales aptos para enfrentar los retos que los avances científicos y tecnológicos planteen para el futuro, y por otro lado, deben ser ciudadanos críticos y responsables, capaces de distinguir, discernir y decidir sobre los hechos y sus acciones en beneficio de la sociedad misma, se hace entonces necesario que, la formación profesional de la cual somos co - responsables como educadores, sea coherente con estos retos; cabe entonces preguntarse si nuestras prácticas educativas se corresponden de manera pertinente con estas premisas; en particular, en lo concerniente a la enseñanza y aprendizaje de la Matemática: ¿Qué contenidos matemáticos presentamos en el proceso de enseñanza – aprendizaje a nuestros alumnos? ¿Cuál es la finalidad de este proceso? ¿Se corresponde con el perfil del egresado? ¿Dónde y cómo será aplicado en sus profesiones? ¿Tiene pertinencia social lo que pretendemos que aprendan? ¿Transmitimos valores a través de este proceso? ¿Qué valores? ¿Se corresponde lo aprendido con nuestra cultura?

En lo que se refiere a la enseñanza de la Matemática, considerando su relación con los aspectos socio – culturales, diferentes autores como Bishop (1999), Kilpatrick (1995), De Lange (1989), Skovsmose (1999), Damerow y otros (1984), Valero (1999), Valero y Matos (2000), entre otros, se han dado a la tarea de intentar delimitar los alcances sociales y culturales de esta disciplina y su enseñanza.

Al respecto, Bishop (1999) afirma que en la mayoría de los países del mundo, el currículo de Matemática está dirigido hacia el “desarrollo de técnicas” formado por procedimientos, aptitudes, métodos, reglas y algoritmos que muestran una Matemática basada en el “hacer” y no se presenta como una materia de reflexión, es decir, como una manera de conocer. Subraya que lo que se necesita hoy en día es “una comprensión mayor y una conciencia crítica de cómo y cuando emplear estas técnicas, porqué funcionan y cómo se han desarrollado”. El problema radica en que se suele ignorar el hecho de que si la educación es un proceso social, la educación matemática no deja de serlo y “se suele ignorar por las prisas en adquirir técnicas matemáticas y por el deseo de lograr una educación matemática *eficiente*” (Ibdem, p.24). Particularmente la situación de la educación matemática en las Instituciones educativas de nuestro país tiene la misma tendencia (González, F., 1997).

Por su parte Ole Skovmose (1999), reflexiona acerca de la tradición de la enseñanza de la matemática, el desafío social y la influencia de la ideología y la política en la educación, afirma que la educación matemática debe avanzar hacia el “conocimiento reflexivo”, y por ende, debe propender a la formación de ciudadanos críticos con una conciencia capaz de comprender, reflexionar, evaluar y auto evaluar lo aprendido. Al respecto, plantea:

[...] es importante hacer crítica a la educación si se quiere que ésta no degenera en una manera de socializar efectivamente a los estudiantes en una sociedad tecnológica y, al mismo tiempo, aniquilar la posibilidad de que desarrollen una actitud crítica hacia, justamente, esa misma sociedad. La tesis acerca del poder formativo de las Matemáticas sugiere que una ciencia formal puede convertir una invención en realidad y esto es lo que pone en la mira a la educación matemática. Un asunto importante es si esta educación es capaz de proporcionar una competencia fundamental para el ejercicio de una ciudadanía crítica. Skovmose (1999, p.67)

En ambas posturas encontramos un elemento en común, el cuestionamiento de nuestra práctica educativa en lo que se refiere a la situación paradigmática que poseemos, incluyendo la pertinencia no sólo de los contenidos, sino de los métodos empleados para la enseñanza de la matemática en la actualidad. La crisis originada por el desarrollo tecnológico acelerado de la sociedad, plantea un cambio de paradigma en la enseñanza y debemos estar dispuestos a asumirlo.

En atención a los planteamientos anteriores, los educadores debemos emprender las acciones en lo que respecta a: revisión y análisis de los modelos educativos, con énfasis en los procesos de enseñanza – aprendizaje en todos sus momentos y facetas para proponer las reformas necesarias, personales e institucionales, a fin de facilitar la vinculación real, oportuna y pertinente del estudiante con sus planes de estudio y con la realidad social que lo circunscribe, contribuyendo efectivamente con la formación de ciudadanos críticos. Afortunadamente ya este proceso dio inicio en nuestra Institución.

En párrafos anteriores se refería la forma en la que la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado había asumido el proceso de transformación universitaria y las estrategias para abordar lo inherente a los aspectos académicos a través de las Políticas Universitarias. Particularmente se plantea en la Política I: “Instituir el proceso educativo sobre la base de un currículo integral, flexible, centrado en el estudiante y bajo el enfoque de competencias, que responda a las necesidades regionales y nacionales.”; para cuyo logro, se propone como estrategia, entre otras, “Desarrollar la educación como un proceso permanente, caracterizado por un aprendizaje activo, independiente y significativo, centrado en el alumno como agente activo, responsable y crítico en la construcción de su conocimiento, enfatizando en el ‘aprender a aprender’.”; razón por la cual, en todos los Programas que se ofrecen en esta Institución, se están realizando esfuerzos por reestructurar los planes

de estudio conforme a las modificaciones curriculares propuestas en las directrices de las Políticas Académicas.

Particularmente, el Consejo de Decanato de Ciencias y Tecnología de esta casa de estudios, designó una comisión para la revisión y modificación de los planes de estudios del Programa de Ingeniería en Informática impartido en el mismo, atendiendo a las Políticas académicas antes mencionadas. Esta comisión ha trabajado de manera coordinada con la Comisión Central de Currículo, encargada ésta última, de dictar las pautas para llevar a cabo las tareas que conllevan la misión transformadora en todos los programas ofrecidos en esta casa de estudios. Entre los avances de esta comisión, destaca la realización de talleres con los docentes responsables de dictar los contenidos programáticos de las diferentes asignaturas contempladas en el plan de estudios, con el objetivo de determinar efectivamente los contenidos “necesarios” para el logro del perfil del egresado y sus respectivas prelaciones, y así, diseñar el mapa de conocimientos que les permitiera su organización en lo que sería “un nuevo plan de estudios”, bajo el contexto del currículo por competencias.

Sin embargo, es importante subrayar el hecho de que un cambio de currículo no debe incidir sólo en el diseño de programas, se hace imprescindible atender, en el sentido de revisión, análisis y modificación, a los métodos y procedimientos empleados durante el proceso educativo, más específicamente, atender a las estrategias de enseñanza – aprendizaje y evaluativas, de manera que sean coherentes con estos cambios; es decir, este proceso de cambio no se completa hasta tanto no sean revisadas y actualizadas las prácticas educativas puntuales, y éstas responsabilidades atañen directamente a los docentes responsables de cada área del conocimiento impartida.

Siendo coherentes con lo hasta aquí planteado, se puede afirmar que la mayor parte de los métodos de enseñanza – aprendizaje, así como los métodos de evaluación que actualmente se utilizan en nuestra institución, no se corresponden del todo con el “nuevo modelo” educativo esperado como producto de estas transformaciones académicas adelantadas en nuestra casa de estudios (integral, centrado en el estudiante, “aprender a aprender”), debido a que los mismos fueron diseñados bajo otro enfoque (conductista, seccionista), otro paradigma.

Particularmente la situación de la enseñanza de los conocimientos matemáticos en el Programa de Ingeniería en Informática referido anteriormente, cuya responsabilidad reposa en los docentes que conforman el Departamento de Matemática del Decanato de Ciencias y Tecnología, desde el año 1977 cuando se dio inicio al Programa en cuestión, no es muy diferente. Como se evidencia en los programas de las diferentes asignaturas del área, la enseñanza de la matemática ha sido orientada hacia un currículo “basado en técnicas”, en el sentido de Bishop (obcit, p. 24), con lo cual no se garantizan los objetivos finales del “nuevo modelo” educativo que propone la Universidad en este llamado a la transformación.

Puntualmente, como caso particular se refiere la asignatura Estructuras Discretas II ubicada en el quinto semestre dentro del plan de estudios actual del mencionado Programa de estudios (Anexo 2). Los contenidos contemplados en esta asignatura se encuentran desglosados en el programa de la asignatura (Anexo 3); según se evidencia en este último, los contenidos han sido discriminados por temas, los objetivos y estrategias de enseñanza – aprendizaje, así como las técnicas evaluativas allí expuestas se corresponden con el currículo vigente y, en conjunto, han permitido a lo largo de los últimos veinte años, cumplir con los estándares establecidos por la Institución en lo que se refiere al proceso de enseñanza – aprendizaje como tal. Cabe destacar que

durante este tiempo han habido iniciativas particulares de docentes encargados de impartir la asignatura, en cuanto a modificar algunos aspectos del programa de la asignatura referidos al cambio en el orden de presentación de los temas, y a la utilización de recursos didácticos, en particular tecnológicos. Sin embargo estas iniciativas por lo general han tenido como objetivo “modernizar” la práctica educativa, es decir, hacerla más coherente con los avances tecnológicos, en el caso del uso de los medios audio visuales, pero no han conllevado cambios de tipo estructurales o fundamentales.

Durante los últimos tres años la autora ha tenido a su cargo la administración y coordinación de esta asignatura, y como consecuencia de la reflexión acerca de las acciones propuestas en los cambios curriculares promovidos por la Institución, esbozados en párrafos anteriores y, además, acerca de las tendencias renovadoras de la práctica de la enseñanza de la matemática a nivel nacional e internacional, se planteó un análisis reflexivo de lo que hasta ahora ha sido su propia práctica educativa y con él, el estudio de la implementación de cambios puntuales en la misma (estrategias didácticas) que le permitan delimitar acciones para hacer esta práctica más cónsona y coherente con la dinámica universitaria y sus transformaciones.

Tal trabajo se orientó hacia el estudio, diseño y aplicación de estrategias didácticas orientadas a la adquisición y reforzamiento de conocimientos sobre la Teoría de Grafos y Dígrafos (contenido en particular de la asignatura), fundamentadas en la Enseñanza Crítica de la Matemática y sus repercusiones en la formación de los estudiantes, específicamente en cuanto al desarrollo de la capacidad de análisis crítico de situaciones reales puntuales donde la teoría de Grafos y Dígrafos sea aplicable, el fortalecimiento del trabajo cooperativo, desarrollo de la capacidad de liderazgo, el fortalecimiento de la capacidad de auto y co evaluación, desarrollo de la capacidad organizativa y la capacidad de

planificar y desarrollar micro proyectos; aspectos éstos indicativos, entre otros de la formación de ciudadanos críticos (Skovsmose, 1999), y por otro lado indicadores del desarrollo de competencias según Tobón(2004).

Intencionalidad de la investigación

Con base en los planteamientos anteriores el propósito fundamental en este trabajo consistió en revisar, de manera reflexiva, la práctica educativa que ha llevado a cabo la autora, para generar cambios individuales en la docente investigadora que sirvan como punto de partida para promover la utilización de estrategias didácticas fundamentadas en la Enseñanza Crítica de la Matemática y así facilitar la transición al nuevo modelo curricular de nuestra institución. Para tales efectos se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General

Implementar una estrategia didáctica en la enseñanza de la teoría de grafos y dígrafos, contemplada en el programa de la asignatura Estructuras Discretas II de Ingeniería en Informática, sustentada en los principios de la Enseñanza crítica de la matemática, con la finalidad generar cambios en la práctica educativa de la docente responsable de esta asignatura.

Objetivos específicos

- Estudiar las diferentes corrientes que teorizan sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática en la actualidad.

- Exponer los lineamientos de la enseñanza crítica de la matemática (ECM) y las estrategias didácticas fundamentadas en ella.
- Analizar el contexto de la enseñanza de la asignatura Estructuras Discretas II en el Programa de Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA.
- Planificar la implementación de una estrategia didáctica con los alumnos del curso Estructuras Discretas II Lapso 2005 – II.
- Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza de la teoría de grafos según la ECM.
- Implementar dicha estrategia didáctica en la enseñanza de la teoría de grafos y dígrafos con estudiantes de la asignatura Estructuras Discretas II.
- Evaluar el impacto grupal, social e individual de la aplicación de dicha estrategia durante el lapso 2005 – II y su posible repetición.

Justificación e Importancia

Según se evidencia en los eventos internacionales que versan sobre la Matemática Educativa y la Enseñanza de la Matemática, como por ejemplo, el “International Congress on Mathematics Education” (ICME) realizados cada cuatro años en diferentes países desde 1969, las “Reuniones Latinoamericanas de Matemática Educativa” (RELME) realizadas en América Latina anualmente desde 1988, promocionadas por el Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME), o los “Congresos Iberoamericanos de Educación Matemática” (CIBEM) realizadas también cada cuatro años desde 1990, patrocinadas por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), existe un grupo numeroso de investigadores en el área de la enseñanza de la Matemática cuya preocupación primordial radica en estudiar y analizar los problemas inherentes al aprendizaje y la enseñanza de esta asignatura con el objeto de contribuir con la disminución de las dificultades que presenta gran parte de la población estudiantil en el acceso al conocimiento matemático.

Todo este movimiento se ha traducido en un incremento de las investigaciones en la educación matemática con el desarrollo de metodologías de investigación, en muchos casos propias, fundamentadas en diferentes teorías, de tipos antropológicas, psicológicas, sociológicas y epistemológicas. Los enfoques de estas investigaciones van desde la indagación acerca de las causalidades que generan los problemas del aprendizaje de esta ciencia, hasta la búsqueda de teorías que definan e interpreten toda la fenomenología que origina su estudio. Esta tendencia reflexiva por parte de los educadores matemáticos, se ha evidenciado en nuestro país y en la actualidad se han venido conformando pequeñas células de investigación para avocarse a los problemas puntuales de la enseñanza de la matemática en nuestra cultura; tal es el caso del núcleo de la Universidad Pedagógica Experimental Rómulo Gallegos en el estado Carabobo y la Universidad Central de Venezuela, a través la conformación de las líneas de investigación en la Enseñanza de la Matemática para estudios Doctorales, entre otros (Arrieta, 1989).

Por otro lado, la importancia de la Matemática como herramienta en la adquisición de destrezas y/o habilidades numéricas, desarrollo de la intuición espacial y del pensamiento lógico – formal, se ha hecho notoria en los diferentes currículos, que la presentan dentro del eje de las asignaturas básicas. Es claro que, el manejo de estas destrezas influye sistemáticamente en la capacidad de resolver “problemas”, no solo matemáticos, sino aquellos donde la Matemática se comporta como medio para encontrar soluciones o inferir respuestas luego de la aplicación de un proceso lógico.

Al respecto, en Octubre de 1995, la Sociedad para Matemáticas Industriales y aplicadas (**SIAM**) en Estados Unidos presentó un reporte titulado “Matemáticas en la Industria” (Notices of the AMS, 1996). El reporte examina los roles de la matemática fuera de la academia y la

adaptación entre la educación matemática tradicional y las necesidades reales de la industria. Se basó en un estudio con una duración de tres años que involucró quinientos ingenieros, matemáticos, científicos y administradores; el mismo confirmó el rango y la variedad de aplicaciones de la matemática en la industria y otras áreas: procesamiento de materiales, diseño de automóviles, diagnósticos médicos, desarrollo de productos financieros, administración de redes y predicciones climatológicas. De allí la naturaleza investigativa de muchos de los trabajos realizados por parte de los docentes investigadores de los procesos de su enseñanza - aprendizaje, en cuanto a hacer uso de la aplicabilidad del conocimiento matemático como herramienta estratégica para el mismo.

Por otro lado, como respuesta a las inquietudes reformadoras de los modelos educativos (transformaciones universitarias), es necesario que los objetivos de la educación matemática se correspondan con las necesidades de la población, es decir, con el aspecto socio-cultural que envuelve este proceso de aprendizaje-enseñanza: el individuo es un todo involucrado con su ambiente y las relaciones que de ello se desprendan (Morin, 2000). En este orden de ideas, Freire (1970), plantea el conocimiento como un producto social, que no existe en las personas en su mundo, sino con las personas con su mundo, punto de partida para lo que más tarde definiera la llamada *Teoría de la Actividad*, la cual principalmente, consiste en acciones colectivas y las acciones individuales existen en el contexto de los esfuerzos colectivos (Mellin – Olsen, 1987). Esta postura epistemológica, sustenta en la actualidad muchos de los movimientos reformadores en la educación, tal es el caso de las corrientes que estudian el proceso educativo como un producto social.

Estos movimientos reformadores han sido respuesta en diferentes escenarios de la historia, De Guzmán (1993), apunta que la enseñanza de

la matemática ha sufrido cambios de consideración desde el principio del siglo XX hacia los años 60 por el interés del gran matemático alemán Félix Klein, con sus proyectos de renovación de la enseñanza media y sus lecciones sobre Matemática elemental desde un punto de vista superior (1908). En los años 60 y 70 surge un movimiento de renovación hacia la “matemática moderna” (corriente formalista, “Bourbaki”) que trajo consigo cambios profundos en los contenidos introducidos y los efectos producidos por éste. Estos cambios se pueden resumir así:

- Énfasis en estructuras abstractas especialmente en álgebra.
- Profundidad en el rigor lógico, en la comprensión.
- Énfasis en la fundamentación a través de la teoría de conjuntos.
- Detrimento de la Geometría elemental e intuición espacial.
- Vacío de problemas interesantes.

En los años 70 se percibe que muchos de estos cambios no habían sido muy acertados. Se presentan entonces discusiones y búsqueda de formas más adecuadas de afrontar la enseñanza de la matemática ante los cambios tan vertiginosos de la sociedad.

Todos estos investigadores inspiran y proponen transformaciones enmarcados en las diferentes teorías que de alguna forma pueden clasificarse dependiendo del contexto donde se realizan sus estudios (De Guzmán, *obcit*).

Además, apunta De Guzmán que la educación matemática se debe concebir dentro de las formas propias de proceder en el ambiente matemático, es decir enfocando su atención en el carácter cuasi-empírico de la actividad matemática, (Lakatos, 1976), así como los aspectos relativos a la historicidad e inmersión de la matemática en la cultura de la sociedad en que se origina, es decir la concepción de la educación matemática como proceso de “inculturación”.

Por otra parte, en los años 80, los trabajos se orientaron hacia la necesidad de cuidar y cultivar la intuición en general, la manipulación operativa del espacio, sin abandonar la comprensión e inteligencia de lo que se hace y el apoyo continuo en lo concreto, en la realidad de la que los conceptos y problemas matemáticos surgen de modo natural, como por ejemplo el desarrollo histórico de la matemática y la importancia de sus aplicaciones a diferentes situaciones de interés social.

Lo antes comentado, origina cambios en los principios metodológicos aconsejables, tal como lo explica amplia y detalladamente (De Lange, 1989):

- Tratar de reflejar el carácter humano de las matemáticas.
- Hincapié en la transmisión de los procesos de pensamiento en la resolución de problemas más bien que en la transferencia de contenidos (el método predomina sobre el contenido).
- Transmisión de estrategias heurísticas adecuadas para la resolución de problemas en general para estimular la resolución autónoma de problemas de otras áreas.
- Búsqueda de la motivación del alumno.
- La Aplicabilidad de la Matemática como factor motivacional para su estudio y comprensión vista como la educación realista de las matemáticas.

Estos cambios tienen un aspecto en común: promover la actividad independiente y creadora de los alumnos (Torres, 1997) bajo un ambiente en el que la matemática se puede construir y puede ser de utilidad en el contexto socio-cultural de los individuos involucrados en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

A la par de estos cambios, los recursos de la Didáctica juegan un papel muy importante en el proceso, que toma variaciones inducidas por los mismos: la enseñanza de nuevos conceptos utilizando analogías, el uso de proyectos, y desde luego, la utilización de herramientas tecnológicas.

Cabe entonces delimitar las repercusiones de estas corrientes en el ámbito socio-cultural de nuestro país, particularmente el estado actual de la Educación Matemática y su correspondencia con el desarrollo de las Ciencias con las que interactúa como herramienta en la resolución de problemas. A lo cual no escapa la realidad de la Educación Matemática en la Ingeniería en Informática ofrecida en el decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA.

Otro factor de consideración es el proceso de transformación universitaria adelantado por Instituciones de Educación Superior en diferentes países y convocado por la UNESCO. Particularmente la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado reflejó el aspecto académico de su propuesta transformadora en el documento sobre las Políticas Académicas aprobadas por el Consejo Universitario en Abril del 2004, en cuyas directrices se expresa como estrategia de cambio el instituir un proceso renovador del currículo que rige los diferentes programas educativos que se imparten en esta Institución, textualmente: “Instituir el proceso educativo sobre la base de un currículo integral, flexible, centrado en el estudiante y bajo el enfoque de competencias”.

Por último, y no menos importante, la utilización del enfoque hacia las aplicaciones en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática, particularmente en la asignatura Estructuras Discretas II del Programa Ingeniería en Informática, permite la apertura hacia la integración de los conocimientos, con lo cual se facilita la utilización de los conocimientos matemáticos en la búsqueda de soluciones a problemas reales

susceptibles a un tratamiento de este tipo y por ende, repercute en el proceso abierto de renovador del currículo convocado en nuestra Institución.

Definición de términos

Axiología: la axiología es el sistema formal para identificar y medir los valores. Es la estructura de valores de una persona la que le brinda su personalidad, sus percepciones y decisiones.

Conocimiento Reflexivo: capacidad necesaria para tomar una posición justificada en una discusión sobre asuntos tecnológicos (Skovsmose, 1999, p. 111).

Dimensión axiológica: comporta una reflexión crítica, que favorezca el esclarecimiento y la toma de compromisos respecto de fines y valores de la enseñanza de las ciencias naturales.

Dimensión Epistemológica: orientada hacia la reflexión sobre el estudio y validación del conocimiento.

Dimensión Ontológica: referida a la naturaleza de los fenómenos sociales y a su grado de estructuración.

Educación Matemática Crítica: teoría de la enseñanza de la matemática, propuesta por Ole Skovsmose, que sostiene que ésta puede ofrecer herramientas indispensables para ejercer una ciudadanía crítica.

Enculturación Matemática: teoría de la enseñanza de la matemática propuesta por Alan Bishop, que la concibe desde una perspectiva cultural.

Epistemología: parte de la filosofía que trata de los fundamentos y los métodos del conocimiento científico.

Estrategia didáctica experimental: estrategia metodológica escogida después del análisis teórico para el logro de los objetivos del presente trabajo.

Grupos de acción: se define como grupo de acción, al conjunto de individuos que interactúan en una situación dada con objetivos por ellos determinados, caracterizados por una asociación y cooperación íntima dentro de una situación y contexto preciso, donde el grupo influye y a su vez es determinado por el entorno.

Investigación Acción: es una forma de cuestionamiento auto - reflexivo, llevada a cabo por los propios participantes en determinadas ocasiones con la finalidad de mejorar la racionalidad y la justicia de situaciones, de la propia práctica social educativa, con el objetivo también de mejorar el conocimiento de dicha práctica y sobre las situaciones en las que la acción se lleva a cabo.

Investigación Acción Participativa: enfoque metodológico que combina la investigación social, el trabajo educativo y la acción transformadora.

Metódica: conjunto de métodos que se complementan para alcanzar ciertas metas.

Método: camino o procedimiento racional para llegar a ciertas metas.

Metodología: situado a nivel de la meta – Observación y se desarrolla como análisis de las condiciones y exigencias de y, al método.

Modelo Educativo: son visiones sintéticas de teorías o enfoques pedagógicos que orientan a los especialistas y a los profesores en la elaboración y análisis de los programas de estudios; en la sistematización

del proceso de enseñanza-aprendizaje, o bien en la comprensión de alguna parte de un programa de estudios.

Ontología: parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades transcendentales.

Paradigma: cuerpo de creencias, presupuestos, reglas y procedimientos que definen como hay que hacer ciencia; son los modelos de acción para la búsqueda del conocimiento.

Paradigma Crítico: en este paradigma el investigador toma partido en la realización de la investigación, haciendo valer su concepción ideológica a fin de generar transformaciones en sus resultados. La postura ideológica es vista como un grupo de creencias que permiten tener un criterio ante la vida.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Antecedentes de la Investigación

Como se puntualizó en páginas anteriores, el número de trabajos investigativos orientados al mejoramiento de las prácticas pedagógicas, en la enseñanza de la Matemática, en muchos países, ha experimentado un franco crecimiento en los últimos años, especialmente con los resultantes del seno de grupos de investigación establecidos en Maestrías y Doctorados en las distintas Instituciones Universitarias. Sin embargo, gran cantidad de estos trabajos corresponden a iniciativas individuales, cuya motivación radica en el pensamiento reflexivo de los docentes responsables de esta área del conocimiento, orientados a ubicar y describir causalidades en la problemática del aprendizaje de esta ciencia y, en algunos casos proponer soluciones puntuales a tal problemática.

Particularmente, producto de los trabajos realizados en la Maestría Interinstitucional en Matemática, auspiciada por las Instituciones de Educación Superior: UCLA, UNEXPO y UPEL, mencionamos los trabajos de Cuicas (1997) y Hernández J. (2001) quienes se avocaron al estudio y análisis de los procesos meta - cognitivos que desarrollan los estudiantes al resolver problemas matemáticos, la primera, y la segunda, al estudio y análisis de las concepciones de los estudiantes sobre la noción de límite. En ambos casos, los estudios realizados fueron de tipo exploratorio y descriptivo haciendo énfasis en el proceso de aprendizaje.

Otro grupo de resultados, no menos importantes, han sido producto del trabajo investigativo de los docentes en sus propias aulas de clase, proponiendo en su mayoría estrategias de enseñanza de la matemática para resolver situaciones problemáticas de aprendizaje, principalmente, la utilización de la tecnología (uso del computador y de las calculadoras graficadoras), para colaborar en el mejoramiento del rendimiento estudiantil de los estudiantes del Programa de Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología, Dávila (1993), González (1997), Mastromartino (1998), Márquez (2000), Perdomo (2002) y Hernández Y. (2001).

A estas alturas es importante mencionar los trabajos de Álvarez (2004) y Pérez (1998), quienes aún no siendo docentes del área, se avocaron, la primera a valorar las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas y la segunda a analizar el bajo rendimiento de los estudiantes en la asignatura Matemática I.

En particular, el trabajo de Ysaacura (1987), abre el camino para la utilización de la modelación matemática en la enseñanza de la teoría de grafos en el Programa de Ingeniería en Informática, proponiendo en su trabajo una serie de temas de aplicación de esta teoría en la vida real. Además vale la pena mencionar los resultados de Hernández Y. (2002), en el análisis diagnóstico reflexivo sobre la realidad del proceso de enseñanza del concepto de derivada en estudiantes de la asignatura Matemática I en cuanto al factor motivación, cabe destacar que uno de los resultados de este trabajo fue la determinación del enfoque utilizado por la docente en su práctica educativa (conductista).

Todos estos trabajos dan cuenta de la labor investigativa – reflexiva de los docentes en el área de la matemática, preocupados por mejorar cada día su práctica pedagógica, adecuándola a los avances tecnológicos y a las ventajas de su utilización en el proceso de enseñanza –

aprendizaje en algunos casos y en otros a la valoración de los procesos cognitivos que se originan de este proceso.

Marco Teórico

La enseñanza de la Matemática como disciplina científica.

La enseñanza de la Matemática (educación matemática, didáctica de la matemática) se establece como un dominio de investigación científica. Como disciplina, tiene sus comienzos a mediados del siglo XIX, poco a poco, en diferentes países han ido construyéndose teorías y métodos para sustentar su estudio, y aún cuando no está claro lo que es su investigación y cuales son sus resultados se considera que, obviamente, están estrechamente ligados al conocimiento matemático en sí.

Para Godino (1993) el problema fundamental a la hora de realizar investigación en esta área se refiere a la delimitación del objeto de estudio. Según el autor, la selección de problemas debe estar delimitada dentro de un “marco teórico y con teorías específicas que den significado a los mismos”, que “a su vez, están condicionadas por concepciones más generales acerca de la naturaleza de la disciplina” (epistemología). Es decir, el investigador en educación matemática se encuentra ante un “problema epistemológico acerca de la naturaleza de la didáctica de la matemática como disciplina y de los paradigmas metodológicos correspondientes”.

Epistemología de la Matemática y de la Educación matemática

Según Sierpinska y Lerman (1996), hablar de epistemología como la teoría del conocimiento científico conlleva a definir la epistemología de

las matemáticas como la teoría del conocimiento matemático, en la cual se puede hablar de epistemología del “contexto de justificación” (fundacionalista), interesada en encontrar algún tipo de primera matemática sobre la cual se pueda construir el resto, (Popper ,1972; Lakatos, 1976) ¹, epistemologías del “contexto de descubrimiento” (no fundacionalista), que considera la invención en matemática como algo muy valioso, porque reflexionando sobre este proceso se pueden encontrar razones de los errores en Matemáticas (Poincaré, 1908; Dieudonné, 1992)¹ epistemologías histórico-críticas y genéticas, para quienes las cuestiones más primitivas se encuentran integradas en las más avanzadas (Khun,1962; Feyerherand, 1978; Piaget y García, 1989)¹, socio-históricas en las que se destacan el “naturalismo”, basada en la semejanza de la matemática con la naturaleza (Kitcher, 1988)¹ normatividad de la matemática vista como el seguimiento de reglas, explicación de las diferentes clases de matemáticas en diferentes sociedades (Restivo,1992; Bloor,1976, 1983)¹. Para Restivo (1992)¹ las representaciones matemáticas son constructos sociales y culturales, y las epistemologías del significado, que vincula el significado con las condiciones de verdad (Strawson, 1971; Girotto, 1989)¹.

Así, hablar de la epistemología de la educación matemática, como la teoría del conocimiento de las proposiciones de la educación matemática, tiene sus basamentos en el desarrollo propio de la Matemática, de donde, obviamente se origina, ya que se trata de la transmisión del conocimiento matemático.

Para comprender las aproximaciones epistemológicas de la Educación matemática es importante notar que los educadores matemáticos están más interesados en:

¹ Citado en Sierpinska y Lerman (1996)

- Explicar los procesos del conocimiento matemático, sus mecanismos, condiciones y contextos de descubrimientos pasados.
- Causas de los períodos de estancamientos.
- Afirmaciones, que desde el punto de vista de la teoría actual, parecen ser o han sido erróneas.
- Observar y explicar los procesos de descubrimiento matemático realizado tanto por los expertos como por los estudiantes.
- Como prácticos, investigan modos de provocar tales procesos de la enseñanza.

Como consecuencia de estos intereses se presenta una diversidad de epistemologías (líneas de división del tipo de investigación) en función de tres aspectos fundamentales:

- Carácter subjetivo – objetivo del conocimiento.
- El papel en la cognición, de los contextos sociales y culturales.
- Relaciones entre lenguaje y conocimiento.

Estos aspectos destacan entonces las aproximaciones que, según Sierpinska y Lerman, (1996), se pueden clasificar como sigue:

Constructivista: Quienes establecen que no hay conexiones directas entre enseñanza y aprendizaje, en función de que el pensamiento del profesor no puede transmitirse al alumno y viceversa. Algunos constructivistas llamados sociales, se encuentran a favor de la teoría de enculturación como proceso separado de las construcciones y construcción del sentido del niño. (Confrey, 1990), (Steffe y D'Ambrosio, 1995)¹, (Kilpatrick, 1987)¹.

Los educadores matemáticos constructivistas intentan ilustrar como los investigadores pueden dar sentido a las conductas de los estudiantes en términos de sus posibles estructuras conceptuales existentes con el fin de predecir lo

que podrían ser actividades convenientes para extender sus estructuras matemáticamente. (Sierpinska y Lerman, 1996, p 11).

Visiones Socio-culturales: Esta corriente denota epistemologías que ven al individuo dentro de culturas y situaciones sociales. En este sentido, hablar del individuo o del conocimiento es posible sólo si se realiza bajo el contexto o la actividad que los involucra. (Vigotsky, 1978)¹, (Wittgenstein, 1956)¹, (Lave 1988)¹.

Mellin-Olsen (1989), exponen en su obra “The Politics of Mathematics Education”, la “Teoría de la Actividad” cuyas raíces se encuentran en el Psicólogo soviético, Lev Vigotsky. Explica que la actividad es una manera de describir la vida completa de una persona. Al mismo tiempo que la persona siempre es considerada bajo la influencia de los grupos sociales con los cuales se relaciona, la teoría de la actividad también describe la vida de tales grupos. La Actividad se referirá a las acciones que emergen de la motivación propia de la persona y está relacionada a la persona como una persona política de la sociedad. Esto implica que la persona, como miembro de la sociedad, se encuentra en una situación donde se le permite la responsabilidad de su propia situación de vida en particular y para la sociedad en general.

Interaccionismo: está considerada como una aproximación a la teoría e investigación sobre el desarrollo que promueve una visión socio – cultural sobre las fuentes y el crecimiento del conocimiento. Su foco de estudio no es el individuo sino las interacciones entre individuos de una cultura, en particular para algunos investigadores se trata de la cultura del salón de clases. (Brunner 1985; Brunner y Borstein, 1989)¹.

Es importante notar que esta corriente se origina de los trabajos sobre interaccionismo simbólico de Mead (1934)¹ y Blumer (1969)¹, la etnometodología de Garfinkel (1967)¹, el “frame análisis” de Goffman (1974)¹, la filosofía del lenguaje de Wittgenstein y la teoría de la adquisición del lenguaje de Brunner y sus colaboradores. Entre sus ideas

centrales se encuentra el hecho de que en la clase de matemática, la construcción individual de los significados tiene lugar en interacción con la cultura de la clase, y al mismo tiempo contribuye a la constitución de esta cultura. A esta propiedad se le ha llamado *reflexividad*. (Cobb y Bauersfeld, 1995)¹. Al respecto, se considera a Bauersfeld, Voigt y Krummheuer como los padres del interaccionismo en Educación matemática.

Didáctica francesa: Se presenta como una reflexión de la epistemología de la educación matemática (naturaleza de este conocimiento), sobre su objeto como un campo de investigación científica y su lugar entre las demás disciplinas. Ha trabajado sobre la epistemología de nociones y dominios matemáticos específicos. Citamos por ejemplo a Guy Brousseau con su “Teoría de Situaciones” y a Yves Chevallard con su aporte del concepto de “Trasposición Didáctica”.

En particular, para Chevallard, la “antropología del conocimiento” es una extensión de la epistemología, ya que mientras para la epistemología el objeto de estudio era la producción del conocimiento científico, para la antropología del conocimiento se ocupa no solo de los mecanismos de la producción, sino también de las prácticas relacionadas con el uso o aplicación del conocimiento científico, su enseñanza y trasposición.

Brousseau (1981) a su vez, propuso que el diseño de las situaciones didácticas relativas a un concepto matemático dado se orienta a la construcción de su “génesis artificial”, que simularía los diferentes aspectos actuales del concepto para los estudiantes, y que, sin reproducir el proceso histórico, conduciría no obstante, a resultados similares.

Epistemología del significado: Se ve como una reflexión sobre la naturaleza de los conceptos matemáticos, sobre los procesos y condiciones de su desarrollo, sobre las características de la actividad

matemática actual y pasada y, sobre lo que constituye la naturaleza específica de un dominio matemático u otro.

Mencionamos a Steinbring con su discusión del triángulo epistemológico, Cornú (1983)¹, Sierpinska (1985), (1990), Scheneider y Gilot (1991)¹ con sus estudios sobre obstáculos epistemológicos, concepto que se fundamenta en una filosofía de la ciencia antipositivista y la hipótesis de que el proceso de crecimiento del conocimiento es discontinuo, no acumulativo y marcado por "rupturas", "umbrales" y redefiniciones importantes en los fundamentos de las teorías.

Epistemología y una teoría de instrucción: Surge como reflexión de Morf (1994)¹, sobre las dificultades que una teoría de instrucción (teoría didáctica) tiene para integrar la epistemología constructivista consigo misma. Considera el impacto de una epistemología dada sobre la teoría y la práctica de la enseñanza de las matemáticas. "Mientras una epistemología estudia el conocimiento como una relación entre el sujeto y un objeto, una teoría de instrucción, tomando en cuenta la actividad didáctica debe tratar con al menos dos tipos de conocimiento: el del estudiante (para ser transformado) y el del profesor (para ser usado en esa transformación)" (Sierpinska, 1996).

El estudio llevado a cabo se enmarca en las visiones socio - culturales ya que el objeto del mismo está referido al docente y su práctica educativa y esto es posible sólo si se realiza bajo el contexto o la actividad que los involucra: la cultura de la clase.

Paradigmas de investigación en la enseñanza de la matemática.

Según Godino (1993), cuando se trata de "hacer una valoración crítica sobre la naturaleza de los resultados de la investigación en didáctica de las matemáticas" es necesario revisar el hecho del "carácter relativo de los mismos a las circunstancias particulares de los participantes (profesores y alumnos) y del contexto".

En cuanto a la perspectiva según la cual se lleva a cabo la investigación, es decir el paradigma de investigación, Godino señala tres posturas y dos polos extremos representados por:

- *Enfoque positivista o proceso – producto*, “que trata, especialmente de encontrar leyes y de confirmar hipótesis acerca de las conductas y procedimientos que se asocian con ganancias en el rendimiento de los alumnos”. Utiliza preferentemente métodos cuantitativos asociados con mediciones sistemáticas, diseños experimentales, entre otros.
- *Enfoque interpretativo*, “orientado a la búsqueda del significado personal de los sucesos, el estudio de las interacciones entre las personas y el entorno, así como los pensamientos, actitudes y percepción de los participantes. Utiliza métodos cualitativos (ecológico, etnográfico, entre otros) asociados a las observaciones naturalistas, estudio de casos, etnografía y los informes de tipo narrativo.

Distingue Godino un tercer paradigma: *socio – crítico*, “partidario de conectar la investigación con la práctica, con la vista puesta hacia su cambio en la dirección de una mayor libertad y autonomía de los participantes. En este paradigma uno de los métodos empleados es la “acción – reflexión – acción”. Un resumen comparativo de los tres paradigmas (tomado de Lokpez, 2001, 29) se detalla en el cuadro 1.

En definitiva, el objeto de la investigación, así como la finalidad de la misma darán las pautas para la determinación del paradigma a utilizar, sin embargo, es importante notar que dentro de la discusión de la enseñanza crítica de la matemática se impone la necesidad de abordar las cuestiones investigativas a la luz del paradigma crítico. En primer lugar, por fundamentarse en una teoría crítica, y en segundo lugar por la finalidad y los fundamentos de la misma.

Cuadro 1. Resumen comparativo de los Paradigmas de Investigación.

ASPECTOS	PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN		
	Positivista	Interpretativo	Crítico
Fundamentos Teóricos	Positivismo	Fenomenología	Teoría crítica, Teología de la liberación, marxismo, otros.
Finalidad	Describir, explicar, controlar, predecir.	Comprender, interpretar, comprensión mutua y participativa.	Liberar o emancipar, cambiar situación concreta, Identificar potencial para el cambio.
Naturaleza de la realidad (Ontología)	Existe una realidad única, tangible y fragmentable, sigue leyes y es independiente del observador.	Existen múltiples realidades socialmente construidas.	Depende de la fundamentación.
Relación sujeto – objeto	El sujeto debe ser neutral y permanecer distante del objeto.	Los resultados se generan del mismo proceso. Subjetivo. Intersubjetivo.	Las relaciones están influenciadas por un fuerte compromiso para la liberación.
Papel de los valores	Libre de valores.	Los valores son reconocidos e influyen en todo el proceso.	Los valores son identificados e influyen en todo el proceso. Crítica de ideologías.
Estilo del Investigador	Observador. Inventor.	El investigador es el principal instrumento de la investigación	Militante, participativo
Aproximación a la realidad	Simplificada. Número limitado de variables. Análisis parcial. Generalmente desde una disciplina.	Global u Holística, considerando el contexto y la dinámica de la realidad. Interdisciplinaria.	A partir del contexto y sus relaciones dinámicas. Generalmente interdisciplinaria.
Diseño	Determinado estableciendo condiciones para controlar las variables. Predominantemente hipotético. Deductivo.	Emergente, holístico. Inductivo, hermenéutico, Cuantitativos y cualitativos. Predominan los cualitativos.	Negociado.
Método	Cuantitativos y cualitativos.	Hipótesis de trabajo en tiempo y con textos dados	Acción – reflexión – acción. Otros
Tipos de datos	Predominan los cuantitativos.	Generalización naturalista. Teoría fundamentada.	Cuantitativos y cualitativos. Predominan los cualitativos.
Generalización	Generalizaciones libres del contexto y del tiempo.		Hipótesis de trabajo en tiempo y contextos dados.
Criterios para evaluar la investigación	Validez interna, validez externa. Confiabilidad. Replicabilidad.	Validez interna. Credibilidad. Utilidad.	Impacto social (mejor distribución poder y recursos). Impacto Organizacional.

Nota: Datos tomados de Lóñez (2002).

Bases teóricas para una reforma en la enseñanza de la matemática. El Pensamiento Complejo (Morin, 1999).

La naturaleza del ser humano es extremadamente compleja, su comportamiento, al igual que su aprendizaje, obedece, no solo a esta naturaleza, sino al resultado de sus interacciones con el ambiente, con sus congéneres, y a las estructuras sociales, políticas, religiosas, culturales y económicas donde se desenvuelve.

Ello entretiene una serie de aspectos que hablan por sí mismos de la dificultad de abordar un estudio serio sobre una situación educativa, sin tomar en cuenta en profundidad todo lo que envuelve esa situación: ¿dónde ocurre?, ¿quiénes están involucrados?, y ¿bajo que contexto social, económico, cultural, religioso o político se desarrolla?

Por otro lado, el mundo en que vivimos, sometido a los cambios tan vertiginosos que imponen los avances de la tecnología, requiere de que quienes tengan en sus manos la responsabilidad inmediata y futura de adecuar nuestra sociedad a tal evolución, sean capaces de entender, manipular, transformar y adaptar sus conocimientos a las necesidades que estos cambios propongan.

Al respecto apunta Morin (2002), que la educación debe asumir su carácter evolutivo y transformador para responder a los desafíos planteados por la sociedad. Afirma, además, que estos desafíos se pueden contextualizar como: el desafío integrador de conocimientos, el desafío cultural, el desafío sociológico, el desafío cívico y el desafío de transformar el pensamiento para hacer frente a todos ellos.

Explica el mismo Morin que lo importante en una educación no es la acumulación de saberes únicamente sino disponer de un principio de selección y de organización que le otorgue sentido, para lo cual, es

indispensable poseer, simultáneamente: la aptitud general para plantear y analizar problemas y contar con principios organizadores que permitan vincular los saberes y darles sentido: “...*el desarrollo de la aptitud para contextualizar y totalizar los saberes se convierte en un imperativo de la educación.*”

Esta aptitud, insiste, conlleva al “surgimiento de un pensamiento ecologizante” que “sitúa todo acontecimiento, información o conocimiento en una relación inseparable con el medio (cultural, social, económico, político y, por supuesto, natural)” Morin (2002, 27); es decir sitúa los acontecimientos en su contexto y se trata de “buscar siempre las relaciones e inter – retro acciones entre todo fenómeno y su contexto.”

En este sentido, indica que la Universidad dentro de su doble misión de adaptarse a las necesidades de la sociedad y de conservar, transmitir y enriquecer un patrimonio cultural, debe además enfrentar una “presión sobre – adaptativa que lleva a adaptar la enseñanza y la investigación a las demandas económicas, técnicas, administrativas del momento, a adaptarse a los últimos métodos...” Morin (2002, p.87). Pero también lleva la carga de enfrentar la disyunción radical de los saberes entre disciplinas y la disyunción entre la cultura humana y la científica.

Postula Morin que “la reforma de la universidad no debería conformarse con una democratización de la enseñanza universitaria y con la generalización del estado del estudiante. *Se trata de una reforma que concierne nuestra aptitud para organizar el conocimiento, es decir, pensar*” (Morin 2002, p.88).

El aporte de Morin como “guía para un pensamiento vinculante” se resume en siete principios complementarios e interdependientes:

1. El principio *sistémico u organizativo* “que une el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo”.

2. El principio *holográfico* de las organizaciones complejas: “la parte está en el todo, pero también el todo está inscrito en cada parte”.
3. El principio *del bucle retroactivo o retroalimentación*: “la causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa”.
4. El principio *del bucle recursivo*: “los productos y los efectos son en sí mismos productores y causantes de lo que los produce”.
5. El principio *de autonomía / dependencia (auto-eco-organización)*: “los seres vivos [...] gastan energía en mantener su autonomía. Como necesitan encontrar la energía, la información y la organización en su medio ambiente, su autonomía es inseparable de esta dependencia”.
6. El principio *dialógico*: “la dialógica entre el orden, el desorden y la organización, a través de innumerables inter-retroacciones, está en constante acción [...] El pensamiento debe asumir dialógicamente dos términos que tienden a excluirse entre sí”.
7. El principio *de reintroducción del que conoce en todo conocimiento*: “todo conocimiento es una reconstrucción/traducción que hace una mente/cerebro en una cultura y un tiempo determinados”

Según Espina (2003), el pensamiento, dirigido por estos principios, se corresponde con una visión compleja de la realidad y se considera como el sustrato fundamental del enfoque y del método transdisciplinarios con los cuales abordar e investigar la realidad en toda su complejidad. Estos principios permiten fijar un método de organización del pensamiento y de las instituciones dentro de la realidad, concebida como una red (compleja), con sus relaciones e interacciones, que permite la transición y adecuación (transformación).

En resumen, la visión de Morin respecto al desafío de transformar nuestra educación para afrontar los retos planteados por la sociedad en nuestro tiempo, plantea los siguientes constructos:

- La reforma de la educación debe comenzar con la reforma del pensamiento individual.
- La educación debe propender al desarrollo de la aptitud para contextualizar y totalizar los saberes, es decir, del paradigma seccionista al integrador, para lo cual es indispensable reconocer el carácter inter, trans y pluri disciplinar de las ciencias y su enseñanza.
- Es necesario adaptar la educación a las demandas económicas, técnicas, administrativas del momento.
- El pensamiento transformador o pensamiento vinculante debe regirse por los siete principios del “pensamiento Complejo”: sistémico, holográfico, bucle retroactivo, bucle recursivo, autonomía / dependencia, dialógico y reintroducción.

Inter, trans, pluridisciplinariedad del conocimiento Matemático.

El carácter inter, trans y pluri disciplinario de la matemática, se puede entender, citando a Andonegui (2005), de la siguiente manera:

La *pluri o multidisciplinariedad*: consiste en el estudio de un objeto, propio de una disciplina, desde la perspectiva convergente de varias disciplinas. El conocimiento de ese objeto se profundiza con la aportación multidisciplinaria, trascendiendo el que proporciona la sola disciplina original. Pero este aporte adicional y en profundidad sigue al servicio exclusivo de esa disciplina. Es decir, la gestión multidisciplinaria sobrepasa las disciplinas pero su finalidad queda inscrita en el marco de la investigación disciplinaria. La *interdisciplinariedad*, por su parte, concierne a la *transferencia de métodos de una disciplina a otra*. Se pueden distinguir tres grados de interdisciplinariedad: a) *de aplicación* (los métodos de una disciplina se transfieren a otra para producir nuevos resultados); b) *epistemológico* (cuando los métodos transferidos generan análisis interesantes en el campo epistemológico de otra disciplina); c) *de concepción* de nuevas disciplinas más complejas a partir de otras más simples Nicolescu (1999). Y la *transdisciplinariedad* concierne, como lo indica el prefijo

"trans", a lo que simultáneamente es: *entre* las disciplinas, *a través* de las diferentes disciplinas, y *más allá* de toda disciplina (Carta de la Transdisciplinariedad, 1994). Según Nicolescu (1999), su finalidad última es la comprensión del mundo presente, uno de cuyos imperativos es la unidad del conocimiento. Desde la perspectiva transdisciplinaria se considera la realidad como multidimensional, estructurada en múltiples niveles, sustituyendo así la visión de una realidad unidimensional abordada desde cada disciplina. (p. 303)

En este sentido, sostiene Andonegui (ob.cit.) que la multidisciplinariedad se fundamenta en tres pilares, primero la existencia de diferentes niveles de la realidad, la aparición de nuevas lógicas como la del tercero incluido y la emergencia de la complejidad, afirma que sobre esta base se construye la metodología de investigación transdisciplinar que permite abordar “problemáticas de la elaboración, articulación, reorganización, transmisión y comunicación de los conocimientos entre, a través, y más allá de las disciplinas establecidas”.

Con respecto a la práctica interdisciplinar, afirma el autor que según Motta (2002), “el punto de partida para la resolución de los problemas concernientes a la construcción de estudios interdisciplinarios no consiste en tomar como punto de partida las interrelaciones entre las disciplinas, sino requiere partir del *análisis de las interrelaciones entre los fenómenos y los procesos que son objeto de estudio*” (Ibdem, p. 4). En otras palabras el objeto de estudio o fenómeno debe ser visto a la luz de las diferentes disciplinas involucradas, detectar sus interrelaciones y detectar los objetivos comunes entre ellas. De allí que se hace necesario el estudio de las relaciones complejas que se deriven de esta práctica.

En cuanto a la matemática, explica Andonegui (obcit), que la complejidad de la misma puede ser referida a diversos aspectos:

- *Epistémico*: la naturaleza en si del conocimiento, en cuanto a cómo se construyen los objetos matemático, cómo se

- *De contenidos de la realidad:* En cuanto a la cantidad, la forma, el símbolo y la representación, la dimensión, los patrones, las relaciones, la determinación y la incertidumbre, la estabilidad y el cambio... (Steen, 1998).
- *Histórico-constructiva:* en la matemática se permite el ensayo y el error, la imaginación y la intuición, el razonamiento deductivo, la analogía y la metáfora, el análisis y la síntesis.
- *De modelaje y aplicaciones:* “con la posibilidad de venir de y de abrirse hacia los problemas del contexto humano, científico y social.”
- *Estética:* “desde los predios de las regularidades, de las simetrías y asimetrías, de las generalizaciones y singularidades”.

Al respecto, afirma Morin (2002a) que, la enseñanza de la Matemática debe ir más allá y más acá de sus contenidos, tiene que mostrar la naturaleza intrínsecamente problemática de la matemática. Insiste que a lo largo de los años de enseñanza de la misma, se debería poner en evidencia el diálogo del pensamiento matemático con el desarrollo de los conocimientos científicos y los límites de la formalización y de la cuantificación.

En lo que respecta al presente trabajo, en primer lugar, el mismo fue motivado por la reflexión del docente investigador en función de repensar su práctica pedagógica en cuanto a su finalidad y propósitos, en busca de la pertinencia de la misma con los estándares del nuevo modelo educativo de la UCLA, producto de las transformaciones curriculares adelantadas en la Institución (reforma del pensamiento).

En segundo lugar, después de revisar la bibliografía acerca de las investigaciones realizadas sobre la enseñanza de la matemática, y las tendencias teóricas que fundamentan y han fundamentado estas investigaciones, se asumió la tendencia de la enseñanza de la matemática basada en aplicaciones, ya que desde esta perspectiva, es posible contextualizar el conocimiento matemático e integrarlo en la resolución de problemas reales (económicos, técnicos, administrativos u otros) de la sociedad, mostrando el carácter inter, pluri y trans disciplinar de esta ciencia.

Y en tercer lugar, en la experiencia realizada y reportada en este trabajo, se seleccionó como estrategia didáctica, sustentada en la enseñanza basada en aplicaciones, el uso de la “modelación matemática”, debido a que este tipo de estrategia se corresponde con los siete principios del pensamiento Complejo, como se explica más adelante.

Tradición crítica de la enseñanza de la matemática: Ole Skovsmose.

“Pocas veces a lo largo de la historia fue tan urgente la apuesta por una educación verdaderamente comprometida con valores de democracia, solidaridad y crítica, si se quiere ayudar a los ciudadanos y ciudadanas a hacer frente a esas políticas de flexibilidad, descentralización, y autonomía que se están propugnando desde las esferas laborales. Es preciso formar personas con capacidad de crítica y solidaridad, si no queremos dejarlas todavía más indefensas. Mientras tanto van a ser las profesoras, profesores, estudiantes y colectivos sociales progresistas, convencidos del valor de la educación, quienes pese a toda clase de obstáculos, seguirán abriendo nuevas brechas, desarrollando prácticas educativas más democráticas, en las que los chicos y chicas pertenecientes a colectivos sociales no hegemónicos no serán discriminados” (Torres J. 1997, “Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado”).

Hacia mediados del siglo veinte, en la tradición de Teoría Crítica desarrollada en la Escuela de Frankfurt, hubo una preocupación por la educación debido a que la misma no podía verse como un mecanismo de

reproducción de las estructuras económicas y sociales capitalistas sino que también podía concebirse como un espacio de reacción y resistencia. Esta preocupación quedó en papel, sólo a nivel de teorías.

Ole Skovmose, es un profesor danés que se ha dedicado a investigar y profundizar en la teoría de la enseñanza de la matemática bajo los lineamientos de la tradición crítica. Dentro de su trabajo se destaca la obra “Hacia una filosofía de la Educación Matemática”, donde realiza un análisis de la situación de la enseñanza de la Matemática y presenta su opinión acerca de la educación y su rol en la formación de una ciudadanía crítica.

Al respecto, el autor en dicha obra, afirma que la matemática posee un poder formativo, ya que “produce nuevas invenciones de la realidad, no solo en el sentido en que las nuevas percepciones cambian las interpretaciones sino también en el sentido en que las nuevas matemáticas colonizan parte de la realidad y la reorganizan...” Skovmose (1999, p. 47), es decir, la tesis que propone es que “*las matemáticas dan forma a la realidad*”, “... no sólo crean maneras de describir y manejar problemas sino que también se convierten en una fuente principal de reconstrucción de la realidad.”

Una de las premisas que sustentan la tesis de Skovsmose, refiere a la manera como la matemática a través de las abstracciones mentales para facilitar el conocimiento (conceptos matemáticos y modelaje matemático) y las abstracciones materializadas (estructuras reales como imágenes de estructuras mentales), se constituyen en objetos de crítica tanto, a lo que las matemáticas hacen, como a la sociedad, por el paso de la abstracciones mentales a las materializadas a través de los objetos matemáticos en sí.

Asegura el autor que es importante analizar si la educación, como está concebida en la actualidad, garantiza la adquisición de una competencia fundamental para el ejercicio de una ciudadanía crítica:

El proceso de enseñanza aprendizaje debe orientarse hacia el objetivo de ofrecer a los estudiantes oportunidades para desarrollar su competencia crítica bajo la forma de cualificaciones necesarias para su participación en los procesos de democratización de la sociedad. (Skovsmose, 1999, p. 70)

Uno de los postulados más interesantes de Skovsmose es su reflexión acerca de tres tipos de conocimientos: el *conocimiento tecnológico*, el *conocimiento matemático* y el *conocimiento reflexivo*. El primero referido al conocimiento necesario para desarrollar y usar la tecnología, el segundo referido a la “competencia que llamamos habilidades matemáticas, incluidas las competencias para reproducir pensamientos, matemáticos, teoremas y demostraciones, al igual que para ejecutar algoritmos y realizar cálculos”, y el tercero definido como “la competencia necesaria para ser capaces de tomar una posición justificada en una discusión sobre asuntos tecnológicos” (Ibídem, p. 111).

Es por ello que el autor “relaciona el conocimiento reflexivo con la competencia general necesaria para reaccionar como ciudadanos críticos en la sociedad de hoy día”. En términos de proceso el autor se refiere al *conocer reflexivo*.

Conocer reflexivo y modelaje matemático

Para Skovsmose (obcit.) el modelaje matemático es la manera más potente de demostrar el poder formativo de esta disciplina. Explica que a través del mismo la realidad no sólo es tocada sino exprimida y transformada, en él se materializan las abstracciones y se convierte en un acto tecnológico y es una manera de introducir los sistemas a la realidad.

Hace una distinción entre dos tipos de modelaje: *el modelaje puntual*, en el cual un problema se transforma en un lenguaje formal en cuyos términos se trata de solucionar el problema original y, *el modelaje extendido*, en cuyo caso la terminología matemática se usa para proveer una base genérica para un proceso tecnológico. Las matemáticas forman parte del marco conceptual que se utiliza para interpretar y reacomodar la realidad. Es importante aclarar que en este tipo de modelaje “las matemáticas se encuentran imbuidas en las partes de nuestro sistema conceptual básico para manejar los asuntos sociales”.

Entre otros aspectos, puntualiza los que deben regir un proceso de modelaje:

- Ubicar un área problemática o un área de interés, en el sentido de falta o defecto de una construcción conceptual o, identificarlo como una inconsistencia entre una construcción mental y una construcción real.
- Debe basarse en una interpretación específica de la realidad.
- Se deben seleccionar elementos de la realidad que se consideren importantes y decidir que relaciones entre ellos son las esenciales.
- Formar un sistema, como entidad conceptual, producto de las interpretaciones de la realidad a la luz de un marco teórico para mirar la realidad.

El objetivo es intentar modelar el sistema conceptual desarrollado, en el sentido de que “el modelo matemático se convierta en una especificación y semidescripción del sistema conceptual creado por una interpretación de la realidad”. El modelo matemático permite entonces que “las descripciones verbales y no formales de las relaciones entre los diferentes parámetros puedan expresarse en términos de relaciones funcionales y, las características de las relaciones como propiedades de las funciones matemáticas seleccionadas.” (Ibídem, p. 115)

De manera resumida el autor plantea las actividades incluidas en el proceso de modelaje de la siguiente manera: *identificación del problema, desarrollo de un sistema, matematización, algoritmización e interpretación* (no necesariamente secuenciales).

Explica además que el modelaje, antes que nada, debe estar precedido por la identificación de las nociones y comprensiones previas y ésta es la primera tarea del conocer reflexivo (tratar de explicitar las precondiciones del proceso de modelaje). La segunda tarea del conocer reflexivo, está referida al abordaje de los problemas y las incertidumbres asociadas con las transiciones de los diferentes tipos de lenguaje utilizados en el proceso de modelaje. Por último la tercera tarea del conocer reflexivo se avoca a las reflexiones sobre cómo el modelaje matemático afecta de manera global al contexto de la resolución del problema (identificar los poderes formativos de la matemática). (Ibídem, p. 126).

Conformación de una tradición crítica para la educación matemática en Venezuela

En lo que respecta a la enseñanza crítica de la matemática, Mora (2002a) considera que entre los aspectos que deben ser tomados en cuenta para la Conformación de una tradición crítica para la educación matemática en Venezuela, se encuentran:

- a) *La concepción epistemológica existente en la didáctica de la matemática*: muchos educadores matemáticos sostienen la tesis de que “la matemática tiene que enseñarse independientemente de su desarrollo histórico y cultural y bajo la filosofía de la abstracción absoluta en cuanto a sus múltiples relaciones y concatenaciones contextuales, especialmente en correspondencia con situaciones de la cotidianidad, las

necesidades de la sociedad y los individuos” (Mora 2002a, p. 43).

- b) Producto del planteamiento anterior: la producción de materiales instruccionales y el tratamiento de la matemática en el aula por lo general esta imbuido del pensamiento lógico formal, incluyendo tanto la planificación de la clase de matemática, el desarrollo del proceso de aprendizaje y enseñanza en sí, como la evaluación de los aprendizajes por parte de los estudiantes y las estudiantes.
- c) Es necesario retomar el hecho de que los conceptos y principios matemáticos deben ser tratados dentro del contexto cultural, ya que la matemática misma es un fenómeno social y cultural, que experimenta diferentes connotaciones en diferentes culturas y contextos sociales.

En este orden de ideas, la conformación de esta tradición crítica, requiere en primer lugar, de la disposición individual, por parte de los educadores matemáticos, a indagar desde su propia práctica educativa, y proponer posibles cambios que aporten elementos para este proceso. De ser así, Mora (obcit.) sugiere el siguiente esquema para el trabajo independiente en este sentido:

INSTRUMENTARIO PARA EL TRABAJO INDEPENDIENTE DE MATEMATICA EN EL AULA (Mora 2002a, p. 66):

1. *Autoevaluación permanente*: trabajo matemático en parejas o grupos pequeños con la finalidad de intercambiar experiencias, dificultades y valorar los resultados. Monitoreo: anotación en el cuaderno de trabajo de auto observaciones sobre las actividades desarrolladas en clase por los alumnos y los propios docentes. Es importante buscar la ayuda de un amigo crítico.

2. *Conferencias*: intercambio conceptual y de estrategias de solución en torno a los problemas y actividades de trabajo.
3. *Reflexión*: revisión periódica de los contenidos matemáticos trabajados mediante exposiciones rotativas de los miembros de cada grupo de trabajo.
4. *Modelación*: elaboración de conclusiones matemáticas, después de la culminación de un determinado plan de trabajo.

Básicamente se percibe en estos señalamientos que cuando Mora se refiere a la conformación de una tradición crítica de enseñanza de la matemática, tácitamente se está refiriendo a la conformación de un pensamiento crítico en los docentes y aprendices, a través de la reflexión y evaluación de los procesos educativos, promoviendo la reinención de la práctica educativa sobre la base de los constructos de la pertinencia y la integración social.

Afirma el mismo Mora, que para muchos investigadores una de las estrategias para lograr este propósito consiste en la utilización del enfoque de la Matemática hacia las aplicaciones. Esta tendencia no es reciente, ya a comienzos del siglo XX en Alemania tuvo una gran relevancia, lo que si se destaca es que históricamente su utilización ha estado más ligada a la enseñanza con los niveles de primaria y secundaria, no así con el nivel universitario.

Además aclara Mora que, el elemento principal en este enfoque es el denominado proceso de aplicaciones, a veces confundido con el *proceso de modelación*, caracterizado este último según (Blum, 1985,)², para la resolución de problemas en dos niveles: el de la realidad y el de la matemática propiamente dicha.

² Citado en Mora (2002a)

De Guzmán (1993)², expresa que con esta tendencia se presenta la posibilidad del desarrollo de estrategias para la resolución de problemas, siguiendo el modelo aproximado: un determinado problema, a primera vista no matemático se intenta resolver a través de un conjunto de pasos sucesivos, que conformarían el modelo de solución del problema en cuestión. El proceso de modelación consistirá entonces en que “una situación aparentemente no matemática, presentada como problema, se transforma a través de la modelación en un problema matemático propiamente dicho” (Mora, 2002a, p. 87).

En la actualidad Freudenthal (1991)², De Lange (1989), Skovsmose (1999) y otros, han expuesto argumentos sólidos acerca de la relación matemática – realidad para enfocar los procesos de la enseñanza de la matemática desde el punto de vista de las aplicaciones. Entre ellos, podemos citar:

- Inutilidad para la vida de los contenidos matemáticos que se estaban desarrollando en la matemática escolar.
- La separación con la realidad del conjunto de ejemplos dados como supuestas aplicaciones de los contenidos matemáticos enseñados.
- La frecuente limitación de las aplicaciones a los tradicionales ejemplos de la física.

Al respecto, Fisher y Malle (1985)², presentan los objetivos que dan sustento a esta corriente innovadora de la enseñanza de la matemática, que se podría implementar a través del concepto de modelación, a saber:

- *Objetivos de contenido* (materia): referentes a la realidad y a la experiencia como puntos de partida para el proceso de aprendizaje (ejemplificación, comprensión de términos, ejercitación de métodos y contenidos matemáticos).
- *Objetivos pedagógicos*: La enseñanza de la matemática ha de contribuir al desarrollo de un ciudadano crítico y

participativo en la solución de problemas que afectan a su sociedad y medio ambiente.

- *Objetivos de utilidad:* desarrollar habilidades para que los ciudadanos se relacionen de manera adecuada y responsable con el medio ambiente. Procesos de modelaje.
- *Objetivos psicológicos:* Aumento de motivación y mejoramiento de la actitud hacia la matemática.
- *Objetivos orientados a la ciencia:* Se pretende que los alumnos se hagan una imagen más realista de la Matemática como ciencia: indagar para obtener respuestas a interrogantes dentro y fuera de la matemática.
- *Objetivos sociales:* los alumnos, deberán formarse una idea clara en cuanto a las reflexiones acerca del tratamiento de problemas dentro y fuera de la matemática y su significado histórico y social.

Ahora bien, para Mora (obcit.), el proceso de modelación puede ser visto como la base para el enfoque de la enseñanza de la matemática con referencia a las aplicaciones, Figura 1. El punto de partida representa una *situación real* (problemática real), ésta puede ser una situación problemática compleja donde no necesariamente se perciben sus características matemáticas. En la Fase 1, los participantes en el aprendizaje y en la enseñanza realizan un análisis de esta situación y organizan las características de la misma y los datos útiles, desarrollando un trabajo de idealización, estructuración, especificación y simplificación basado en las características del problema.

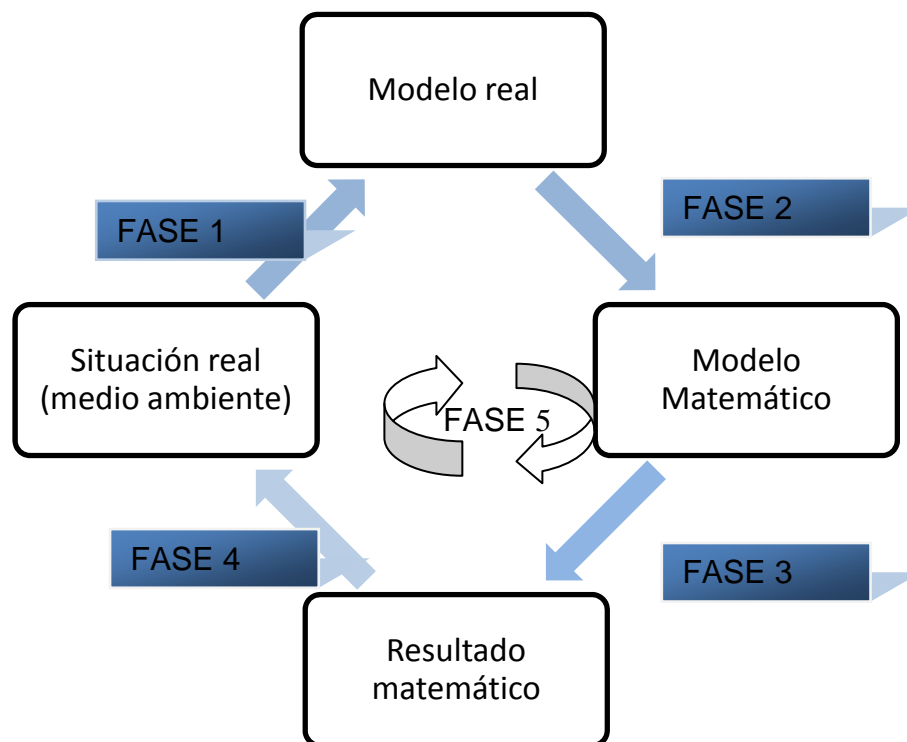


Figura 1. **El proceso de modelación matemático.** Blum (1985, p. 5).

En el segundo momento, el resultado del proceso anterior es un *modelo real*, que refleja de manera más sencilla al problema correspondiente de manera que se haga posible su solución. La segunda fase es el paso del modelo real al modelo matemático, es decir la matematización o traducción de datos, relaciones, terminologías y los supuestos básicos al lenguaje formal matemático.

El tercer momento, es el *modelo matemático* en sí, contiene objetos matemáticos como matrices, funciones, entre otros. Pueden existir varios modelos para dar la solución. La tercera fase consiste en la operacionalización matemática en el modelo matemático para tratar de resolverlo.

El cuarto momento, representa el conjunto de *resultados matemáticos*. La cuarta fase, consiste en la interpretación y comprobación de esos resultados al modelo real. La quinta fase corresponde al proceso

cíclico de validación del modelo y es la prueba más significativa del proceso.

Por último, es importante hacer notar que, el esquema de modelación antes presentado, permite la implementación de un proceso activo, o enseñanza activa, en el sentido de Vigotsky (1978)² y Freinet y Beugrand (1973)², en cuanto a que los alumnos en este tipo de proceso, no sólo utilizan las técnicas (matemáticas) sino deben ser capaces de saber donde, cuando y de que manera utilizarlas.

Con base en los argumentos anteriores, se tiene que la modelación matemática, como base de la enseñanza de la matemática orientada en las aplicaciones expuesta por Mora (obcit), permite a los estudiantes adquirir un conocimiento matemático reflexivo (en el sentido de Skovsmose), acercando y relacionando el mismo con la realidad y por ende, se corresponde con el objetivo de formar profesionales aptos para ejercer una ciudadanía crítica (Skovsmose, obcit).

La Investigación – acción participativa como metodología en el paradigma crítico.

La Investigación – Acción Participativa (reflexiva) (IAP) se puede enfocar como un proceso de mejoramiento evolutivo o de transformación radical, cuyos significados dependen de los paradigmas de investigación y de los marcos teóricos donde se ubique la investigación (López, 2001).

También se puede entender como una forma de estudiar, de explorar, una situación social, en nuestro caso, educativa, con la finalidad de mejorarla, en la que se implican como “indagadores” los implicados en la realidad investigada (Suárez, 2002).

Según Taylor y Bogan (1990), La investigación acción es la recogida sistémica de la información destinada a producir un cambio social. Para Elliott (1986), es el estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de acción dentro de la misma. Para Kemmis y McTggart (1988), es una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales con objeto de mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas sociales o educativas, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar.

Lokpez (2001), por su parte afirma que la IAP:

- Asiste en la resolución de problemas prácticos, y en el aumento de los conocimientos científicos.
- Mejora las competencias de los actores respectivos.
- Se realiza cooperativamente.
- Utiliza información de retroalimentación en un proceso cíclico.
- Se orienta a una mayor comprensión de una situación social.
- Se aplica principalmente a la comprensión de los procesos de cambio en los sistema sociales.
- Se realiza dentro de un marco ético mutuamente aceptado.

Asegura Lokpez (obcit) que, en la IAP los actores reflexionan y mejoran su trabajo a través de una relación firme entre reflexión y acción, haciendo su experiencia pública a otros participantes y a otras personas interesadas en el trabajo y la situación.

Define Lokpez, entre las características de la IAP las siguientes:

- Recolección de información por los propios participantes (con la ayuda de otros) en relación a sus propias preguntas
- Los actores participan en presentar problemas y responder preguntas en la toma de decisiones.

- El poder es compartido y existe una suspensión relativa de las formas jerárquicas de trabajar hacia una democracia de la cultura del grupo.
- Colaboración entre los miembros del grupo como una comunidad crítica.
- Autoreflexión, autoevaluación y autoadministración por personas o grupos responsables y autónomos .
- Aprendizaje progresivo y público mediante la acción y revisión de los errores cometidos en una “espiral auto-reflexiva” de planificación, acción, observación, reflexión, re-planificación y así sucesivamente.
- Reflexión que apoya la idea del práctico reflexivo.

Según Mora (2002b), la investigación acción tiene tres momentos: planificación, acción y reflexión sobre los resultados de la acción y citando a Carr y Kemmis (1988):

Según Lewin, la investigación acción consiste en el análisis, la concreción de hechos y la conceptualización de los problemas; la planificación de programas de acción, la ejecución de los mismos, y nueva concreción y evaluación de hechos, con lo que se repite otra vez el ciclo de actividades, o mejor dicho, la espiral cíclica. Por medio de esta espiral de actividades, la investigación acción crea las condiciones que permiten el establecimiento de comunidades de aprendizaje, es de comunidades de estudiosos comprometidos a aprender de los problemas y efectos de sus propia acción estratégica y entenderlos, así como a mejorar tal acción en la práctica”. (p. 4)

Para la Investigación – acción, según el mismo Mora, el objeto de la investigación es explorar la práctica educativa tal y como ocurre en los escenarios naturales del aula y del centro; se trata de una situación problemática o, en todo caso, susceptible de ser mejorada.

El sujeto está compuesto por todos los implicados en la investigación, incluyendo el propio investigador, quien es el agente que puede tomar decisiones. La metodología que emplea está basada en el enfoque cualitativo y utiliza técnicas de recogida de información variadas, procedentes también de fuentes y perspectivas diversas. La finalidad es mejorar la práctica, al tiempo que se mejora la comprensión que de ella se tiene y los contextos en los que se realiza.

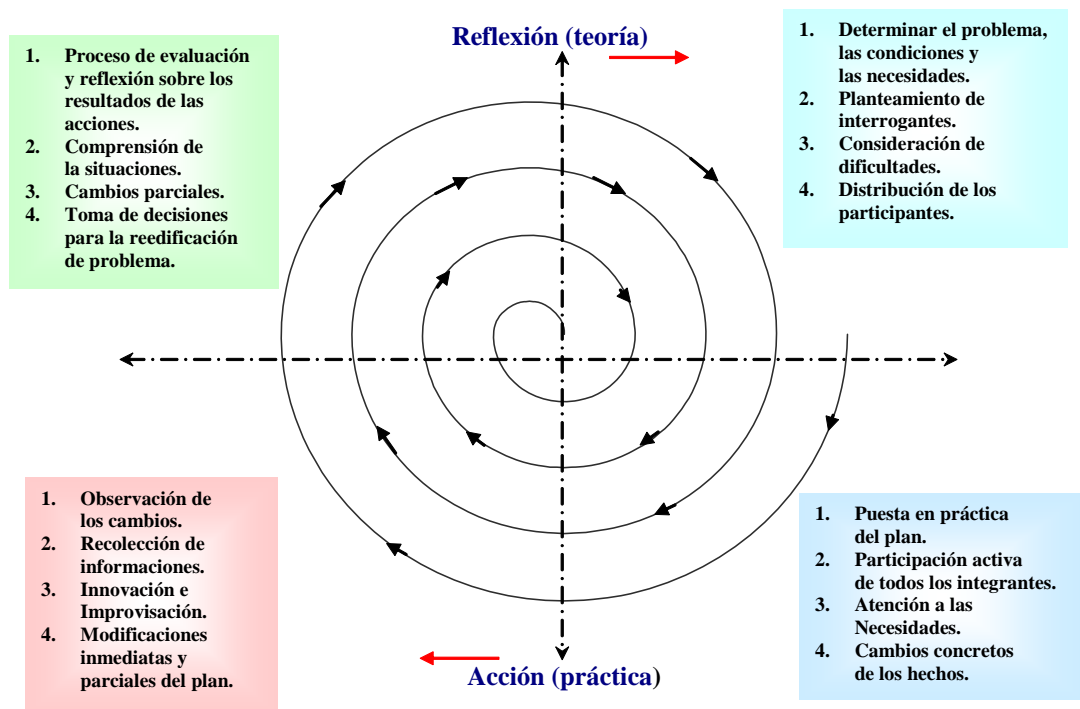


Figura 2. **Espiral IAP.** Tomado de Mora (2002b), trabajo no publicado.

Dentro de las características más relevantes de la investigación - acción esta la congruencia con los valores educativos y la justicia de sus prácticas sociales y educativas, atendiendo a los efectos colaterales no previstos. Es participativa y colaboradora, estimula la creación de comunidades autocríticas que tienen como metas la comprensión y la emancipación, ya que la investigación se entiende como un problema ético y como un proceso político mediante el cual las personas analizan

críticamente las situaciones, conflictos y resistencias al cambio (Suárez, 2002).

Una de las características más importantes de la IAP, es la adaptabilidad y la flexibilidad a los fundamentos y finalidades del estudio que se pretenda realizar. En consecuencia, las características del método definido por la IAP, permite a los docentes comprometidos con la búsqueda de mejorar su práctica pedagógica, insertarse en los principios del pensamiento vinculante (Complejo) Morin (2002a):

- Principio sistémico: el trabajo colaborativo de los sujetos involucrados en la investigación se complementa.
- Principio holográfico: el docente puede tener el papel de investigador y sujeto de investigación a la vez.
- Principio dialógico: el método IAP, requiere la dialógica para la práctica de los valores democráticos.
- Principio del bucle recursivo: participar en los procesos de cambio al mismo tiempo que se investiga sobre ellos.
- Principio del bucle retroactivo: plantear y replantear objetivos durante el proceso de investigación, como consecuencia de la reflexión.
- Principio de autonomía / dependencia: los sujetos de estudio asumen sus responsabilidades como investigadores y nutren, además de nutrirse de los resultados y acciones de los otros.
- Principio de reintroducción: como consecuencia del proceso de reflexión el (los) investigador (es) lleva(n) a cabo el análisis y se encuentran con resultados que serán válidos en una cultura y tiempo determinados, debido a que la educación debe ser vista como parte de un todo: y como proceso social, es dinámica; a partir de los resultados obtenidos, pueden iniciar nuevamente el proceso.

Como apoyo a este proceso de investigación para los docentes, Lokpez diseña el plan general de investigación – acción participativa como se muestra en el Anexo 1.

Fundamentación Legal de la Investigación

El Presente estudio se fundamenta primeramente en la *Ley Orgánica de Educación de la República Bolivariana de Venezuela* en su artículo 3º, en el cual reza textualmente que:

Artículo 3º: La educación tiene como finalidad fundamental el pleno desarrollo de la personalidad y el logro de un hombre sano, culto, crítico y apto para convivir en una sociedad democrática, justa y libre, basada la familia como célula fundamental y en la valorización del trabajo; capaz de participar activa, consciente y solidariamente en los procesos de transformación social; consustanciado con los valores de la identidad nacional y con la comprensión, la tolerancia, la convivencia y las actitudes que favorezcan el fortalecimiento de la paz entre las naciones y los vínculos de integración y solidaridad latinoamericana. La educación fomentará el desarrollo de una conciencia ciudadana para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, calidad de vida y el uso racional de los recursos naturales; y contribuirá a la formación y capacitación de los equipos humanos necesarios para el desarrollo del país y la promoción de los esfuerzos creadores del pueblo venezolano hacia el logro de su desarrollo integral, autónomo e independiente. (p. 1)

Por otro lado, siguiendo lo expresado en las Políticas Académicas de la UCLA, aprobadas por en Consejo Universitario en abril del 2004, se encuentra como eje estratégico: “Formar profesionales, conforme a los principios de democracia y respeto a la dignidad humana, altamente calificados en lo científico, tecnológico y humanístico; conscientes de su rol social, capaces de atender eficientemente la demanda del sector

laboral y convertirse en agentes de cambio social orientados al desarrollo sostenible de su medio”.

Entre los lineamientos que se destacan en dicho documento, se encuentran:

1. Desarrollar un proceso formativo integral del ser humano.
2. Elevar la calidad, la innovación, la relevancia y la pertinencia social de la misión académica de la UCLA.
3. Generar modelos innovadores en los procesos de aprendizaje integral, centrados en el estudiante, que favorezcan la formación en lo científico, humanístico y ético con firmes valores ciudadanos.

Donde se expresa la política educativa, inherente a pregrado como: “Instituir el proceso educativo sobre la base de un currículo integral, flexible, centrado en el estudiante y bajo el enfoque de competencias, que responda a las necesidades regionales y nacionales.” Entre las estrategias definidas para lograr esta política se destacan:

1. Desarrollar la educación como un proceso permanente, caracterizado por un aprendizaje activo, responsable y crítico en la construcción de su conocimiento enfatizando el aprender a aprender.
2. Promover y apoyar la introducción de métodos de enseñanza que conduzcan al desarrollo de habilidades para el manejo de información y planteamiento y resolución de problemas.

En consecuencia, se considera que el estudio realizado y reportado, se enmarca en los postulados establecidos en ambos documentos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

Posicionamiento paradigmático

En la concepción de la investigación sobre la enseñanza de la matemática desde el punto de vista socio – cultural, de donde se genera la teoría de la enseñanza Crítica de la Matemática, y en función de los objetivos planteados, el trabajo realizado se ubicó dentro del Paradigma Crítico que propone, sobre la base de la reflexión – acción, cambios transformadores en los procesos sociales, tomando en cuenta al investigador como parte de la investigación; en materia de investigación educativa, el docente se involucra a través de la auto – reflexión y toma decisiones con la ayuda de la comunidad auto – crítica (estudiantes); en cuanto a la convalidación de conocimientos además de la comunicabilidad y coincidencia interpretativa prepara las condiciones necesarias para el diálogo abierto y democrático (toma de decisiones consensuada).

Dimensión axiológica

Las visiones socio – culturales de la Enseñanza de la Matemática (Enseñanza crítica de las Matemáticas, Etnomatemáticas) ubican el hecho educativo en el contexto mismo donde se desarrollan y desde allí realizan su estudio y análisis. En particular, Bishop (1999), plantea que la enseñanza de la Matemática puede ser vista como un proceso de enculturamiento en el cual, la Matemática es entendida como una “manera de conocer”, como un producto cultural que inevitablemente transmite valores y que debido al ejercicio del currículo dirigido al desarrollo de técnicas, al dejarse absorber por los aspectos simbólicos y

de manipulación de las matemáticas, son ignorados por completo y que, aún cuando enseñamos valores de manera inconsciente e implícita dejamos de lado el sentido crítico.

Estos valores han sido agrupados por Bishop en seis grupos: *Ideología – racionalismo*, referidos al componente ideológico de la cultura matemática (la lógica), la capacidad de emplear el razonamiento deductivo no sólo para una demostración matemática sino para encontrar explicaciones lógicas de los hechos cotidianos, capacidad para argumentar, debatir, explicar a la luz de la razón. *Ideología – Objetismo*, aquellos valores orientados hacia la relación entre la matemática y los objetos que nos rodean, en el entendido de que la matemática ha contribuido a desarrollar una tecnología que puede salvar vidas pero también ha contribuido a crear instrumentos de muerte. *Sentimiento – Control* son los valores referidos al componente sentimental en cuanto al control y seguridad (predictibilidad), la irrefutabilidad de los resultados matemáticos da la sensación de control sobre los hechos en general. *Sentimiento – progreso*, sentimientos de crecimiento, de desarrollo, de progreso, de cambio. *Sociología – apertura* el conocimiento matemático está abierto a todos y pertenece a todos, esto refuerza los sentimientos de democracia de nuestras sociedades y nuestras instituciones sociales. *Sociología – Misterio*, la matemática es considerada por muchos, lo “desconocido”, y ante este hecho, matemáticos y no matemáticos idealizamos su conocimiento.

Dimensión ontológica

Apoyado en las filosofías existencialistas que sustentan que el hombre no existe en abstracto, sino situado en el mundo en determinadas circunstancias de lugar y de tiempo, el presente trabajo está orientado sobre las bases de la visión socio – cultural de la enseñanza de la matemática, donde el hecho educativo en sí, no es un hecho aislado sino un producto de las inter – relaciones de los actores del mismo y el medio

o contexto educativo. Así, la naturaleza del proceso de enseñanza – aprendizaje del conocimiento matemático, debe estar estrechamente relacionado, no sólo con los requerimientos tecnológicos y/o científicos que plantee la sociedad descritos explícitamente en el currículo, sino también, con los ideales y costumbres de la comunidad misma, obedeciendo a la pertinencia de lo enseñado y aprendido con las necesidades individuales y colectivas.

Dimensión epistemológica

Sobre la base de los postulados del pensamiento vinculante, expuesto por Morín(2002), y en relación al proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, se puede acotar que: a) el conocimiento matemático es parte del conocimiento universal (principio sistémico), b) la enseñanza de este conocimiento como proceso socio – cultural, refleja las características mismas de la sociedad (principio holográfico), c) la enseñanza - aprendizaje de la matemática como proceso, puede ser evaluada y transformada en un bucle retroactivo (bucle de retroalimentación), d) la dinámica de este proceso de enseñanza – aprendizaje genera nuevos conocimientos (bucle recursivo), e) los actores del hecho educativo son seres humanos, que se auto – eco – organizan, encuentran respuestas reorganizando y compartiendo sus saberes (principio de autonomía – dependencia), f) la evolución de la sociedad ha hecho que los procesos educativos adquieran un grado de obsolescencia, generando crisis (caos – desorden) y con ella, se producen cambios transformadores provenientes de la dialógica (posicionamientos antagónicos tratados racionalmente) (principio dialógico), y g) los conocimientos matemáticos son reconstrucciones de principios abstractos de mentes humanas, así su enseñanza – aprendizaje se puede entender como la reintroducción de este conocimiento en una cultura y lugar específico (Principio de reintroducción).

Hechas las consideraciones anteriores, y en concordancia con los objetivos planteados, el trabajo realizado se fundamentó en el Pensamiento Complejo y, como consecuencia de ello, se asumió un enfoque sistémico, en la concepción de la enseñanza – aprendizaje de la matemática como un subsistema del sistema educativo, cuyo insumo es el conocimiento matemático y producto, el saber aprendido y que nutre y se nutre de otros subsistemas dando como resultado la formación integral del egresado universitario.

Tipo de Investigación

La investigación llevada a cabo, de acuerdo a Tamayo (2000), es de tipo investigación participativa, debido a que permite integrar en el proceso a los miembros de la comunidad como investigadores, en lugar de tomarlos como objetos investigados. Además este tipo de investigación toma en cuenta tanto los aspectos ideológicos como los prácticos, que deben ser manejados por el investigador principal y los grupos que participan en la investigación; en este caso, el docente de aula y, los y las estudiantes.

Particularmente, se utilizó el modelo de la Investigación – Acción Crítica, entendida, como una forma de estudiar o de explorar una situación social, en nuestro caso, educativa, con la finalidad de transformarla, en la que se implican como “indagadores” los partícipes de la realidad investigada.

Diseño de la Investigación

El trabajo llevado a cabo se realizó en dos momentos, un primer momento definido por una investigación bibliográfica, de acuerdo a Tamayo (2000), para el desarrollo de la fundamentación teórica que sustenta el estudio en sí y un segundo momento, definido por la aplicación del modelo de la Investigación – Acción Participativa (IAP), de acuerdo a Lokpez (2001), para el logro de los objetivos planteados en

este estudio, con respecto a la experiencia didáctica fundamentada en la ECM, de tal manera que la metódica utilizada se muestra en el Cuadro 2.

Del estudio y análisis de las teorías sobre la enseñanza de la matemática, su fundamentación epistemológica, los métodos y técnicas que las sustentan, y su relación con la problemática estudiada, se asumió el uso del diseño de proyectos utilizando modelación matemática como “estrategia didáctica experimental”.

Cuadro 2. Metódica de la investigación.

MOMENTO	OBJETIVOS	METODO
I	Estudiar las diferentes corrientes que teorizan sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática en la actualidad.	Diseño bibliográfico: lectura y análisis de bibliografía seleccionada sobre el tema focalizado.
I	Exponer los lineamientos de la enseñanza crítica de la matemática (ECM) y las estrategias didácticas fundamentadas en ella.	Diseño bibliográfico: lectura y análisis de bibliografía seleccionada sobre el tema focalizado.
II	Analizar el contexto de la enseñanza de la asignatura Estructuras Discretas II en el Programa de Ingeniería en Informática del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA.	Modelo IAP: Fase Diagnóstico – Reflexión Inicial. Técnica: observación participante.
II	Planificar la implementación de una estrategia didáctica con los alumnos del curso Estructuras Discretas II Lasso 2005 – II.	Modelo IAP: Fase Planificación – Acción. Técnica: discusión socializada con los alumnos.
II	Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza de la teoría de grafos según la ECM.	Modelo IAP: Fase Planificación – Acción.
II	Implementar dicha estrategia didáctica en la enseñanza de la teoría de grafos y dígrafos con estudiantes de la asignatura Estructuras Discretas II.	Modelo IAP: Fase Ejecución – Acción. Uso de proyectos. Técnicas: puntos de control, notas de campo y diario del investigador. Modelo IAP: Fase Reflexión – Evaluación. Discusión y entrevistas.
II	Evaluar el impacto grupal, social e individual de la aplicación de dicha estrategia durante el lapso 2005 – II y su posible repetición.	Modelo IAP: Fase Planificación – Acción. (Espiral auto – reflexiva). Técnicas: entrevistas abiertas y observación

De manera más específica, el segundo momento de la investigación representado en el modelo de IAP, se llevó a cabo en cuatro fases (ver Figura 3):

- I. *Diagnóstico*: contextualización y análisis del problema y el desempeño del investigador respecto a la situación que se desea estudiar. Reflexión. (Revisión y análisis de la práctica educativa en la Asignatura Estructuras Discretas II).
- II. *Planificación*: formulación de objetivos, estudio y determinación de estrategias didácticas y evaluativas a utilizar (fundamentación teórica, antecedentes), recursos, alcances y limitaciones del estudio. Acción.
- III. *Ejecución*: ejecución de la estrategia prevista o planificada, descripción del proceso de control llevado a cabo y sus registros. Acción. (Implementación de la estrategia didáctica experimental).
- IV. *Evaluación*: valoración de las acciones llevadas a cabo. Reflexión. Evaluación a través del Impacto individual (alumnos) y social (comunidad universitaria).

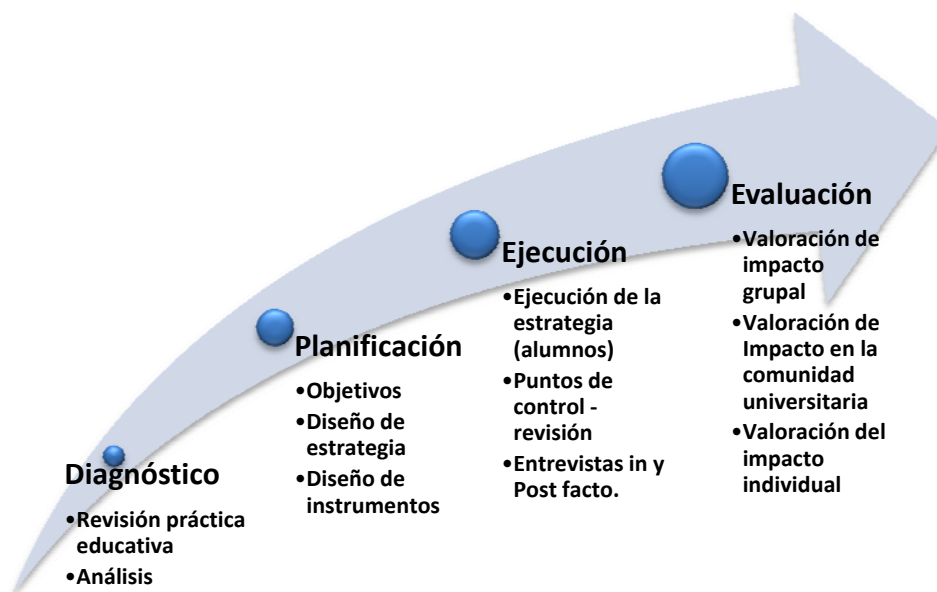


Figura 3. Fases de la IAP en el estudio realizado.

Los sujetos de la investigación estuvieron representados por *el docente y los alumnos* de la asignatura Estructuras Discretas II del Programa de Ingeniería en Informática durante los lapsos 2005 – II. El docente actuó como investigador para explorar la realidad en que se mueve profesionalmente, y propiciar cambios en su propia práctica educativa, fundamentados en el paradigma emergente propuesto por la enseñanza crítica de la matemática, a través de un cambio en la metodología utilizada en la enseñanza de la asignatura antes mencionada y los alumnos de la misma, quienes fueron parte activa participando en la planificación, ejecución y evaluación de la experiencia.

Estrategia didáctica experimental:

La estrategia diseñada fue el uso de la modelación matemática, organizada a través de proyectos, para el reforzamiento de los conocimientos de la teoría de grafos y dígrafos.

Enfoque para el análisis

El enfoque utilizado para el análisis es el interpretativo, el cual, según Pérez G. (1995), propone al investigador como el principal instrumento de investigación, afirmando que el juicio, la sensibilidad y la competencia profesional del investigador o la investigadora son “los mejores e insustituibles instrumentos para captar la complejidad y polisemia de los fenómenos educativos”, además de adaptarse a los cambios y a la aparición de situaciones imprevistas y anómalas de manera flexible. Para tales efectos se empleó la técnica de observación participativa y la entrevista con los diferentes estamentos que participan en la cultura de la clase (del aula).

Fuentes de Información

- ✓ Bibliografía seleccionada.

- ✓ Docente investigadora.
- ✓ Alumnos involucrados: estudiantes de la asignatura Estructuras Discretas II de los lapsos 2005 – II, 2006 – I, 2006 – II, 2007- I y 2007 – II.
- ✓ Departamento de Matemática del Decanato de Ciencias y Tecnología. Documentos.
- ✓ Profesores representantes de la comisión curricular del Programa de Ingeniería en Informática, Dirección de apoyo Académico, y del Departamento de Sistemas del Decanato de Ciencias y Tecnología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- ✓ Directora del Programa de Ingeniería en Informática.
- ✓ Representante de la Dirección de Relaciones e Información

Estrategias de recolección de Información:

Debido al carácter interpretativo del estudio, a la implicación del investigador, el propósito del estudio realizado y a la necesidad de retroalimentación del IAP, los procedimientos y técnicas de recolección de información se seleccionaron, siguiendo la clasificación de Rodríguez G. y otros (1999) como sigue:

Fase Diagnóstica: esta fase de la investigación tuvo como finalidad la contextualización y el análisis tanto del problema, como el desempeño del investigador respecto a la situación que se desea estudiar, en este caso, se realiza un análisis a través de la reflexión del profesor acerca de la situación actual de su práctica pedagógica: posicionamiento paradigmático, enfoque utilizado en su enseñanza, estrategias de enseñanza – aprendizaje utilizadas comúnmente en la asignatura; por esta razón la recolección de información se obtuvo de las experiencias propias de la investigadora, y del resultado de indagaciones obtenidas directamente del Departamento de Matemática del Decanato de Ciencias y Tecnología y algunas notas sobre la historia del mismo.

Fase Planificación: sobre la base de la fundamentación teórica establecida y siguiendo los principios de democracia y apertura propuestos en el paradigma crítico, se empleó la técnica de la *discusión socializada* entre profesora y alumnos, para establecer los objetivos y normativas según las cuales se llevó a cabo la estrategia seleccionada y su respectiva evaluación.

Fase Ejecución: con la finalidad de organizar y monitorear los avances en la ejecución de la estrategia se diseñaron y utilizaron los siguientes instrumentos:

- ✓ *Notas de campo* (llevado por el investigador): registro escrito de las actividades, realizadas en la prosecución de la estrategia (durante los encuentros en el aula de clases). En este instrumento se registraron además los incidentes críticos acaecidos durante las actividades. Contentivo de fecha, descripción de la actividad realizada, observaciones y conclusiones.
- ✓ *Diario del Investigador:* organizador escrito de las notas de campo, cuya finalidad consistió en facilitar la interpretación de los hechos en estudio, así como las acciones individuales y grupales originadas de los incidentes críticos registrados.
- ✓ *Entrevistas no estructuradas* abiertas: con la finalidad de obtener información acerca de la percepción de los estudiantes respecto a la enseñanza de la matemática en el programa de estudios que siguen (Ingeniería en Informática).
- ✓ *Grupos de discusión* (puntos de control): se llevaron a cabo en un número de cuatro durante la ejecución de la estrategia, y su finalidad consistió en propiciar en los equipos responsables de cada proyecto la apropiación de elementos teóricos y de análisis que les permitieran durante la práctica, alcanzar los objetivos de sus proyectos. Esta técnica proporcionó además elementos para la evaluación de los equipos.

- ✓ *Registro de proyectos*: Formato para agrupar y clasificar los proyectos llevados a cabo por cada equipo de estudiantes conformado.

Fase Evaluación: como consecuencia de la aplicación de la estrategia procedió la evaluación de la misma y ésta, estuvo orientada en tres aspectos: impacto grupal (grupos de estudiantes), impacto social (entorno educativo, comunidad educativa) y el impacto individual (docente investigadora).

Por otro lado, para evaluar el impacto social se diseñó y llevó a cabo durante el lapso 2005 – II, una *Jornada de presentación de los proyectos* realizados por los grupos, orientada a la comunidad universitaria, al final de la cual se tomaron las impresiones de algunos informantes clave, a través de *entrevistas abiertas* diez minutos de duración, aproximadamente, cada una. Como consecuencia de este evento, la Dirección de Apoyo Docente de la UCLA, consideró oportuno realizar un video grabación para capturar la estrategia y su aplicación y de esta manera transmitirlo en el Programa televisivo UCLA visión.

A propósito de la realización del reportaje referido en el párrafo anterior, el impacto grupal pudo evaluarse a través de *entrevistas abiertas* a estudiantes seleccionados por cada grupo (en su seno), con una duración aproximada de tres minutos. Tal entrevista fue realizada por el equipo de UCLA – TV.

El impacto individual, por su parte, se evaluó a través del análisis interpretativo de la investigadora sobre sus observaciones e impresiones a través del diario del investigador, el seguimiento de la evolución de la estrategia en los puntos de control y las opiniones de los alumnos y los informantes clave respecto de la estrategia en si.

Es importante destacar el hecho de que el resultado del análisis reflexivo acerca de la estrategia llevada a cabo y, sus ventajas y

desventajas permitieron determinar un nuevo escenario para lograr la recurrencia de la misma, en el sentido de rediseñarla ajustándola al tiempo y capacidad de dedicación de los estudiantes en el semestre correspondiente.

Estrategia de Fiabilidad y validez

En el entendido de que los fenómenos sociales son irrepetibles pues las condiciones del contexto son cambiantes por la dinámica de la sociedad misma, la replicabilidad absoluta de este tipo de estudios no es posible, sin embargo, la rigurosidad del tratamiento de la información, así como la objetividad de los análisis interpretativos de los involucrados en la investigación, desde el enfoque utilizado, y las opiniones objetivas de los observadores externos (evaluación) dan cuenta de la fiabilidad y validez de los resultados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se realiza una exposición de la experiencia llevada a cabo siguiendo el modelo de la IAP (resultados de cada fase). El nivel discursivo utilizado estará, por tanto, referido al relato de la misma, siguiendo las fases del método definido en el capítulo anterior identificado como segundo momento de la investigación, y, utilizando el enfoque interpretativo hacia los fenómenos o situaciones planteadas y estudiadas.

Fase I: DIAGNÓSTICO (Reflexión inicial):

- Revisión y análisis de la práctica educativa en la Asignatura Estructuras Discretas II:

Utilizando la observación participante, para llevar a cabo la revisión y análisis de la práctica educativa en la asignatura Estructuras Discretas II se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: a) Contexto de la práctica educativa, b) paradigma que rige la práctica educativa en el docente (investigador) y c) pertinencia de la práctica educativa (Análisis del contenido programático, los textos utilizados, el enfoque didáctico).

a) *Contexto de la práctica educativa:*

La Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado es una institución de Educación Superior que atiende a las demandas de formación profesional en la región Centroccidental de la República Bolivariana de Venezuela en algunas áreas prioritarias. Organizativamente, está

conformada por seis Decanatos (Ciencias de la Salud, Ciencias Veterinarias, Agronomía, Ingeniería Civil, Artes y Humanidades y, Ciencias y Tecnología) y dos núcleos foráneos (Carora y el Tocuyo), donde se ofrecen los distintos programas educativos de esta casa de estudios.

El Decanato de Ciencias y Tecnología tiene la responsabilidad de impartir y administrar cuatro programas educativos: Análisis de Sistemas, Ingeniería en Informática, Licenciatura en Matemática e Ingeniería de Producción; los tres últimos de pensum formal o largo (diez semestres). Cada Programa bajo la coordinación de un Director de Programa.

Desde el punto de vista organizativo, los docentes que laboran en el Decanato de Ciencias y Tecnología se encuentran asociados en tres Departamentos: Matemática, Investigación de Operaciones y Sistemas, prestando servicio indistintamente, a los cuatro programas en cuestión.

Particularmente, el bloque de asignaturas del Programa de Ingeniería en Informática, a cargo del Departamento de Matemática está conformado por: Matemática I, Matemática II, Matemática III, Matemática IV, Estructuras Discretas I, Estructuras Discretas II, Álgebra Lineal y Programación Numérica, ubicadas en los diferentes semestres tal como se muestra en el plan de estudios del Programa en referencia (Anexo 2).

Enfocando la atención en la asignatura Estructuras Discretas II, objeto de este estudio, ésta se encuentra ubicada dentro del plan de estudios del Programa, en el V semestre, con prelación de la asignatura Estructuras Discretas I. La distribución de sus contenidos programáticos actuales, así como las estrategias propuestas para su ejecución se listan en el Programa de la asignatura en el Anexo 3. Tiene una carga crediticia (número de créditos) de cuatro horas teórico – prácticas que se realizan en número de dos, en dos encuentros por semana.

De la experiencia de la investigadora y del resultado de las indagaciones de la misma, se puede asegurar que los estudiantes que

cursan esta asignatura por lo general son jóvenes con edades comprendidas entre diecinueve y veintidós años, algunos acceden a ésta incluyéndola en su plan de estudios semestral antes del V semestre, con la finalidad de optimizar el tiempo de duración de la carrera (minimizarlo). Sus cargas académicas (número de asignaturas inscritas por semestre) fluctúan entre tres y seis materias según se lo permita el reglamento de inscripción y los horarios establecidos.

Con respecto a los docentes que imparten y han impartido la asignatura, es importante destacar el hecho de que su perfil ha estado definido de acuerdo a las siguientes características: Licenciados en educación mención Matemática o Licenciados en Ciencias Matemáticas, ambos con estudios de post grado en Matemática o ciencias afines. A los efectos del presente estudio, la docente investigadora, es Licenciada en Ciencias Matemáticas con mención en Matemática Computacional, con estudios de maestría en Matemáticas Aplicadas y estudios de Doctorado en Enseñanza de la Matemática (aún no concluidos). Ha impartido la asignatura en referencia y otras del área, en repetidas oportunidades durante los veinte años laborando en esta institución y departamento. En los últimos diez años ha incursionado en la investigación de aula en la búsqueda alternativas metodológicas e instruccionales que le permitan mejorar su práctica educativa (uso de calculadoras graficadoras, uso del computador, entre otras). En el año 2002, esta docente utilizó la metodología de la IAP para realizar un análisis diagnóstico reflexivo sobre la realidad del proceso de enseñanza del concepto de derivada en estudiantes de la asignatura Matemática I en cuanto al factor Motivación, en el cual uno de los hallazgos más relevantes, a su criterio, fue la identificación del paradigma que rige la metodología empleada por ella en su práctica educativa.

Un factor interesante a tomar en cuenta en este análisis del contexto es el hecho de que los estudiantes de este Programa de estudios cuentan con un curso de estudios generales que les permite

acceder a algunos conocimientos sobre el diseño y ejecución de proyectos (Técnicas de Investigación).

Otro factor a tomar en cuenta radica en lo inherente al proceso de transformación curricular que se ha venido adelantando en la Universidad, particularmente en este decanato, la comisión curricular del Programa Ingeniería en Informática, ha realizado acciones en cuanto a la definición del perfil del egresado, y el mapa de conocimientos para el diseño del nuevo programa de formación, fundamentado en la teoría del modelo por competencias, en el sentido de Tobón (2004) (Ver Apéndice). Algunos docentes del decanato (Departamento de Sistemas y de Investigación de Operaciones) han incursionado en el diseño de los nuevos programas conforme a estos lineamientos, no obstante, los otros aspectos que rigen la práctica educativa, entre ellos, metodologías y estrategias de enseñanza – aprendizaje y de evaluación de los conocimientos, deben ser sujetos a revisión, de manera de poder implementar los cambios propuestos. No hay evidencias de este tipo de iniciativas en el Departamento de Matemática.

b) Paradigma que rige la práctica educativa

El Departamento de Matemática está conformado por profesionales con una sólida preparación en las áreas de Matemática y Física. Según información obtenida de los archivos del Departamento, se evidencia que: a) en su mayoría, estos docentes poseen títulos de cuarto y quinto nivel y b) de los sesenta docentes activos adscritos al mismo, a la fecha, cuatro (incluyendo el investigador) han realizado estudios conducentes a Doctorado en el área de Educación (dos de ellos han culminado tales estudios); lo que representa casi un siete por ciento (6,66%) del total de estos profesores, el resto de estos docentes han realizado sus estudios de post grado en Matemática y Física. (Ver Anexo 4).

En cuanto a la producción investigativa de los docentes adscritos a este Departamento, la revisión de los productos de estos trabajos en los

centros documentales del Decanato, permite afirmar que en los últimos veinte años la mayoría de los trabajos que se han llevado a cabo han sido orientados al desarrollo de la Matemática como ciencia o, hacia sus aplicaciones en otras áreas, como la física, la estadística y la investigación de operaciones, entre otras.

Particularmente en el área de Educación, en los últimos doce meses el trabajo investigativo se ha limitado a la conclusión de dos trabajos, productos de tesis doctorales. En lo que respecta a la investigación sobre la matemática y los procesos que involucran su aprendizaje y enseñanza sólo se conocen el que se reporta en este trabajo y otros tres que aún están en desarrollo; cabe destacar que, aún cuando algunas de las asignaturas que se imparten desde este departamento, han sido catalogadas como críticas (en el sentido de bajo rendimiento estudiantil) y existe un llamado por parte de las autoridades al análisis de las situaciones puntuales y a búsqueda de soluciones, la respuesta de los docentes responsables de su administración no ha sido del todo favorable.

Lo hasta aquí expuesto permite conjeturar que se evidencia el hecho de que el objetivo primordial del departamento, en cuanto a formación profesional de los docentes adscritos a éste, actualmente está enfocado hacia su hiper - especialización profesional, reflejo del paradigma seccionista que modela la situación de la educación superior en la mayoría de los países de la cual hace referencia Morin (2002).

Esta situación influye en forma directa en el paradigma que rige la práctica educativa de los docentes de este departamento y, que de acuerdo al trabajo de Vívenes (1988), citado en González (1997), se corresponde con el enfoque predominante actualmente en Venezuela, al que denomina “enfoque dogmático” y que sustenta una concepción “axiomática – logicista”, que se expresa en los textos y el discurso de aula, que presenta a la Matemática como una ciencia ya hecha, organizada e incuestionable, cuyos fundamentos filosófico,

epistemológico y ontológico se encuentran en su orden discursivo interior (la Matemática) reduciéndola a la lógica, donde el modo de presentación de los contenidos es hecho de una manera organizada pero no muestra el proceso constructivo que condujo a tal producto. Particularmente y citando uno de los resultados del trabajo realizado por la docente autora de este trabajo y citado en el apartado a) anterior, referido a la metodología utilizada en sus clases, la estrategia didáctica utilizada por la docente es el “*Aprendizaje didáctico guiado*”, y está enmarcado en el enfoque conductista.

c) Pertinencia de la práctica educativa.

Contenido programático.

El contenido programático de esta asignatura se encuentra agrupado en cuatro temas cuyos objetivos son el estudio de cuatro estructuras de matemáticas discretas: Retículos (Reticulados), Algebras booleanas, Grafos y Máquinas de estados finitos (ver anexo 3). Cabe destacar que este programa ha sido utilizado mayormente como meta para el cumplimiento del trabajo del docente y no como guía para la formación y aprendizaje de los estudiantes.

Según se evidenció en los talleres convocados por la comisión de currículo del Decanato de Ciencias y Tecnología en el año 2006, para la revisión y análisis de los programas con el objeto de implementar el nuevo currículo del Programa de Ingeniería en Informática, tanto la ubicación de la asignatura en el semestre, como el contenido de la misma, están acordes con los requerimientos del perfil del egresado, lo que permite inferir que los contenidos son pertinentes en este sentido.

Por otra parte, desde el punto de vista de diversos autores (Grimaldi, 1989; Kolman y Busby, 1984 entre otros) la naturaleza misma de los conocimientos considerados en esta asignatura guardan una estrecha relación con la realidad o el entorno del egresado en el área de la Informática, lo que permite encontrar las correlaciones e interacciones

conocimiento - realidad de manera inmediata, no sólo en el campo de la informática misma, sino en otros campos donde tanto la matemática como la Informática son herramientas fundamentales para el diseño, descripción y optimización de procesos. Algunas de estas aplicaciones se listan en el Cuadro 3.

Textos.

En cuanto a la bibliografía sugerida en el programa de la asignatura se encuentran los autores Kolman, Grimaldi, Avellanas, Marco, Preparata, Birkoff y Pratter entre otros; algunos de ellos presentan un enfoque predominante hacia la aplicación de los conocimientos de esta asignatura en las ciencias de la computación, sin embargo es de hacer resaltar el hecho de que por razones de simplificar el acceso a la información oportuna por parte de los estudiantes, se ha creado el hábito del uso de guías realizadas por docentes del Departamento, tal es el caso de las guías del Profesor Jesús Rodríguez, desde hace más de veinte años, cuya orientación nuevamente refleja la concepción axiomática – logicista de la cual se hacía referencia en párrafos anteriores.

Cuadro 3. *Aplicaciones de las estructuras de matemáticas discretas consideradas en el Programa Estructuras Discretas II.*

<i>Contenido</i>	<i>Aplicaciones</i>
Teoría de grafos.	<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos secuenciales, contadores o sistemas de apertura. • Modelar trayectorias. Encontrar trayectorias minimales. • Administración de proyectos. • Diseño “redes sociales” (en ciencias sociales).
Reticulados.	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección y refinamientos de programas de computación.
Algebras booleanas.	<ul style="list-style-type: none"> • Computación. • Circuitos eléctricos y electrónicos.
Máquinas de estados finitos.	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguajes de programación. • Controladores.

Enfoque didáctico.

Como consecuencia del enfoque empleado por la docente (conductista) se develan los siguientes aspectos puntuales en su práctica docente:

- ✓ Predominio de las relaciones verticales: el docente controla y dispone todas las situaciones en el aula.
- ✓ En términos proporcionales, el tiempo interacción docente – estudiante está generalmente empleado en las actividades expositivas y / o demostrativas del docente (alrededor de un 80%) que parece compensarse con las consultas individuales.
- ✓ No fomenta el trabajo en equipo.
- ✓ Los recursos mayormente empleados son la pizarra y el equipo de multimedia para reforzar las actividades expositivas.
- ✓ En cuanto a la evaluación de los aprendizajes predomina la prueba escrita como técnica para evaluar, ello evidencia la tendencia al modelo transmisivo de enseñanza donde los aprendizajes esperados deben ser respuestas correctas ante las situaciones de preguntas construidas por el docente.

En vista de los hallazgos en el análisis interpretativo del contexto de la práctica educativa de la docente realizado, se planteó el estudio y diseño de una estrategia didáctica fundamentada en los principios de la Enseñanza Crítica de la Matemática (ECM) que propiciara un cambio en la práctica educativa de la investigadora y le proporcionara elementos para su análisis y posterior revisión.

- Fase II: PLANIFICACIÓN: (Diseño de estrategia: ACCIÓN).

En función de lo planteado en la fase anterior y fundamentada en la enseñanza crítica de las matemáticas (ECM), se diseñó una estrategia de enseñanza – aprendizaje para ser llevada a cabo con los alumnos de la asignatura Estructuras Discretas II, previa discusión y aprobación del grupo.

Estrategia didáctica experimental: uso de la modelación matemática, organizada a través de proyectos, para el reforzamiento de los conocimientos de la teoría de grafos y dígrafos.

La función de la estrategia fue:

- ✓ Propiciar situaciones que permitan el desarrollo del conocer reflexivo, definido por Skovsmose, en los estudiantes mediante la utilización de la modelación matemática en la teoría de grafos.

La estrategia definida tuvo como finalidades:

- ✓ Interpretar la teoría de grafos a través de las aplicaciones en la vida real.
- ✓ Asociar los elementos de la teoría de grafos a hechos de la vida cotidiana.
- ✓ Integrar los conocimientos sobre teoría de grafos a otros conocimientos en la búsqueda de soluciones a problemas reales.
- ✓ Promover el trabajo en equipo.
- ✓ Incentivar la capacidad de liderazgo y colaboración.
- ✓ Fortalecer los conocimientos sobre el diseño de proyectos y su aplicación a la búsqueda de soluciones a problemas reales.

En términos de formación por competencias, siguiendo a Tobón (2006) (ver apéndice), las tres primeras se corresponden con, competencias específicas (objetivos de tipo pedagógico), mientras que las siguientes tres se corresponden con las competencias genéricas. La estrategia se definió en estos términos de competencias como se muestra en el cuadro 4 y se sustentó siguiendo a Mora (2002a) en el modelaje matemático en sus dos versiones: puntual o extendido, identificando los cuatro momentos del proceso (ver figura 4):

- *Situación Real:* Identificación de la situación problemática. Análisis de la Realidad.

- *Modelo Real*: Organización de la realidad. Identificación de variables e interrelaciones.
- *Modelo Matemático*: Identificación de la estructura matemática. Asociación. Representación.
- *Resultado Matemático*: Análisis e interpretación. Abstracción al Modelo Real.

Cuadro 4. Competencia y elementos de la competencia.

DEFINICIÓN DE LA COMPETENCIA Y SUS ELEMENTOS		
<p><i>Competencia:</i> Diseñar proyectos utilizando modelación matemática.</p> <p><i>Unidad de Competencia:</i> Diseñar proyectos para describir o proponer soluciones a situaciones de la vida real utilizando la modelación matemática como herramienta metodológica, con base en la teoría de grafos y dígrafos.</p>		<p><i>Elementos de competencia:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar una situación problemática susceptible a describir mediante grafos. 2. Organizar la información y representarla en términos matemáticos. 3. Seleccionar la estructura (grafo o dígrafo) que se adecúe al modelo. 4. Utilizar los elementos teóricos de la teoría de grafos para encontrar soluciones. 5. Analizar resultados y abstraerlos a la problemática inicial (realidad).
<p><i>Problemas o incertidumbres:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Suficiencia de tiempo para la elaboración del proyecto. • Dificultad para acceder a la información necesaria. • Dificultad para el trabajo en equipo. • Dificultad para organizar la Jornada de presentación de proyectos. 		<p><i>Indicadores de desempeño:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El problema escogido tiene relevancia social. 2. El problema es susceptible a descripción mediante grafos o dígrafos. 3. El modelo utilizado se corresponde con la situación problemática planteada. 4. El modelo apunta hacia la solución del problema. 5. La(s) solución(ones) encontradas en el modelo matemático se pueden asociar a la realidad planteada. 6. El informe escrito cumple con los estándares acordados. 7. El grupo de acción tiene conocimiento global del proyecto a su cargo. 8. El trabajo en grupo de acción se logró de manera armoniosa, cooperativa y responsable. 9. La exposición del proyecto se logra de manera clara y precisa demostrando dominio y conocimiento del tema.
Saberes esenciales (Dimensiones)		
<p><i>Afectiva-emocional</i> Motivación al aprendizaje. Responsabilidad. Cooperación.</p>	<p><i>Cognoscitiva</i> Teoría de grafos y dígrafos Modelaje Proyectos.</p>	<p><i>Hacer</i> Metodología de: Modelaje matemático y Diseño de proyectos.</p>
<p><i>Evidencias</i></p> <p><i>De conocimiento:</i> Breve ensayo sobre teoría de grafos, modelación matemática y diseño de proyectos por escrito.</p> <p><i>De actitud:</i> Auto y Co - Evaluación grupal por escrito.</p> <p><i>De Hacer:</i> Entrevistas con los grupo de acción. Puntos de control.</p> <p><i>Del producto:</i> Documento escrito con la representación del modelo matemático. Exposición oral o en poster del trabajo realizado.</p>		

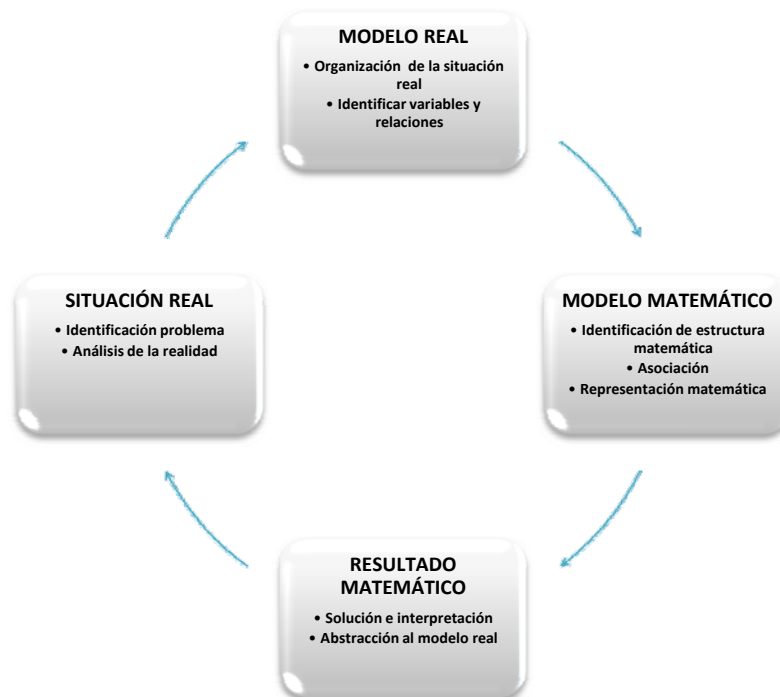


Figura 4. **Proceso de modelación establecido.**

En atención a los principios de democracia establecidos en el modelo de la IAP se procedió a someter la propuesta de aplicación de la estrategia a consideración del grupo de estudiantes y se planteó una discusión socializada para determinar a través de acuerdos grupales la organización y evaluación de la misma. Estos acuerdos quedaron establecidos como sigue:

- a. Realización del proyecto en cuatro momentos revisados y evaluados a través de puntos de control (grupos de discusión con el docente investigador, ver Anexo 5) y entregas según cronograma en Anexo 6.
- b. Organizar los equipos en grupos de cuatro estudiantes, en adelante *grupos de acción*.
- c. Realizar auto y co – evaluación entre los integrantes de cada grupo de acción.

- d. Realizar entregas parciales del proyecto en forma escrita, después de cada punto de control y, entrega de informe final al terminar la ejecución, siguiendo las normas de presentación de informes aprendidas en la asignatura Técnicas de Investigación.
- e. Realización de una Jornada para presentación de los proyectos al público en general, con dos posibles modalidades: exposición oral o en poster.
- f. Invitar a la comunidad universitaria a dicha jornada para mostrar los productos de los proyectos realizados. Búsqueda de patrocinantes y realización de afiche.
- g. Extender invitación a las Direcciones de Prensa y apoyo docente.

Con respecto al acuerdo a), los momentos del proyecto quedaron organizados como se muestra en los siguientes cuadros:

Primer Momento: Análisis y presentación del problema a modelar
 SITUACIÓN REAL: Identificación problema - Análisis de la realidad.

Cuadro 5. Proyecto. Primer momento.

<i>Diseño del Proyecto</i>	<i>Modelación Matemática</i>	<i>Evaluación</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento del problema. • Justificación • Objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conocimientos previos. • Determinación de situación problema. • Análisis de objetos y relaciones. 	Punto control: Problema, pertinencia, finalidad, objetivos, trabajo en grupo de acción.

Segundo Momento: Análisis teórico del problema y las técnicas metodológicas a seguir. **MODELO REAL:** Organización de la situación real – Identificar variables y relaciones.

Cuadro 6. Proyecto. Segundo Momento.

<i>Diseño del Proyecto</i>	<i>Modelación Matemática</i>	<i>Evaluación</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Marco teórico referencial. • Marco Metodológico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición del modelo real. • Diseño del modelo real. 	Punto control: Conocimientos previos, interrelaciones de los factores involucrados, capacidad, fuentes de información.

Tercer Momento: Realización. **MODELO MATEMÁTICO:** Identificación de estructura matemática – Asociación - Representación matemática.

Cuadro 7. Proyecto. Tercer Momento.

<i>Diseño del Proyecto</i>	<i>Modelación Matemática</i>	<i>Evaluación</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución. • Resultados. Análisis. • Conclusiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del Modelo Matemático. Asociación. • Búsqueda de solución del problema. • Análisis de resultados. 	Punto control: Legitimación del modelo, Adaptabilidad, Reflexión, análisis.

Cuarto Momento: Muestra de resultados. RESULTADO MATEMÁTICO: Solución e interpretación - Abstracción al modelo real.

Cuadro 8. Proyecto. Cuarto momento.

<i>Diseño del Proyecto</i>	<i>Modelación Matemática</i>	<i>Evaluación</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto Integral. • Presentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra del Modelo y Resultados. 	Punto control: Capacidad de síntesis Exposición de resultados en forma clara Dominio del tema y análisis de resultados.

Observación: Los puntos de control (ver Anexo 5) son estrategias de “reflexión - evaluación – reflexión” donde los integrantes de cada grupo de acción y el docente investigador, a través del diálogo – discusión (dialógica) analizan y reflexionan de manera crítica los productos y métodos utilizados y, generan cambios en los éstos (si fuese el caso) de manera cíclica; para estimular el conocimiento reflexivo Skovsmose (1999).

Con respecto a los acuerdos de los apartados b) y c), de la experiencia tanto de los estudiantes como la docente se estableció el número de cuatro así como la realización de auto y co evaluación, para garantizar la participación activa y responsable de todos los integrantes del los grupos de acción.

En referencia al apartado d), entrega de informes parciales como garantía del cumplimiento oportuno de las metas y consiguientemente un indicador de desempeño grupal.

En cuanto a la realización de Jornadas para la presentación de los proyectos realizados (apartado e).), se establecieron los siguientes lineamientos:

- Nombrar comisiones para la organización del evento.
- Nombrar un Coordinador del evento.
- Establecer como fecha para la realización del evento la catorceava semana de semestre.
- Establecer dos tipos de participación: disertación corta (10 minutos) y presentación de pósters, ambas siguiendo ciertas normas de ejecución.

Las finalidades de la actividad (Jornada) se listan a continuación:

- Mostrar a la comunidad universitaria el producto de los proyectos realizados por los estudiantes durante el semestre en curso.
- Evaluar el impacto social de la aplicación de la estrategia planificada.
- Incentivar en los estudiantes la motivación al logro.
- Estimular el trabajo en equipos.
- Fortalecer el trabajo responsable.
- Impulsar el trabajo en cooperación.

➤ Fase III: EJECUCIÓN: (Implementación de la estrategia).

El tiempo de ejecución de la estrategia fue diez semanas y el seguimiento de la misma se realizó en el salón de clases mediante encuentros estratégicos registrados en las notas de campo llevadas por el investigador y cuyos resultados se relatan y analizan a continuación (algunos de estos encuentros fueron normados a través de discusiones socializadas):

Primer encuentro: Durante este primer encuentro se llevó a cabo el proceso de validación de la propuesta por parte de los estudiantes sometiéndola a su consideración a través de una discusión socializada. El resultado de este encuentro se relató en la fase anterior (Planificación).

Notas importantes:

- El grupo de estudiantes mostró entusiasmo e interés por la realización del proyecto y posterior participación en las jornadas.

Incidentes Críticos: No hubo.

Segundo encuentro: Este encuentro tuvo como finalidad elaborar la normativa según la cual se presentarían los productos (trabajos escritos, presentaciones orales, posters) y el diseño del instrumento para auto y co evaluación de los integrantes del grupo de acción. Los acuerdos se obtuvieron como resultado de una discusión socializada:

1. Las normas de presentación de los informes escritos se tomaron de los conocimientos previos de los estudiantes obtenidos en la asignatura Técnicas de Investigación.
2. Las presentaciones orales, en las jornadas, con una duración de diez a quince minutos realizada por uno o dos de los integrantes del grupo de acción, el resto del grupo de acción encargado de entrega de trípticos y otras actividades en la jornada.
3. Los pósters, en las jornadas, realizados artesanalmente (por los propios integrantes de los grupos de acción que optaran por esta modalidad), explicados a los observadores.
4. El instrumento para auto y co evaluación de los integrantes de los grupos de acción quedó definido como muestra el Anexo 7, luego de determinar los aspectos, que a juicio del grupo involucrado en el estudio (alumnos, alumnas y docente), ofrecieran evidencias de actitud (competencias), durante la ejecución.

Notas importantes:

- Los alumnos aportaron información valiosa y variada, además manifestaron rasgos de creatividad en la planificación y organización del evento.

Incidentes Críticos: No hubo.

Tercer encuentro: Con carácter indagatorio se llevó a cabo una discusión socializada para conocer el sentir del grupo de alumnos acerca de sus experiencias sobre la matemática y su enseñanza durante los semestres que han cursado de la carrera, para lo cual se siguió el guión que se muestra en el Anexo 8. Los resultados y su análisis a continuación. (Se transcriben todas las respuestas).

1. ¿Qué opinan acerca de las asignaturas del área de Matemática que ven en su carrera?
 - Consideran que son importantes pero no están muy seguros.
 - Sus contenidos son extensos.
 - Presentan mucha dificultad y en algunos casos retrasan la prosecución de los estudios (en el caso de reprobarlas).
2. ¿Consideran que son suficientes?
 - Son más que suficientes.
 - Son demasiadas.
3. ¿Saben para que son útiles esos conocimientos matemáticos?
 - Reconocen la utilidad de las funciones y la derivada por los temas abordados en matemática I y matemática II sobre funciones como modelos y las aplicaciones de de la derivada y la integral.
 - No saben de otras aplicaciones del Cálculo.
 - Reconocen las aplicaciones de la lógica en la programación y en los circuitos lógicos.
 - Reconocen el uso de las matrices en la programación.
4. ¿Qué les ha parecido el enfoque que se le ha dado a esta asignatura? (hasta ese momento se había estudiado la Teoría de Grafos)
 - Ha permitido ver la utilización de la Matemática en cuestiones cotidianas.

- Permite ver el uso en aspectos de programación y resolución de problemas.
 - Ha permitido ver la utilidad en optimización (minimización y maximización de caminos).
 - Ha permitido comprender algunas estructuras y procesos (redes).
 - Permite analizar los procesos de comunicación.
5. ¿Qué opinión tienen respecto de la estrategia (diseño de proyectos utilizando modelación matemática) que estamos llevando a cabo en esta asignatura?

- Es una forma diferente de estudiar la matemática.
- Ha permitido conocer e interpretar procesos y fenómenos que antes no habían percibido.
- No sabían que la matemática se podía aprender así.
- Se entiende el proceso de la modelación de situaciones utilizando matemáticas en la vida real.
- Sienten que forman parte del proceso ya que sus opiniones son tomadas en cuenta en la toma de decisiones realizadas por consenso.

Notas importantes: Del análisis interpretativo acerca de lo expresado por los estudiantes durante la discusión socializada se evidencia:

- Poco conocimiento acerca de la utilidad de la Matemática en muchos aspectos de la vida real, en particular en los relacionados con la Informática.
- Poco conocimiento acerca de la modelación matemática.
- Poca participación en procesos educativos democráticos en el sentido de negociación de acuerdos en el aula.
- Apertura hacia la participación en procesos innovadores de enseñanza – aprendizaje.

Los anteriores planteamientos permiten inferir que existen indicios del paradigma seccionista en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática en el programa de Ingeniería en Informática, en cuanto a la carencia de criterios matemáticos, en los estudiantes, para interpretar situaciones o problemas susceptibles de solución a través de la matemática, es decir, muestra de saberes disociados y seccionados.

Incidentes Críticos: Surgen opiniones individuales de los estudiantes sobre algunos docentes de matemática y su metodología para “enseñar y evaluar”.

Acción: Centrar la discusión en las preguntas del guión.

Cuarto encuentro: (Primer Punto de Control). Se realizaron reuniones con cada grupo de acción para reflexionar sobre planteamiento del problema, justificación, finalidad y objetivos. Cada grupo de acción presentó el avance del trabajo: escogencia del problema, justificación y objetivos, se siguió el guión del anexo 6 y se logró la discusión socializada para revisar y reflexionar sobre lo planteado a objeto de estimular el análisis crítico de los integrantes del grupo de acción. Además se indagó sobre el trabajo como grupo de acción y expusieron las dificultades encontradas al momento.

Incidentes críticos: Se reportan dificultades de trabajo en equipo.

Acción: Las dificultades, como las acciones (estrategias) seguidas, se muestran a continuación:

DIFICULTAD	ESTRATEGIA
Poca adhesión del grupo.	Conversaciones, propuesta de reorganización de grupo de acción.
Falta de responsabilidad.	Sugerencia de auto y co – evaluación.
No han encontrado el problema para investigar.	Lluvia de ideas. Búsqueda de asesor. Se fija nueva fecha de reunión.

Quinto encuentro: (Segundo punto de control). En este encuentro se realizaron las reuniones planificadas con cada grupo de acción para cotejar la entrega pautada: Marco Teórico y Metodología. Cada grupo de acción presentó los avances de sus trabajos y de manera similar al encuentro anterior se suscitó una discusión socializada con uno para revisar y analizar sus hallazgos, esta vez referentes a los aspectos teóricos que involucran el objeto de investigación y los inherentes al modelo matemático a utilizar (Grafos o Dígrafos).

Notas importantes: Se indagó nuevamente sobre los aspectos inherentes a la consolidación del grupo de acción (equipo) y se pudo observar que se han logrado superar en un alto porcentaje las dificultades anteriores.

Incidente crítico: Los grupos señalan que necesitan mayor asesoramiento de la docente o buscar asesores (entre los profesores u otros profesionales extra – Decanato) para colaborar con cada grupo de acción.

Acción: La sugerencia es aprobada.

Sexto encuentro: (Tercer punto de control). Según lo planificado se realizan las reuniones con cada grupo, esta vez para revisar los modelos propuestos en cada proyecto, nuevamente se fomenta la discusión socializada para la revisión reflexiva de sus productos para afianzar los conocimientos.

Notas importantes:

- Al indagar sobre lo inherente al trabajo en equipo, se observa que en su mayoría los grupos de acción se han consolidado y muestran interés por la organización de las Jornadas planificadas.
- Como resultado de los proyectos se obtuvieron diferentes tipos de propuestas: aplicaciones a transporte, aplicaciones a la educación,

aplicaciones a redes de acueductos, aplicaciones a la informática, aplicaciones a la Biología, aplicaciones a la logística, aplicaciones a la Economía, Optimización de trayectorias (ver anexo 9).

Incidentes críticos: No hubo.

Séptimo encuentro: Organización de las Jornadas EXPOESTRUCTURAS 2005. De acuerdo a lo planificado por el grupo, las comisiones designadas rindieron cuentas de sus actividades:

- Se enviaron las correspondencias de invitación, solicitud del local donde se llevaría a cabo la Jornada, sonido y video grabación.
- Se obtuvo patrocinio de un familiar de uno de los alumnos para la realización de los afiches.
- Las exposiciones de cada grupo de acción fueron realizadas en Power Point u otro paquete y entregadas a la comisión de ponencias.
- Se puntualizó lo inherente al protocolo y refrigerios.
- Se decidió sobre el vestuario a utilizar y la actitud a seguir como responsables del evento.

Notas importantes: Los alumnos muestran responsabilidad, entusiasmo y capacidad organizativa en la coordinación y organización de las Jornadas.

Incidentes críticos: No hubo.

Octavo encuentro: (*Cuarto punto de Control*): *Jornadas ESPOESTRUCTURAS 2005:* Con la asistencia de los estudiantes de la asignatura y la mayoría de los invitados (Autoridades, docentes y estudiantes del Decanato, Representante de la Dirección de Información y Relaciones) se llevó a cabo el evento en la sala de conferencias del Decanato de Ciencias y Tecnología el día 25 de mayo del 2005.

Notas importantes:

- La comisión de ponencias organizó una presentación general desde donde se accedieron las otras presentaciones.
- Se realizaron en el marco de una presentación protocolar.
- Una de las Alumnas fungió como maestro de ceremonias y moderadora de las Jornadas.
- Un representante de cada grupo de acción hizo la presentación en un tiempo de diez minutos, luego se abrió el derecho a preguntas del público.
- Los pósters fueron organizados en el pasillo contiguo a la Sala de Conferencias, cada grupo de acción a su vez, explicó su proyecto sobre el póster.
- El evento fue cubierto por la Dirección de Relaciones e Información y reportado en el órgano informativo UCLA en Síntesis.
- Finalizado el evento se tomó en consideración la opinión de los estudiantes y algunos invitados (ver anexos 10 y 11).
- Como consecuencia de la actividad la Dirección de Apoyo Docente a través de UCLA TV realizó un reportaje que fue transmitido en el programa de la UCLA por Telecentro, canal regional.

Incidentes críticos: Hubo una demora en el inicio ya que los equipos de sonido y multimedia solicitados no se encontraron en el sitio, aún cuando habían sido solicitados con suficiente antelación a la Dirección Administrativa del Decanato.

Acción: Ante tal eventualidad se llevaron a cabo acciones para solventar la situación (solicitud y traslado de un equipo de sonido portátil ante la Dirección de Apoyo Docente).

Con respecto a la evaluación de los alumnos respecto a los aspectos relacionados con la asignatura, ésta se llevó a cabo según lo

establecido en el Cuadro 4 en la definición de la competencia y sus elementos.

➤ Fase IV: Evaluación: Crítica reflexiva.

De acuerdo a lo planificado, la evaluación se abordó desde tres perspectivas, impacto grupal, orientado hacia la opinión de los estudiantes acerca de la estrategia llevada a cabo, impacto social orientado hacia la opinión de la comunidad universitaria, representada en informantes claves (Docente del área de Matemáticas (profesor que ha dictado la asignatura en estudio), Docente del área de Sistemas (representante del área de Informática), Docente de otro Decanato, Directora del Programa Ingeniería en Informática y el (la) Representante de la Dirección de Relaciones e Información de la UCLA) y, el impacto individual entendido como la valoración del docente investigador en actitud reflexiva.

Impacto Grupal:

Luego de la realización de la Jornada de presentación de los proyectos, la Dirección de apoyo docente a través de UCLA TV realizó un reportaje (video grabación) sobre la experiencia llevada a cabo, en la cual realizó entrevistas a los representantes de cada grupo de acción para recoger sus impresiones acerca de la estrategia llevada a cabo. Dichas entrevistas versaron principalmente sobre su opinión acerca de la misma (ver Anexo 10). Utilizando la técnica de observación en estos videos y la interpretación a través de una triangulación de la información, los resultados de la interpretación de estas opiniones se muestra a continuación:

Aspectos positivos:

- Este tipo de estrategias les ha permitido desarrollar habilidades para la investigación, indagación, planteamiento y resolución de problemas, organización de eventos y sobre todo les permitió

adaptar situaciones de la vida real a modelos matemáticos. Por otro lado pudieron adaptarse al trabajo en equipo.

- Este tipo de estrategias permite una mejor interacción entre el profesor y los alumnos.
- Permitted la participación activa de los alumnos en la toma de decisiones y organización de la estrategia.
- Consideran que esta estrategia u otras estrategias deben ser implementadas en otras asignaturas del área de matemática para ver su aplicación y de esa manera incentivar el interés por su aprendizaje.
- Algunos de los proyectos fueron puestos en práctica como el de la implementación del sistema de riego por goteo en cultivos.

Aspectos negativos:

- Para la realización de este tipo de estrategias se debería contar con asesores para los diferentes proyectos por la diversidad y la cantidad de los mismos.
- Deben implementarse otros canales de comunicación del docente con los estudiantes ya que en algunos casos se hace necesario contar con la asesoría inmediata y oportuna para proseguir con los trabajos.
- Las autoridades del Decanato y la Universidad en general deberían dar más apoyo a estas iniciativas y colaborar para que se den a conocer algunas de estas propuestas a los entes gubernamentales entre otros.
- Para la realización de este tipo de proyectos se requiere mayor cantidad de tiempo, teniendo en cuenta que son varias asignaturas que se cursan en el semestre.

Impacto social:

Para la valoración del impacto social se tomó en cuenta la opinión de algunos Informantes clave para esta investigación (Docente del área de Matemática, (profesor que ha dictado asignatura en estudio), Docente del Departamento de sistemas, Directora de Programa, Profesor de otro Decanato, y un representante de la Dirección de Información y Relaciones de la UCLA, (quien cubrió el evento)). En adelante, identificados como Informantes A, B, C y D en orden aleatorio, estas opiniones (Anexo 11) se muestran a continuación.

Informante A: “Considero que este tipo de estrategia permite, efectivamente que los estudiantes se apropien de los conceptos matemáticos contemplados en la Teoría de grafos, desde su aplicación en el día a día además que colabora a que desarrollen capacidades como el trabajo en equipos, y, es muy importante mostrar el producto del esfuerzo de ellos porque así se estimula la motivación al logro.”

Informante B: “Creo que este tipo de iniciativas estimula a los estudiantes para la investigación y el trabajo en equipo, propiciando valores como la responsabilidad y el espíritu de cooperación, tan necesarios para el logro de las metas planteadas. Pienso que deben propiciarse más experiencias como ésta que permitan integrar los saberes y estimulen el trabajo interdisciplinario. ”

Informante C: “Considero que este tipo de experiencia tiene mucha relevancia sobre todo en el marco de la transformación curricular de nuestra Universidad, además es importante mostrar el producto de la investigación llevada a cabo por los estudiantes de nuestra Institución, producto del trabajo en el aula en todos los Decanatos para así trabajar de manera coordinada e integrada en la búsqueda de soluciones pertinentes a los problemas de nuestra sociedad.”

Informante D: “Con este tipo de actividades se da a conocer el trabajo mancomunado de los estudiantes, las estudiantes y los docentes. Es importante además para mostrar la pertinencia del trabajo que se realiza en la UCLA, en particular las aplicaciones de la ciencia pura en otras disciplinas y áreas del conocimiento.”

Valoración del Docente - investigador:

Haciendo uso de la crítica reflexiva e interpretativa de los fenómenos determinados en el estudio realizado el análisis de la investigadora arrojó:

Aspectos positivos:

- Permitió abrir la comunicación estudiante – estudiante, profesor – estudiante y con ello, el diálogo y la negociación para llegar a acuerdos de grupo de una manera democrática.
- Se logró orientar la asignatura en el enfoque de las aplicaciones de la Matemática.
- Los alumnos accedieron al conocimiento de la teoría de grafos en y desde la práctica.
- Los alumnos se iniciaron en la práctica investigativa, dando como resultado que uno de los proyectos llevados a cabo fuera premiado en las Jornadas de investigación estudiantil.
- Algunos de los proyectos fueron implementados en la vida real (Sistemas de riego).
- Se lograron los objetivos planteados en términos de competencias.
- Durante la acción, fue necesario el rediseño de sub acciones de manera reflexiva (principio de retroalimentación, Morin (2002)).

Aspectos negativos:

- Este tipo de estrategias requiere de la colaboración de otros docentes en el mismo u otro Decanato, debido al carácter integrador y la aplicabilidad de la Matemática en otras áreas del conocimiento.
- La densidad de la carga horaria de los estudiantes dificultó las entrevistas con los grupos de acción lo cual retrasó el desarrollo del proyecto para algunos.
- La diversidad de los temas abordados por los estudiantes requirió que los estudiantes buscaran otros profesionales asesores para la prosecución de sus proyectos.
- La planificación y organización de las jornadas representó un esfuerzo extra para los estudiantes.
- La organización del evento requirió de la colaboración de unidades de apoyo externas al Decanato de Ciencias debido a que los equipos de sonido y otros no estaban disponibles, ello demoró el inicio de las Jornadas.

Aspectos a mejorar:

- Adaptación de los proyectos al tiempo y disponibilidad de los estudiantes. Ejemplo: proyectos cortos con exposiciones orales (2 semanas) que permitan ampliar los temas para investigar.
- Implementar las estrategias en coordinación de asignatura para activar la participación de otros docentes como asesores de proyectos.
- Medios de comunicación entre Profesor y alumnos.
- Sincronizar las acciones organizacionales (institucionales) para optimizar los procesos y asegurar el éxito.

Acción en los siguientes lapsos académicos:

Siguiendo las fases del Método de Investigación Acción Participativa, particularmente en lo inherente a la evaluación – reflexión

crítica – planificación, sobre los resultados del estudio realizado en el lapso 2005 – II, como consecuencia de estos resultados, en la planificación de la acción para los subsiguientes lapsos académicos se realizó una re - planeación de la aplicación de la estrategia en los siguientes términos:

- Adaptación al tiempo y disponibilidad de los estudiantes y el docente: se redujeron a cinco los encuentros.
- Se mantuvieron los puntos de control de los proyectos.
- La Jornada para presentación de los resultados de los proyectos fue sustituida por micro jornadas internas donde cada equipo mostró sus resultados al resto de sus compañeros en el salón de clases.

En general las apreciaciones de los estudiantes y el docente respecto a este tipo de estrategias han sido favorables ya que han permitido, efectivamente, mostrar la naturaleza aplicativa de la asignatura en estudio, particularmente los contenidos del tema sobre la Teoría de grafos y dígrafos y como consecuencia de ello, se incentiva el conocer reflexivo.

CAPÍTULO V

HALLAZGOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se hace referencia a los aspectos de mayor relevancia encontrados en este estudio, a juicio del investigador, en las cuatro fases del método utilizado.

Fase I: Diagnóstico: En el análisis del contexto de la práctica educativa para el estudio realizado se encontraron evidencias de que:

- ✓ El objetivo de Formación profesional del Departamento de Matemática está orientado hacia la hiper especialización de los docentes adscritos a él.
- ✓ Pocas iniciativas por parte de los docentes del Departamento de Matemática al estudio de las prácticas educativas y a la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas puntuales en esta materia, así como poca preocupación por la participación en los procesos inherentes a los cambios curriculares propuestos por la transformación universitaria en cuanto al diseño de los nuevos programas de asignaturas (enfoque por competencias).
- ✓ Existen indicios acerca de que el paradigma que rige la práctica educativa de los docentes del Departamento de Matemática se corresponde con el paradigma seccionista (Morin, 2002), y el enfoque predominante en los procesos de enseñanza – aprendizaje de estos docentes, con el “enfoque dogmático” que sustenta una concepción “axiomática – logicista” (Vivenes, 1988, citado en González, F., 1997).

- ✓ La docente investigadora responsable de este estudio además de identificarse con el resto de los docentes del Departamento, según resultados de investigaciones anteriores, asume en su práctica educativa un enfoque conductista, (Hernández, 2002).
- ✓ Los contenidos de la asignatura Estructuras Discretas II son pertinentes con el perfil del egresado del Programa Ingeniería en Informática.
- ✓ La evaluación de los contenidos programáticos en esta asignatura muestra la tendencia al modelo transmisivo de enseñanza donde los aprendizajes esperados deben ser respuestas correctas ante las situaciones de preguntas construidas por el docente.

Fase II: Planificación: Esta fase de la investigación arrojó los siguientes hallazgos:

- ✓ Es posible diseñar estrategias didácticas para la enseñanza de la teoría de grafos sustentadas en la Enseñanza Crítica de la Matemática, a través de la participación de los alumnos, empleando la negociación y el diálogo como instrumentos para la toma de decisiones consensuada.
- ✓ Es posible diseñar estrategias para la enseñanza de la teoría de grafos utilizando el proceso de modelaje matemático en la enseñanza de la teoría de grafos y definir las utilizando el enfoque de las competencias (Tobon, 2006).

Fase III: Ejecución: Esta fase de la investigación arrojó los siguientes hallazgos

- ✓ La realización de las actividades planificadas y definidas como puntos de control, permitió que los estudiantes expusieran, evaluaran y reflexionaran sobre sus ideas y las

de sus pares (homólogos compañeros), con lo cual se puso de manifiesto el proceso del conocer reflexivo en la toma de decisiones y la elaboración de sus proyectos.

- ✓ La asunción de compromisos grupales, en el caso de la realización de la Jornada de presentación de los proyectos (lapso 2005-II), sirvió como factor motivador para el fortalecimiento de las actitudes responsables en los equipos, así como en la búsqueda de la excelencia en la elaboración y presentación de sus trabajos.
- ✓ La organización del evento de presentación pública de los proyectos realizados por los alumnos, requirió de un esfuerzo extra en los estudiantes y de una inversión de tiempo considerable lo que, a juicio de los mismos alumnos, limita su desempeño académico en el resto de las asignaturas.
- ✓ Inicialmente el desarrollo de los proyectos en equipo presentó ciertas dificultades que fueron subsanadas durante la prosecución de los mismos.
- ✓ Durante el desarrollo de los proyectos se hizo posible la modelación de problemas reales y con pertinencia social.

Fase IV: Evaluación: La evaluación de la estrategia permitió evidenciar que:

Desde el punto de vista grupal (estudiantes):

- ✓ La comunicación entre la docente y los estudiantes se puede hacer más fluida, mejorando la interacción entre ambos.
- ✓ Promueve la participación activa de los estudiantes en los procesos de enseñanza – aprendizaje.
- ✓ Es posible llevar a cabo proyectos con pertinencia social que involucren la aplicabilidad de la teoría de grafos.
- ✓ Se requiere la colaboración de expertos (docentes del área y otras áreas del conocimiento) para prestar asesoría en la

elaboración de los proyectos debido a la cantidad y diversidad de temas que se abordan.

- ✓ Se requiere involucrar los entes gubernamentales de la Institución a fines de colaborar con la elaboración y ejecución de este tipo de proyectos.

Desde el punto de vista social:

- ✓ Este tipo de iniciativa tiene buena acogida en los diversos ámbitos de la comunidad universitaria, la propia área, las autoridades, áreas complementarias y extra cátedras.
- ✓ Permite mostrar el carácter aplicativo de las ciencias exactas en problemas de pertinencia social desde la perspectiva del trabajo hecho en la Universidad para la sociedad.
- ✓ Propicia la integración de saberes en la búsqueda de la interdisciplinariedad.

Desde el punto de vista del docente

- ✓ Facilita la utilización del enfoque por competencias centrado en el estudiante en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la teoría de grafos.
- ✓ Permite crear escenarios donde los y las estudiantes desarrollen competencias inherentes al sentido de cooperación y sinergia características esenciales del trabajo en equipo, así como la capacidad de liderazgo.
- ✓ Permite adecuar situaciones de enseñanza - aprendizaje donde los y las estudiantes fortalezcan los valores de respeto, responsabilidad y solidaridad.
- ✓ Permite mejorar la práctica educativa desde la reflexión – acción – participación.
- ✓ Propicia la capacidad reflexiva y auto crítica, tanto en los alumnos como en la docente.

- ✓ Permite manifestar rasgos de creatividad e innovación en los involucrados en la investigación.
- ✓ Permite evidenciar el carácter aplicativo de la Matemática en situaciones problemáticas palpables y susceptibles a solución.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La sociedad de este siglo, influenciada cada vez más por los avances de la ciencia y la tecnología, urge a las Instituciones Universitarias a asumir, de manera pertinente, su compromiso de formación y actualización con los diferentes individuos que protagonizan día a día las transformaciones que modelan la dinámica de su evolución. Este compromiso no puede ser sólo de tipo institucional sino que debe ser promovido, además desde y por la reflexión individual de cada uno de quienes forman parte del proceso educativo en nuestro país.

Particularmente en nuestra Institución educativa, existe un compromiso de tipo institucional, planteado en las políticas educativas y reafirmado en los planes estratégicos provenientes de los entes directivos (Rectorado y Vice rectorados), orientado hacia el desarrollo profesional (en sentido de la hiper –especialización) de los docentes, a la integración de la investigación con la docencia y hacia la transformación del proceso educativo en términos de los acuerdos internacionales propuestos y aprobados por las Naciones Unidas a través de la UNESCO, sin embargo, estos esfuerzos planificados no se consolidan en papel, es necesario contar con el compromiso individual de toda la comunidad educativa, docentes, alumnos, empleados y obreros; con mayor énfasis los docentes ya que, son ellos quienes, promueven la investigación y quienes, a fin de cuentas en sus salones de clase, controlan el proceso de

enseñanza – aprendizaje como responsables de las asignaturas, dando las pautas de este proceso en la cultura del aula (“que enseñar”, “como enseñarlo”, “cuando enseñarlo”, “porque enseñarlo”).

En el caso del Departamento de matemática del Decanato de Ciencias y Tecnología, el compromiso institucional e individual se ha reflejado en el desarrollo profesional de sus docentes adscritos, actualmente el total de ellos posee títulos de cuarto o quinto nivel; sin embargo, en lo inherente a la transformación del proceso educativo, desde el punto de vista individual, salvo algunos casos puntuales, las iniciativas para promover cambios pertinentes sustentados en teorías educativas que propendan a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje son escasos. En otras palabras, y haciendo uso de la exposición de Morin (1999) el paradigma que se vislumbra en este departamento es el seccionista orientado hacia la hiper especialización.

Por otro lado, es importante hacer notar que , guardando la relación con la educación matemática que se desarrolla en el país (González, F., 1997), y siguiendo a Vivenes, citado en González (obcit.), el enfoque utilizado en la práctica educativa es el “enfoque dogmático” , que sustenta una concepción “axiomática – logicista” en la exposición de los contenidos, influenciada por esa misma hiper especialización hacia la ciencia pura, lo cual no se corresponde con los requerimientos (en el sentido de pertinencia), de las transformaciones curriculares convocadas y adelantadas en nuestra institución.

En cuanto a la práctica educativa de la docente responsable de este estudio, además de poseer las características antes señaladas, utiliza, según se evidenció en trabajos anteriores (Hernández, 2002), un enfoque conductista en su metodología de clases, por lo que la lectura de diferentes autores respecto a la situación de la educación matemática internacionalmente y las teorías e innovaciones desarrolladas en los últimos años en esta área, motivó el análisis reflexivo y su consecuente acción sobre la misma.

De esta lectura y análisis reflexivos se pudo establecer que de acuerdo al contexto de la práctica educativa de la docente es posible utilizar los lineamientos de la Enseñanza Crítica de la Matemática para el diseño de estrategias didácticas que permitan promover cambios en esta práctica, con fines específicos (potenciar el conocer reflexivo), lo cual se convierte en un indicativo de la posibilidad de colaborar efectivamente con los cambios curriculares propuestos en la Institución.

En cuanto a la planificación y ejecución de estrategias como la diseñada, se puede afirmar que se corresponde con los principios explícitos en el pensamiento vinculante propuesto por Morin (2002a), hacia la pertinencia social de la educación del siglo XXI, con lo que se pudo constatar no sólo la posibilidad de la integración de los conocimientos sino la apertura hacia la democratización de los procesos educativos (Skovsmose, 1999).

Por otro lado, de la opinión de los involucrados y los observadores, este tipo de iniciativas permite mostrar el carácter aplicativo de las ciencias puras en problemas con pertinencia social e inclusive individual.

Recomendaciones

Por lo antes expuesto y en función de proporcionar aportes significativos al proceso de transformación curricular de nuestra Institución, particularmente el Programa de Ingeniería en Informática, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Promover espacios de disertación (talleres, seminarios, foros u otros) entre los docentes del Departamento de matemática a fin de dilucidar aspectos inherentes al proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática y la Física en lo concerniente a paradigmas educativos, teorías sobre el

aprendizaje, métodos de enseñanza y evaluación y metodologías de Investigación.

- Propiciar la enseñanza de las ciencias desde y para la aplicación de las mismas, promoviendo para ello la realización de Jornadas periódicas auspiciadas por el Departamento de Matemática para mostrar productos de proyectos e investigaciones realizadas no sólo por los docentes sino por lo alumnos de las diferentes asignaturas del área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, Y. (2004): *Instrumentos para valorar las actitudes hacia las matemáticas en los estudiantes universitarios*. Trabajo de ascenso no publicado. Decanato de Ciencias y Tecnología. UCLA. Barquisimeto.

Andonegui, M (2005): Interdisciplinariedad y educación matemática en la I y II etapa de la educación básica. *Equisángulo*. 1(1).

Arrieta Gallastegui, J. (1989): *Investigación y docencia en Didáctica de las Matemáticas hacia la constitución de una disciplina*. *Studia Paedagógica*. Universidad de Salamanca. Núm. 21.

Bishop, A. (1999): *Enculturación Matemática*. Edit. Paidós. Barcelona.

Brousseau, G. (1981): *Problèmes de Didactique des Décimaux*. *Researches en Didactique des Mathématiques*, 2(1), 37-128.

Confrey, J. (1990): *What constructivism Implies for teaching*. *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics*. *Journal for research in Mathematics Education*. Monograph N° 4, 107 – 122.

Cuicas, M. (1997): *Procesos metacognitivos desarrollados por los alumnos cuando resuelven problemas matemáticos*. Trabajo de grado no publicado. MIM. Barquisimeto.

Dávila, A. (1993): *Aplicación del Mathcad como instrumento de apoyo docente en la enseñanza del Cálculo Numérico*. Trabajo de ascenso no publicado. DCyT. UCLA. Barquisimeto.

D´Ambrosio, U. (2002): *Lecturas de Etnomatemáticas*. Oliveras Contreras. Granada.

De Lange Jzn, J. (1989): “La educación realista de las matemáticas”. *Studia Paedagógica*. Univ. De Salamancas. Núm. 21.

Damerow, P.; Dunkley, M. E.; Bienvenido, F. N., and Werry, B. (1984): *Mathematics for all. Problems of cultural selectivity and unequal distribution of mathematical education and future perspectives on mathematics teaching for the majority*. UNESCO, Adelaide.

Didrikson, A. (2000): *La Universidad de la innovación, una estrategia de transformación para la construcción de universidades del futuro*. IESALC/UNESCO. Caracas.

Elliott, J. (1986). "Action-research": normas para la autoevaluación en los colegios. En L. Haynes (Ed.), Investigación-acción en el aula (pp. 21-48): Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. Valencia.

Espina, M. (2003): *Pensamiento social y Complejidad*. Transdisciplinariedad y Complejidad del pensamiento. UNESCO. Extraído el desde 25 de febrero de 2005 desde <http://komplexblog.blogspot.com/2005/04/complejidad-y-pensamiento-social.html>.

Freire, P. (1970): *Witness to liberation*. In: *Seeing education Whole*. Genebra.

Kilpatrick, J. (1993): *La investigación en educación matemática*. Su historia y algunas cuestiones de actualidad. En Kilpatrick, J., Rico, L. y Gómez, P. Educación Matemática. Memorias del primer simposio internacional. Bogotá.

Kolman, B. y Busby, R. (1984): *Estructuras de matemáticas discretas para la computación*. Prentice Hall. México.

Godino, J. (1993): *Paradigmas, problemas y metodologías de investigación en didáctica de las Matemáticas*. Revista Cuadrante 2(1): 99-22. Granada.

González, F. (1997): *Paradigmas en la enseñanza de la matemática*. Serie: Temas de Educación Matemática. IMPREUPEL. Maracay.

González, Z. (1997): *Una introducción a las ecuaciones diferenciales. Apoyo computacional con Maple*. Trabajo de ascenso no publicado. DCyT. UCLA. Barquisimeto.

De Guzmán, Miguel (1993): *Tendencias Innovadoras en Educación Matemática*. Extraído el 12 de marzo de 2004 desde <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm>.

Grimaldi R. (1989): *Matemáticas discreta y combinatoria*. Addison – Wesley. México.

Guzmán, M (1993): *Tendencias innovadoras en Educación Matemática*. OEI. Extraído el 15 de Octubre del 2002 desde <http://www.oei.es/edumat.htm>.

Hernández, J. (2001): Estudio y Análisis de las concepciones de los estudiantes sobre la noción de límite. Trabajo de grado no publicado. MIM. Barquisimeto.

Hernández, Y. (2001): *Incorporación de técnicas metodológicas en la enseñanza de la asignatura Matemáticas I del Programa Ingeniería en Informática*. Informe presentado al CDCHT. UCLA. Barquisimeto.

_____ (2002): *Análisis diagnóstico reflexivo sobre la realidad del proceso de enseñanza del concepto de derivada en estudiantes de la asignatura Matemática I en cuanto al factor Motivación*. Trabajo no publicado. Doctorado en Educación. Facultad de Humanidades y Educación. UCV. Caracas.

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-Acción*. Alertes. Barcelona.

Kilpatrick, J. y otros (1995): *Educación Matemática*. México. Iberoamérica.

Kilpatrick, J., Rico, L., Sierra, M. (1994). *Educación matemática e investigación*. Madrid: Síntesis.

Lakatos, I. (1976): *Proofs and Refutations*. Cambridge University Press. Cambridge.

Ley Orgánica de Educación de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 2.635. 2003.

Lopez de G., H. (2001): *Investigación Acción Participativa*. Edit. Comala.com. Caracas.

Márquez, G. (2001): *Un modelo para el uso del computador como herramienta de enseñanza en Matemática I*. Trabajo de ascenso no publicado. DCyT. UCLA. Barquisimeto.

Mellin-Olsen, S. (1987): *The Politics of Mathematics Education*. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht.

Morin, E. (1999): *La cabeza bien puesta*. Nueva visión. Buenos Aires.

_____ (2000): *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. IESALC/UNESCO. Caracas.

Mora, D. (2002a): *Didáctica de las matemáticas. Actividad multidisciplinaria, crítica y participativa*. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Mora, D. (2002b): Aplicación metodológica de la Investigación Acción. Trabajo no publicado. Facultad de Humanidades y Educación. UCV. Caracas.

Nault, T. (1994). *L'enseignant et la gestion de la classe. Comment se donner la liberté d'enseigner.* Montréal: Logiques.

Nicolescu, B. (1999). *La transdisciplinarité.* Monaco: Du Rocher. Trad. por Consuelle Falla. Extraído el 20 de mayo del 2007 desde <http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret/espagnol/visiones.htm>.

Perdomo de V., M. (2002): *Propuesta de un curso en línea dirigido a estudiantes repitientes de la asignatura Matemática I usado como estrategia metodológica para contribuir a mejorar su rendimiento.* Trabajo de ascenso no publicado. DCyT. UCLA. Barquisimeto.

Pérez G., A (1995): *Comprender y transformar la enseñanza.* Morata. Madrid

Pérez de A., B. (1998): *Análisis del bajo rendimiento académico de los estudiantes en condición 2 cursantes de la asignatura Matemática I en la carrera Ingeniería en Informática.* Trabajo de ascenso no publicado. DC y T. UCLA. Barquisimeto.

Popper , K.(1972): *Objective Knowledge,* Oxford University Press. Londres.

Rodríguez G., G. y otros (1999): *Metodología de la Investigación Cualitativa.* ALGIBE. Málaga.

Sierpinska, A. (1985): *La noción del obstáculo epistemológico en la enseñanza de las Matemáticas.* Actas de la 37ª Reunión de la C.I.E.A.E.M., 73 – 95.

Sierpinska, A. y Lerman, S. (1996): *Epistemologías de las matemáticas y de la educación matemática.* En: Bishop, A, J. et al. (eds.), *International Handbook of Mathematics Education,* 827-876 (Traducción de J. Godino).

Skovsmose. O. (1999): *Hacia una filosofía de la educación matemática* (cap. 3 y 4). Una empresa docente. Colombia.

Steen, L. A. (1998). *La enseñanza agradable de las matemáticas* Limusa. México.

Sokas R., M. (2000): "Didáctica de las Matemáticas: La innovación y la investigación". Universidad de la Laguna. Extraído el 24 de noviembre del 2006 desde <http://ued.unidades.edu.co/servidor/em/comunidad/socespinvedmat.html>.

Suárez, P. (2002). *Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en educación*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1). Extraído el 9 de febrero del 2003 desde <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art3.pdf>.

Tamayo y T. M. (2000): *El proceso de la investigación científica*. Limusa. México.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. Barcelona.

Tobón, S. (2004). *Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. ECOE. Bogotá.

Torres, P. (1997): *La enseñanza Problemática de las Matemáticas. Una concreción Vigotskiana en la Educación Matemática*. Relme 11. México.

Valero, P. (1999): *Deliberative Mathematics Teachers. A Latin American Alternative to Democratic Mathematics Education*. Documento mimeografiado.

Valero, P., Matos, J. (2000): *Dilemmas of Social / political / cultural / Research in Mathematics Education*. Extraído el 29 de marzo de 2002 desde <http://correio.cc.fc.ul.pt/jflm/mes2/valeromatos.doc>.

ANEXOS

ANEXO 1.

PLAN GENERAL DE INVESTIGACIÓN – ACCIÓN

I. EL DIAGNOSTICO

- 1.1 Identificación y clarificación de la situación problema que se quiere investigar.
- 1.2 Descripción del contexto donde se realizará el estudio (escuela, nivel, grado, curso, programa, ambiente, recursos, alumnos, docentes).
- 1.3 Descripción del desempeño del investigador con relación a la situación problema que se desea estudiar.

II. PLANIFICACIÓN

- 2.1 Delimitación de lo que se quiere cambiar (los objetivos, los contenidos, los procedimientos de enseñanza, las relaciones con los alumnos).
- 2.2 Descripción de las estrategias para la acción inicial (incluye fundamentación, valoración de experiencias, soporte bibliográfico).
- 2.3 Estimación de las barreras o dificultades para la ejecución de las estrategias y propuestas para superarlas.
- 2.4 Previsión de los recursos para el desarrollo de la planificación.

III. EJECUCIÓN

- 3.1 Ejecución de las estrategias previstas.
- 3.2 Descripción del proceso de control y registro de la ejecución de las estrategias (incluye técnicas e instrumentos a través de los cuales se recogerá la información).

IV. EVALUACIÓN

- 4.1 Valoración de las acciones ejecutadas (incluye la comparación de lo planificado con lo realizado).
- 4.2 Construcción Teórica (tema de estudio, acción, información).
- 4.3 Preparación de las conclusiones y reflexiones para iniciar un nuevo ciclo (Plan de investigación).

NOTA: Las partes del plan son flexibles y adaptadas a las características y condiciones de la situación problema que se quiere estudiar, el proceso de construcción teórica es permanente aunque se incluyó solo en la evaluación.

Tomado de Lokpez (2002,39)

Anexo 2.
PÉNSUM DE ESTUDIOS DEL PROGRAM INGENIERÍA EN
INFORMÁTICA

SEMESTRE	ASIGNATURAS
I	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de Estudio • Teoría de la Administración. • Problemática del Des. • Matemática I • Estructuras Discretas I
II	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de Investigación • Matemáticas II • Lenguaje y Comunicación • Introd. a la Computación • Contabilidad I
III	<ul style="list-style-type: none"> • Programación I • Matemáticas III • Algebra Lineal • Contabilidad II • Inglés I
IV	<ul style="list-style-type: none"> • Programación II • Sistemas I • Matemáticas IV • Estadística I • Inglés II
V	<ul style="list-style-type: none"> • Programación III • Programación Numérica • Sistemas II • Estructuras Discretas II • Estadística II
VI	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje de Programación • Sistemas III • Estadística Matemática • Laboratorio I • Técnicas de Comunicación
VII	<ul style="list-style-type: none"> • Programación No Numérica I • Teoría General de Sistemas • Investig. de Operaciones I • Laboratorio II • Ingeniería Económica I
VIII	<ul style="list-style-type: none"> • Electiva I (Base de Datos). • Sistemas Operativos • Investig. de Operac. II • Teoría de la Admin. II

	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería Econ. II
IX	<ul style="list-style-type: none"> • Program. No Numérica II • Teleproceso • Investig. Operacion. III • Eval. y Cont. de Proyec. • Laboratorio III
X	<ul style="list-style-type: none"> • Electiva II • Electiva III • Seminario • Sistemas de Información • Optimización

Anexo 3.

Contenido Programático de la asignatura Estructuras Discretas II

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

PROGRAMA INSTRUCCIONAL
PROGRAMA: ESTRUCTURAS DISCRETAS II
PROGRAMA: INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

Lapso: 2007-II

**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE
MATEMÁTICAS**

PROGRAMA INSTRUCCIONAL

PROGRAMA: ESTRUCTURAS DISCRETAS II
PROGRAMA: INGENIERÍA EN
INFORMÁTICA

Lapso: 2007-II

**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

ASIGNATURA: <i>Estructuras Discretas II</i>	CODIGO: 5343
ÁREA CURRICULAR: Iniciación Curricular	SEMESTRE: V
CARÁCTER: Obligatorio	PRELACIÓN: 1354
NÚMERO DE HORAS: Teóricas 03	PRÁCTICAS: 01
FECHA DE ELABORACIÓN:	FECHA DE ÚLTIMA MODIFICACIÓN : Marzo 2005
COORDINADOR: Prof. Yasmín Hernández	DOCENTES: Prof. Yasmín Hernández

Octubre 2007

FUNDAMENTACIÓN (Argumentación)

Bajo la expresión “Matemáticas Discretas” se recogen en la actualidad aspectos de las matemáticas aparentemente dispares como lógica proposicional, inferencia lógica, teoría de conjuntos, relaciones y funciones entre conjuntos, combinatoria, Est. Algebraicas como teoría de grafos, reticulados, Álgebra de Boole, teoría autómatas, grupos y diseños de algoritmos entre otras. Por tanto la discusión de estos temas tiene por norte el dotar al estudiante de Informática de las herramientas matemáticas necesarias para abordar. Los problemas de una forma algorítmica (en lo posible) utilizando para ello los “Ordenadores”. siendo preciso representar los datos que se manejan a lo largo de la resolución de un problema en forma adecuada para el ordenador. Apareciendo así, las “ESTRUCTURAS DE DATOS “. Estructuras algebraicas que facilitan la representación y transformación de los datos (información) en el ordenador. Por ende la necesidad imperante de conocer teorías de orden y su estructuración en consecuencia desarrollar:

1. Las relaciones de orden y equivalencias, que dan lugar al concepto de álgebra de Boole, y sus aplicaciones generadoras de alfabetos de palabras, resolución de problemas de ordenación y búsqueda. Debiendo recalcar que las aplicaciones de la electrónica digital a los procesos de control y automatismo industrial y a la computación, están fundamentados en la estructura algebraica de las Álgebras de Boole. Tal caracterización binaria de los circuitos lógicos permiten emplear el Álgebra de Boole en el análisis y diseño de sistemas digitales.
2. Los problemas relativos a Simulación de Sistemas y situaciones existentes en el mundo real, las cuales juegan un gran papel en las investigaciones científicas y prácticas. Dado que la esencia de la Simulación consiste en establecer una relación de equivalencia entre dos sistemas, cada uno de los cuales puede existir en realidad o ser abstracto. Si el primero resulta más sencillo para la investigación que el segundo, es posible juzgar sobre las propiedades del segundo sistema observando (estudiando), el comportamiento del primero (modelo). Un área en Matemáticas Discretas, la cual particularmente se acoge a la construcción de estos modelos; es la “Teoría de Grafos”. Lo que ha generado en los últimos años, grandes aportes de la Teoría de Grafos a la informática y a la optimización discreta [búsqueda de caminos, búsqueda de caminos mínimos, algoritmos clásicos de recorrido (DFS, BFS), etc].
3. Situaciones de entradas y salidas sus procesos internos de decisión para lograr una tarea. Siendo un modelo abstracto conocido o llamado máquina de estados finitos, o circuito secuencial (uno de los dos tipos básicos de circuitos de control en computadores digitales), el encargado de estudiar, describir y descifrar matemáticamente hablando tales situaciones.

PROPÓSITO

El Curso de Estructuras Discretas II, pretende, como segundo curso de Matemáticas a desarrollar: PRIMERO: Desarrollar e implementar los conocimientos adquiridos en el primer curso de la cadena de Matemáticas Discretas (Estructuras Discretas I). SEGUNDO: Familiarizar y dotar al estudiante de Ingeniería en Informática de la U.C.L.A con las principales estructuras algebraicas que aparecen tanto en la parte lógica de la informática (software) como en la parte material (hardware) como los son la Estructura de Retícula, Álgebra de Boole (Tipo especial de retículo), Teoría de Grafos y Máquinas de Estados Finitos.

OBJETIVOS GENERALES

- 1.** Lograr en el estudiante la reafirmación y formalización de los conceptos previamente adquiridos, su utilización en el desarrollo del actual programa y su proyección hacia la resolución de problemas específicos de las distintas áreas del programa de Ingeniería en Informática cuya estructura lo permita.
- 2.** Desarrollar formalmente los conocimientos básicos de Teoría de Retícula, Álgebra de Boole, Teoría de Grafos y Máquina de Estados Finitos.
- 3.** Desarrollar en los alumnos el pensamiento reflexivo, la capacidad de observación, análisis y síntesis para la adecuada generalización en el enfoque y solución de problemas en donde las estructuras de Matemática Discreta sirvan como instrumento para modelar.
- 4.** Colaborar con el desarrollo de las capacidades de trabajo en equipo donde puedan trabajar de forma interdisciplinaria en el abordaje de situaciones que requieran de más de un enfoque.
- 5.** Introducir a los estudiantes en el proceso de investigación interdisciplinaria utilizando las técnicas de la metodología de la Investigación.

UNIDAD: TEMA I: RETICULADOS. Duración:		OBJETIVO TERMINAL: Ponderación :
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> Definir e identificar relaciones binarias de un conjunto A, basados en la definición del conjunto de partes de $A \times A$. Representar relaciones entre elementos de conjuntos finitos mediante matrices Definir la multiplicación binaria de matrices. Identificar relaciones reflexivas, simétricas antisimétricas transitivas y convexas en un conjunto. Identificar relaciones de orden en un conjunto. 	<ul style="list-style-type: none"> Relaciones binarias definibles en un conjunto. Propiedades, Matrices asociadas a las relaciones binarias. Multiplicación binaria de matrices. Relaciones reflexivas, simétricas, asimétricas, transitivas y convexas. Relaciones de orden parcial, total, estricto y lineal. 	<ul style="list-style-type: none"> Resolución de Problemas. Mapas de concepto. Matemáticas en el contexto. Utilización de la tecnología. <p>Recursos: Libros Textos, Pizarras, Tiza, Marcadores, Retroproyectores, computador.</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y diferenciar entre relaciones de orden parcial y relaciones de orden total en un conjunto A. • Definir y obtener las enumeraciones consistentes y el diagrama de Hasse en conjuntos ordenados. • Definir y obtener los elementos notables, de un conjunto ordenado. • Determinar la existencia del supremo y el ínfimo entre dos elementos cualquiera de un C.P.O. • Identificar Reticulados. • Identificar las propiedades de supremo e ínfimos en un reticulado. • Identificar reticulados, subreticulados reticulados acotados, reticulados complementados y reticulados distributivos. • Reconocer homomorfismo de conjuntos ordenados (C.P.O y C.T.O). • Representar elementos de un reticulado. • Reconocer el reticulado dual de un reticulado dado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación de Orden parcial. Conjunto parcialmente ordenado (C.P.O), enumeración consistente, diagrama de Hasse: Elementos notables de un conjunto parcialmente ordenado: Cotas superiores e inferiores, elementos maximales y minimales, elemento máximo y mínimo, Conjunto de cotas superiores minimales, conjunto de cotas superiores maximales, supremo e ínfimos entre dos elementos de un C.P.O. Homomorfismo de conjuntos parcialmente ordenados. Reticulado y subreticulado. Reticulado acotado, complementados y/o distributivos. Propiedades. Homomorfismo entre reticulados. Representación de elementos de un reticulado. (Forma v-irredundante), estudio de Algoritmos definibles en un Reticulado para la identificación de las propiedades que los caracterizan 	

UNIDAD: TEMA II: ÁLGEBRAS DE BOOLE. Duración:		OBJETIVO TERMINAL:. Ponderación :
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	<i>CONTENIDOS</i>	<i>ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar álgebras booleanas. • Asociar reticulados y álgebras booleanas. • Representar elementos de un álgebra booleana. • Escribir expresiones booleanas en forma normal disyuntiva y en forma normal conjuntiva. • Identificar funciones booleanas. • Minimizar funciones booleanas por el método gráfico de los Mapas de Karnaugh y Método computarizado de Quine-McCluskey.. • Implementar la minimización de funciones Booleanas en la solución de problemas de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Álgebra booleanas como reticulados. • Representación de elementos de un álgebra booleana (desarrollo de alfabetos). El cálculo en álgebras booleana. • Funciones booleanas. • Minimización de funciones booleanas. • Método Gráfico de los Mapas de Karnaugh. • Método computarizado de Quine-McCluskey. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de Problemas. • Utilización de la Historia de la Matemática. • Mapas de concepto. • Matemáticas en el contexto. • Utilización de la tecnología. • Orientación en las aplicaciones • Modelación • Proyectos <p>Recursos: Libros Textos, Pizarras, Tiza, Marcadores, Retroproyectores, Computador.</p>

UNIDAD: TEMA III: GRAFOS. Duración:		OBJETIVO TERMINAL: Conocer las estructuras de Grafos y Dígrafos así como su aplicación a problemas reales Ponderación :
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar dígrafos y subdígrafos. • Asociar dígrafos y relaciones binarias. • Obtener trayectorias y circuitos de un dígrafo. • Calcular la matriz de accesibilidad de un dígrafo. • Determinar si un dígrafo es fuertemente conexo. • Identificar grafos y subgrafos. • Distinguir un grafo de un dígrafo. • Obtener cadenas y ciclos de un grafo. • Determinar si un grafo es conexo. • Caracterizar conexidad de un grafo por sus componentes. • Identificar cadenas hamiltonianas y eulerianas. • Obtener el camino mínimo en un dígrafo. • Obtener árboles generadores minimales. • Implementar Algoritmos de Búsqueda de Caminos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dígrafo y subdígrafo. Trayectorias y circuitos en un dígrafo. Accesibilidad en un dígrafo. Matriz de accesibilidad. Dígrafo fuertemente conexo. • Grafo y subgrafo. Cadenas y ciclos en un grafo. Grafo conexo. Componentes de un grafo. Cadena eulerianas y hamiltonianas. Algoritmo para encontrar el camino mínimo en un dígrafo. • Árbol. Algunas clases de árboles: extendido rotulado y rotulado orientado. Algoritmo para encontrar los árboles extendido minimales de un grafo 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de Problemas. • Utilización de la Historia de la Matemática. • Mapas de concepto. • Utilización de la tecnología. • Matemáticas en el contexto. • Orientación en las aplicaciones • Modelación • Proyectos <p>Recursos: Libros Textos, Pizarra, marcadores, Retroproyector.</p>

UNIDAD: TEMA IV : MÁQUINAS DE ESTADO FINITO Duración:		OBJETIVO TERMINAL: Lograr el conocimiento y manipulación de las máquinas de estado Finito como inicio a la Teoría de Automatas Ponderación :
OBJETIVOS ESPECIFICOS	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> • escribir e Identificar Máquinas de Estado finito. • Construir Máquinas de Estado Finito. • Identificar Máquinas de Estado Finito Equivalentes. • Reconocer homomorfismos de Máquinas de Estado Finito. • Encontrar estados equivalentes en una Máquina de Estado Finito dada. • Determinar una Máquina de Estado Finito Minimal de una Máquina de Estado Finito dada 	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Teoría del Lenguaje y descripción algebraica (Estructura Discreta) de una Máquina de Estado Finito. • Máquina de estado Finito Equivalente. • Homomorfismos de Máquina de Estado Finito. • Estados equivalentes en una Máquina de Estado Finito. • Minimización de una Máquina de Estado Finito • Máquina de Turing 	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de Problemas. • Utilización de la Historia de la Matemática. • Mapas de concepto. • Utilización de la tecnología. • Matemáticas en el contexto • Orientación en las aplicaciones. • Modelación • Proyectos <p>Recursos: Libros Textos, Pizarra, marcadores, Retroproyector.</p>

Anexo 4.

Listado Docentes adscritos al Departamento de Matemática del Decanato de Ciencias y Tecnología. UCLA.

PROFESOR	CATEG/DEDIC	TÍTULO	POSTGRADO
Angulo, Wilfredo	Asistente	Matemática	Matemática
Arias, Nicolás (Jub. Act.)	Titular.	Matemática	Matemática
Bernal, Victor (Jub.Act.)	Asociado	Matemática	Matemática
Bervíns F., Rómulo	Titular	Matemática	Matemática
Bracamonte, Mireya	Asistente	Matemática	Matemática
Capodiecí, María L. Jub.Act	Titular	Matemática	Matemática
Carrasco, Alexander	Asistente	Matemática	Matemática
Carucí P, Víctor	Asistente	Matemática	Matemática
Cáseres G., Erik A. (Contr.)	Instructor	Matemática	Matemática
Castillo C., Rómulo	Asociado	Matemática	Matemática
Chaves E. Dorka (contratada)	Instructor	Matemática	Matemática
Colmenares R., Wilmer	Agregado	Matemática	Matemática
El Achouche, Andy (Contrat)	Instructor	Matemática	Matemática
Escalante, Eduardo	Instructor	Matemática	Matemática
Escalona, Jhonny	Asistente.	Matemática	Matemática
Estraño D., Miguel	Asociado	Matemática	Matemática
Ereú, Jurancy	Asistente	Matemática	Matemática
García G., Carlos E.	Instructor.	Matemática	Matemática
García, José Luis	Instructor.	Matemática	Matemática
García L., Miguel	Titular	Matemática	Matemática
González, Nahím.	Asistente	Matemática	Matemática
Guédez L., Edgar	Asistente	Matemática	Matemática
Guerrero Rommel	Agregado	Física	Física
Gutiérrez, Ronald	Instructor.	Matemática	Matemática
Hernández B., Javier	Agregado	Matemática	Matemática
Hernández R. Eibar R.	Asociado	Matemática	Matemática
Hernández, Yasmín	Asociado	Matemática	Educación
Huerta R., Ismael	Asistente	Matemática	Matemática
Jiménez J., Freddy	Agregado	Matemática	Matemática
Laveglia, Franca (Contr).	Instructor	Matemática	Matemática
Linares T., José Luis	Titular	Matemática	Matemática
López de L., Belkys JubA	Titular.	Matemática	Educación
Marchán Luz Elimar	Asistente	Matemática	Matemática
Márquez G., Gerardo	Titular	Matemática	Educación
Márquez de M., Isabel	Asociado	Matemática	Matemática
Mastromartino P., Angel	Asociado	Matemática	Matemática
Matute, Yadira (Contrat)	Instructor	Matemática	Matemática
Mendoza, Malón	Asociado	Matemática	Matemática
Mendoza, María F.(Cont)	Instructor	Matemática	Matemática
Monsalve, Abelardo	Asistente	Matemática	Matemática

Muñoz Sergio.	Agregado	Matemática	Matemática
Nogier, Yves (Contrat)	Instructor	Matemática	Matemática
Perdomo de V., Maribel	Titular	Matemática	Educación
Pérez, Dilcia J.	Agregado	Matemática	Matemática
Pérez, Liliana	Asistente	Matemática	Matemática
Pineda M., Ebner	Agregado	Matemática	Matemática
Ramos, Dennys	Asistente	Matemática	Matemática
Rodríguez, Rafael Omar	Asistente	Física	Física
Rodríguez, Luz	Agregado	Matemática	Matemática
Rodríguez, Marbelis (Contr.)	Instructor	Matemática	Matemática
Rodríguez, R., Mario	Agregado	Matemática	Matemática
Romero B., Neptalí (Jub Act)	Titular	Matemática	Matemática
Soto P., José F. (Contrat)	Instructor	Matemática	Matemática
Terán, Ángel Contr.	Instructor	Matemática	Matemática
Torrealba A., Freddy	Agregado	Física	Física
Torrealba U., Gladys	Agregado	Matemática	Matemática
Torrealba S., Rafael	Asociado	Física	Física
Villafañe D., Fernando.	Agregado.	Matemática	Matemática
Vivas, Miguel	Asociado	Matemática	Matemática
Ysaccura , Julio C. (Jub. Act)	Titular	Matemática	Matemática

Anexo 5.

Proyecto. 1er. Punto de Control

Planteamiento del problema. Objetivos y Justificación

Modelación: Selección de situación Real

Respecto del problema que se han planteado:

1. ¿Cuál es la situación problemática?
2. ¿Consideran que es de relevancia social? ¿Porque?
3. ¿Qué quieren estudiar con este proyecto?
4. ¿Con que finalidad?
5. ¿Qué quieren lograr con el proyecto?
6. ¿Dónde y como creen que aplicarían la teoría de grafos y dígrafos en este proyecto?

Proyecto: 2º Punto de Control

Referentes Teóricos. Metodología

Modelación: Modelo Real

1. ¿Qué necesitan conocer para modelar esta situación?
2. ¿Dónde pueden encontrar esa información?
3. ¿Cómo pueden acceder a ella?
4. Una vez obtenida. ¿Cuáles son los actores que intervienen?
5. ¿Qué relación hay entre ellos?
6. ¿Qué estructura les permite mostrar esa situación?

Proyecto: 3er. Punto de Control

Diseño del Modelo

Modelación: Análisis del Modelo. Resultados

1. ¿Creen que el modelo es susceptible a cambios? ¿Optimización?
2. ¿Cómo interpretan los resultados del modelo respecto del problema original?
3. ¿Podrían aplicar el modelo a otra situación similar?

Proyecto: 4º. Punto de Control

Presentación de Resultados

Jornadas.

Criterios de evaluación:

1. Capacidad de síntesis
2. Exposición de resultados en forma clara
3. Dominio del tema y análisis de resultados

Anexo 6.

Cronograma de ejecución y entrega de proyectos

Tareas	Contenido	Semana
I Entrega	<ul style="list-style-type: none">• Planteamiento del problema• Justificación• Objetivos	4
II Entrega	<ul style="list-style-type: none">• Marco teórico referencial• Marco Metodológico	8
III Entrega	<ul style="list-style-type: none">• Ejecución• Resultados. Análisis• Conclusiones	12
IV Entrega	<ul style="list-style-type: none">• Proyecto Integral• Presentación. Jornadas	14

Anexo 7.

Instrumento para auto y co evaluación de los equipos

Co- evaluación

Identificación del Grupo N°				
Integrante	Responsabilidad	Puntualidad	Colaboración	Cooperación

Autoevaluación

Integrante	Responsabilidad	Puntualidad	Colaboración	Cooperación

Nota: las casillas serán llenadas con un puntaje de 0 a 5 puntos según acuerdo de clase

Anexo 8.

Guión para discusión de grupo.

- 1. ¿Qué opinan acerca de las asignaturas del área de Matemática que ven en su carrera?**
- 2. ¿Consideran que son suficientes?**
- 3. ¿Saben para que son útiles esos conocimientos matemáticos?**
- 4. ¿Qué les ha parecido el enfoque que se le ha dado a esta asignatura?**
- 5. ¿Qué opinión tienen respecto de la estrategia (diseño de proyectos utilizando modelación matemática) que estamos llevando a cabo en esta asignatura?**

Anexo 9.

Registro de Proyectos realizados por los grupos en los lapsos 2005- II al 2007-I

NOMBRE DEL PROYECTO
Estudio y descripción del Tálamo haciendo uso de grafos
Diseño de una red transporte ferroviario
Estudio de una red de acueductos para suministro de agua a la población de Cabudare (Ganador de premio de Investigación estudiantil)
Estudio de la factibilidad de la utilización del paquete MAGRADA en la asignatura Estructuras Discretas II de la carrera Ingeniería en Informática del DC y T de la UCLA.
Flujos de información en una empresa manufacturera
Estrategias publicitarias para dar a conocer al grupo musical Leit motiv
Proposiciones de un sistema de riego que aproveche el agua de una manera óptima en una hacienda que cumpla condiciones ambientales y de suelo definidas (Implementado)
Una alternativa para la Planificación de la construcción de las vías del sistema de transporte masivo (TRANSBARCA)
Mejoramiento del sistema de riego en los cultivos agrícolas en el fundo “La Mora” del caserío Morón, Municipio Jiménez. (Implementado)
Análisis y descripción de los procesos y funciones del departamento de Bienestar estudiantil de la UCLA
Estudio descriptivo de la evolución de la música electrónica
Evaluación de la eficiencia en estructuras organizativas
Estudio de las vías visuales y funcionamiento del ojo humano por medio de la teoría de grafos
Modelo del Pensum de estudios del Programa Ingeniería en Informática
Modelado a través de grafos de los enlaces puestos por Reacciun e Inpsat (Global Crossing) a cada Universidad del país, para estudiar el comportamiento del proceso de enrutamiento usando el protocolo OSPF y no BGP.
Diseño de un sistema de iluminación para la población de Cubiro y sus alrededores
Estudio del funcionamiento del oído y sus procesos por medio de la teoría de grafos
Diseño de software que permita encontrar trayectorias óptimas, dadas varias trayectorias existentes.
Diseño de mapas de rutas turísticas
Red de ambulancias: Método eficaz de atención inmediata dirigida a la población de bajos recursos
Estudio de factibilidad para la implementación de clusters dentro de la UCLA , específicamente el Decanato de Ciencias y Tecnología
Turismo de aventura en el estado Nueva Esparta
Modelar las vías de escape más convenientes desde el Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA a dos centros asistenciales de Barquisimeto, Estado Lara.
Modelación del funcionamiento de las redes neuronales
Modelo de implementación de tarjetas inteligentes en la UCLA
Estructura funcional del sistema Policial del Estado Lara, tomando como muestra la ciudad de Barquisimeto
Diseño de una red de telecomunicaciones Intranet capaz de optimizar y respaldar el sistema de información del departamento de ventas de la empresa “El Castillo C.A.”
Calentamiento global

Anexo 10.

Opiniones de los representantes de cada Grupo de acción luego de la realización de la estrategia. Transcripción de las entrevistas en la video grabación.

Pregunta: ¿Cuál es su opinión acerca de este tipo de estrategias didácticas?	
Equipo	Opinión
1	Es la primera vez que participamos en una experiencia así, donde se utilice la modelación matemática y nos parece muy interesante, sobre todo porque lo que hacemos no son problemas inventados ni tomados de un libro. Nos permitió tener buena comunicación con la profesora.
2	Pudimos encontrar muchos problemas para aplicar la teoría de grafos y encontrar soluciones, eso nos motivó a tratar de hacer algo que de verdad tuviera una solución real, por eso escogimos los sistemas de riego, nos asesoró un profesor de agronomía y logramos que implementaran el sistema que propusimos. Por eso creemos que hace falta más tiempo para realizar este tipo de proyectos.
3	La experiencia fue novedosa. Para nosotros fue interesante utilizar la teoría de grafos para interpretar fenómenos biológicos y pudimos contar con la asesoría de un médico psiquiatra quien nos ayudó a interpretar el funcionamiento del cerebro y allí aplicamos la teoría de grafos. Hace falta contar con mas asesores
4	Nosotros al principio no sabíamos que hacer y una profesora del departamento de matemática nos orientó a trabajar hacia la educación, por eso vimos interesante estudiar el uso de un paquete de diseño de grafos en la enseñanza de ese tema.

5	La experiencia fue muy novedosa, nos mantuvo trabajando durante todo el semestre y lo mejor es que pudimos escoger nosotros mismos un problema que nos afectara directamente para buscarle solución y vimos que en realidad tenemos buenas ideas para resolver problemas de la comunidad y podemos colaborar con nuestros conocimientos para eso, por eso creemos que las autoridades gubernamentales deberían saber lo que se hace en las universidades.
6	Nos pareció muy interesante poder ver la aplicación de la matemática en la vida real, el poco tiempo con que contamos nos obligó a trabajar como equipo de verdad y pudimos mostrar nuestros trabajos a la comunidad.
7	La realización de este tipo de proyectos es muy valiosa para nosotros los estudiantes porque pudimos trabajar en proyectos de investigación que tuvieran que ver con la matemática y entender que si es útil para nuestras carreras, pero hace falta más tiempo con la profesora y para realizarlo.
8	Este trabajo nos permitió analizar las estrategias logísticas para hacer publicidad en nuestro caso para introducir en el público una nueva agrupación musical, por eso nos pareció de mucha utilidad que nos mostraran como la matemática está presente en muchos aspectos diarios y como podemos hacer uso de ella.
9	Realmente con este trabajo nos sentimos muy cómodos y aunque requirió de mucho esfuerzo, cada vez más nos entusiasmábamos y queríamos ir más allá, creemos que este tipo de estrategias si colabora con la motivación para aprender la matemática por su utilidad, nosotros vimos esa utilidad en los sistemas de transporte terrestres.
10	Nosotros sabíamos que estos conocimientos eran útiles en programación, pero además interpretamos apoyados en un artículo que leímos que también era útil para modelar sistemas económicos y financieros como el cambio monetario. Creemos que todos los profesores deberían mostrar la utilidad de lo que nos enseñan.

Anexo 11.

Opiniones de Observadores externos respecto a la estrategia llevada a cabo y su posterior presentación EXPOESTRUCTURAS 2005

Informante A: “Considero que este tipo de estrategia permite, efectivamente que los estudiantes se apropien de los conceptos matemáticos contemplados en la Teoría de grafos, desde su aplicación en el día a día además que colabora a que desarrollen capacidades como el trabajo en equipos, y, es muy importante mostrar el producto del esfuerzo de ellos porque así se estimula la motivación al logro”.

Informante B: “Creo que este tipo de iniciativas estimula a los estudiantes para la investigación y el trabajo en equipo, propiciando valores como la responsabilidad y el espíritu de cooperación, tan necesarios para el logro de las metas planteadas. Pienso que deben propiciarse más experiencias como ésta que permitan integrar los saberes y estimulen el trabajo interdisciplinario”.

Informante C: “Considero que este tipo de experiencia tiene mucha relevancia sobre todo en el marco de la transformación curricular de nuestra Universidad, además es importante mostrar el producto de la investigación llevada a cabo por los estudiantes de nuestra Institución, producto del trabajo en el aula en todos los Decanatos para así trabajar de manera coordinada e integrada en la búsqueda de soluciones pertinentes a los problemas de nuestra sociedad.”.

Informante D: “Con este tipo de actividades se da a conocer el trabajo mancomunado de los estudiantes, las estudiantes y los docentes. Es importante además para mostrar la pertinencia del trabajo que se realiza en la UCLA, en particular las aplicaciones de la ciencia pura en otras disciplinas y áreas del conocimiento”.

APÉNDICE

Aspectos básicos de la formación por competencias (S. Tobón, 2006)

Disponible en línea:

<http://www.tecnologicocomfacauca.edu.co/Imagenes/archivos/Aspectos%20bsicos%20FBC.pdf>

Resumen

Definición de competencias

El término competencia según la Real Academia de la lengua Española se define como: Pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. En la actualidad, las competencias son la orientación fundamental de diversos proyectos internacionales de educación, como el Proyecto Tuning de la Unión Europea o el proyecto Alfa Tuning Latinoamérica. Constituyen la base fundamental para orientar el currículo, la docencia, el aprendizaje y la evaluación desde un marco de calidad, ya que brinda principios, indicadores y herramientas para hacerlo, más que cualquier otro enfoque educativo.

Las competencias son un enfoque porque sólo se focalizan en unos aspectos específicos de la docencia, del aprendizaje y de la evaluación, como son: 1) la integración de los conocimientos, los procesos cognoscitivos, las destrezas, las habilidades, los valores y las actitudes en el desempeño ante actividades y problemas; 2) la construcción de los programas de formación acorde con los requerimientos disciplinares, investigativos, profesionales, sociales, ambientales y laborales del contexto; y 3) la orientación de la educación por medio de estándares e indicadores de calidad en todos sus procesos.

Se han establecido múltiples definiciones de las competencias, pero todas ellas tienen problemas por su reduccionismo o falta de especificidad con otros conceptos . La definición que propone el autor, y que se ha debatido con expertos en diversos seminarios, publicaciones y congresos, es que las competencias *son procesos complejos de desempeño con idoneidad en un determinado contexto, con responsabilidad*. A continuación se clarifican los términos de esta definición.

1. Procesos: los procesos son acciones que se llevan a cabo con un determinado fin, tienen un inicio y un final identificable. Implican la articulación de diferentes elementos y recursos para poder alcanzar el fin propuesto. Con respecto a las

competencias, esto significa que estas no son estáticas, sino dinámicas, y tienen unos determinados fines, aquellos que busque la persona en concordancia con las demandas o requerimientos del contexto.

2. **Complejos:** lo complejo se refiere a lo multidimensional y a la evolución (orden desorden reorganización). Las competencias son procesos complejos porque implican la articulación en tejido de diversas dimensiones humanas y porque su puesta en acción implica muchas veces el afrontamiento de la incertidumbre.
3. **Desempeño:** se refiere a la actuación en la realidad, que se observa en la realización de actividades o en el análisis y resolución de problemas, implicando la articulación de la dimensión cognoscitiva, con la dimensión actitudinal y la dimensión del hacer.
4. **Idoneidad:** se refiere a realizar las actividades o resolver los problemas cumpliendo con indicadores o criterios de eficacia, eficiencia, efectividad, pertinencia y apropiación establecidos para el efecto. Esta es una característica esencial en las competencias, y marca de forma muy importante sus diferencias con otros conceptos tales como capacidad (en su estructura no está presente la idoneidad).
5. **Contextos:** constituyen todo el campo disciplinar, social y cultural, como también ambiental, que rodean, significan e influyen una determinada situación. Las competencias se ponen en acción en un determinado contexto, y este puede ser educativo, social, laboral o científico, entre otros.
6. **Responsabilidad:** se refiere a analizar antes de actuar las consecuencias de los propios actos, respondiendo por las consecuencias de ellos una vez se ha actuado, buscando corregir lo más pronto posible los errores. En las competencias, toda actuación es un ejercicio ético, en tanto siempre es necesario prever las consecuencias del desempeño, revisar cómo se ha actuado y corregir los errores de las actuaciones, lo cual incluye reparar posibles perjuicios a otras personas o a sí mismo. El principio en las competencias es entonces que no puede haber idoneidad sin responsabilidad personal y social.

Descripción de las competencias en el currículo y en las Actividades de aprendizaje - enseñanza

Hay diversas metodologías para describir las competencias en el currículo y en los módulos de formación. De acuerdo con nuestra experiencia presentamos a continuación una metodología que ha sido bien recibida en diversas instituciones educativas y universidades, por su coherencia.

En el perfil profesional de egreso se indican las competencias y sus respectivas unidades de competencia. Se recomienda describir cada unidad de competencia con los siguientes componentes: un verbo de desempeño, un objeto, una finalidad y una condición de calidad. Además de estos componentes pueden agregarse otros que sean pertinentes y ayuden a una mejor claridad de las competencias como por ejemplo los métodos, los recursos, el contexto, etc.

Ejemplo: “Planear un proyecto productivo para satisfacer una necesidad de la comunidad y obtener ingresos económicos por ello, con base en unas determinadas normas de redacción, siguiendo los criterios establecidos en el área respecto a sus componentes y haciendo énfasis en su viabilidad”.

Estructura de toda competencia

En la estructura de toda unidad de competencia se especifican los elementos que la componen (también denominados realizaciones) y los problemas. Luego, en cada elemento se determinan los siguientes aspectos: contenidos de los saberes esenciales, indicadores de desempeño y evidencias (Ver cuadro A).

<p>Competencia: Es el desempeño general ante una determinada área disciplinar, profesional o social.</p> <p>Unidad de competencia : Es el desempeño concreto ante una actividad o problema en un área disciplinar, social o profesional. Una competencia global se compone de varias unidades de competencia.</p>	<p>Elementos de competencia : Son desempeños ante actividades muy precisas mediante los cuales se pone en acción la unidad de competencia.</p>
<p>Problemas e incertidumbres: Son problemas que se pueden presentar en el entorno y que debe estar en capacidad de resolver la persona con la respectiva competencia.</p>	<p>Indicadores de desempeño: Son criterios que dan cuenta de la idoneidad con la cual se debe llevar a cabo la unidad de competencia, y de manera específica cada elemento de competencia. Se sugiere que cada indicador se acompañe de niveles de logro para orientar la formación y evaluación del desempeño de manera progresiva.</p>
<p>Saberes esenciales: Se describen los contenidos concretos que se requieren en la parte cognoscitiva, Afectivo - motivacional (ser) y actuacional (hacer) para llevar a cabo cada elemento de competencia y cumplir con los indicadores de desempeño formulados.</p>	<p>Evidencias: Son las pruebas más importantes que debe presentar el estudiante para demostrar el dominio de la unidad de competencia y de cada uno de sus elementos. Las evidencias son de cuatro tipos: evidencias de conocimiento, evidencias de actitud, evidencias de hacer y evidencias de productos (se indican productos concretos a presentar).</p>

Cuadro A. Estructura de una competencia

Clases de Competencias

Hay dos clases generales de competencias: competencias específicas y competencias genéricas. Las primeras se refieren a las competencias que son comunes a una rama profesional (por ejemplo, salud, ingeniería, educación) o a todas

las profesiones y las segundas son propias de cada profesión y le dan identidad a una ocupación (en este sentido, hablamos de las competencias específicas del profesional en educación física, del profesional en ingeniería de sistemas o del profesional en psicología).

En cada clase de competencias, hay a su vez dos subclases, de acuerdo con el grado de amplitud de la competencia: competencias y unidades de competencia. Las competencias tienen un carácter global, son muy amplias y se relacionan con toda un área de desempeño. En cambio, las unidades de competencia son concretas y se refieren a actividades generales mediante las cuales se pone en acción toda competencia.

A continuación se muestra un ejemplo para Gerencia:

Ejemplo para gerencia			
Competencias Específicas		Competencias genéricas	
Competencia específica	Unidad de competencia específica	Competencia genérica	Unidad de competencia genérica
1.Gestionar los recursos financieros y físicos	<ul style="list-style-type: none"> -Obtener los recursos necesarios para el funcionamiento de los procesos organizacionales con base en los requerimientos de la empresa. -Administrar el presupuesto para la toma de decisiones, con base en los lineamientos institucionales. -Asegurar que todos los procesos tengan los recursos necesarios para que puedan funcionar, acorde con las necesidades detectadas. -Administrar el inventario de máquinas, equipos, herramientas y materiales para su respectivo control y empleo, siguiendo lineamientos institucionales. 	1.Gestión de proyectos productivos	<ul style="list-style-type: none"> 1.1 (Estudio de mercado): Realizar estudios de mercado para generar nuevos negocios, o ampliar uno existente, siguiendo una metodología apropiada a este fin y cumpliendo con todos sus criterios. 1.2 (Planeación del proyecto): Planear proyectos de negocios para producir nuevos bienes o servicios, siguiendo criterios establecidos en el área. 1.3. (Ejecución del proyecto): Ejecutar los proyectos de negocios para producir nuevos bienes o servicios, acorde con los recursos disponibles, gestionando nuevos recursos y afrontando proactivamente las dificultades y problemas que se presenten. 1.4. Evaluar los proyectos de negocios para determinar su viabilidad, con base en parámetros establecidos en el área.

Cuadro B. Ejemplo de competencia