



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**MODALIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**  
**MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA**

**Tema: Propuesta de mejora de metodología de enseñanza de Matemáticas en la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil durante el Pre-Universitario No. 26**

**TESINA PREVIA A LA**  
**OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**ESPECIALISTA EN PEDAGOGÍA**

**AUTOR: Shirley Coque Villegas**

**GUAYAQUIL**

**2010**

## CERTIFICACIÓN

Loja,

Mgs  
Ximena Franco  
**DIRECTOR DE TESIS**

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas establecidas por la Escuela de Ciencias de la Educación, Modalidad Abierta y a Distancia, de la Universidad Técnica Particular de Loja: por tanto, autoriza su presentación para los fines legales pertinentes.

F.....

## AUTORÍA

Las ideas y contenidos expuestos en el presente informe de investigación, son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

f.....  
Shirley Coque Villegas  
C.I. 0918054206

## **DEDICATORIA**

A mis hijos, que con su sonrisa  
alumbran, cada día de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios,  
A mi familia,  
A la Universidad Técnica Particular de Loja,  
A la Universidad de Guayaquil  
A los amigos y compañeros.

## INDICE

### PRELIMINARES

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Indice.....	vi

### CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Problematización.....	5
Justificación.....	8
Objetivos.....	9
Marcos del Proyecto.....	10
Marco Institucional.....	10
Marco Teórico.....	24
Diseño Metodológico.....	36
Resultados.....	43
Conclusiones y Recomendaciones.....	48
Bibliografía.....	49

## 1. RESUMEN

La Matemáticas se ha convertido en un problema nacional para el aprendizaje por parte de los estudiantes, el presente documento propone una alternativa para la enseñanza de las materias del área lógico matemática, que será aplicada a los alumnos del Pre-Universitario de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas que pertenece a la Universidad de Guayaquil.

El modelo metodológico que se propone se basa en la investigación y en la experiencia de enseñar a través del razonamiento algorítmico los procesos que generalmente se enseñan solamente con la aplicación del proceso, pero que muchas veces no se conoce el proceso en sí.

Para los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, es importante encontrar un método de enseñanza que mejore la calidad de enseñanza – aprendizaje, debido a la naturaleza de la carrera que es eminentemente lógica y matemática es de suma trascendencia conseguir mejoras en las materias de esa área y empezar desde el mismo Pre-Universitario.

El presente proyecto es un aporte a fundamentar que es posible enseñar de forma no tradicional, y que se pueden mejorar los procesos del aprendizaje valiéndonos de instrumentos utilizados en otras áreas que con su aporte ayuden a los docentes a exponer de mejor forma sus contenidos y a los estudiantes a mejorar su entendimiento y rendimiento académico.

Para lograr los objetivos trazados del proyecto es importante contar con la colaboración de los docentes participantes, que los alumnos acojan de buena forma la metodología propuesta y hacer un seguimiento de lo que se está implementando para realizar las respectivas mejoras y retroalimentar los procesos que se están llevando a cabo, por supuesto que esta propuesta no se convierte en una panacea, pero puede significar un aporte a la forma en que se actúa en un aula de clases y como se trasmite conocimientos a los estudiantes.

## 2. INTRODUCCIÓN

El desafío de construir una sociedad más justa a partir de una educación de calidad para todos debe incluir entre sus principales líneas de acción a la educación científica.

La formación de ciudadanos reflexivos requiere la adquisición de códigos científicos básicos, necesarios para participar en las decisiones que se deben tomar para definir el ritmo y las finalidades de los cambios. Hoy no existe separación entre formación científica y formación ciudadana.

Esta formación implica el desarrollo de ciertas capacidades para las cuales la enseñanza de las ciencias adquiere un rol fundamental: la capacidad de abstracción para ordenar el gran caudal de información que hoy en día está a nuestro alcance a partir de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación; la capacidad de experimentación, para llegar a comprender que existe más de un camino para llegar a descubrir nuevos conocimientos; y la capacidad de trabajo en equipo, para promover el diálogo y los valores de solidaridad y respeto por los otros.

La Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, cada semestre recibe un numeroso grupo de estudiantes que se inscriben al curso del Pre-Universitario. Dentro de la malla curricular que deben aprobar los estudiantes, están materias como Álgebra, Geometría, Trigonometría, Elementos de Electricidad y Fundamentos de programación, en donde los estudiantes deben demostrar sus capacidades lógicas matemáticas y un nivel de abstracción elevado para aprobar el curso, lo que les permite ingresar a la carrera para obtener el título de Ingeniero de Sistemas.

Debido a que los estudiantes del Pre-universitario vienen de todas las latitudes de la ciudad, incluso de otros cantones aledaños a Guayaquil, la mezcla de conocimientos y también deficiencias adquiridas a través de sus estudios primarios y secundarios, dificulta mucho la aprobación de esas materias.

Cada pre-universitario es una constante batalla contra las deficiencias o conocimientos mal adquiridos de los bachilleres, muchas veces se encuentran

vacíos que son enseñados en la primaria y que lamentablemente no son bien transmitidos a los estudiantes.

Es indudable que el problema de la enseñanza y del aprendizaje de las matemáticas, no es meramente local o exclusivo de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Guayaquil, se puede asegurar que es un problema nacional, al que se lo ha subestimado y no se le ha dado la importancia del caso. Según las pruebas SER aplicadas por el Ministerio de Educación en el año 2008, en nuestro país falta mucho por hacer en calidad de enseñanza en las áreas en las que se aplicaron las pruebas, pero sin lugar a dudas el área de matemáticas es casi crítica, cada año se siente un déficit en la enseñanza de esta ciencia aplicada, que la sociedad ecuatoriana no toma conciencia de la importancia de su aprendizaje.

¿Qué hacer frente a esta problemática? No podemos quedarnos tranquilos y ver como cada día los conocimientos lógicos matemáticos van perdiendo importancia, y que al pasar del tiempo se quiera esconder este problema, “ayudando” a los alumnos a superar su dificultad en el aprendizaje de esta ciencia.

Por eso, este proyecto busca una propuesta alternativa para la enseñanza de matemáticas, encontrar un punto en donde no se convierta en la pesadilla de los estudiantes, y que el profesor de Matemáticas no se convierta en el más odiado por los alumnos de un curso, y que de alguna forma se pueda hacer algo desde la universidad para ayudar con esta problemática que viene desde la educación general básica y alcanza al bachillerato, es verdad que existen casos en donde la enseñanza ha sido verdadera y duradera, pero esa realidad pertenece al pequeño grupo de estudiantes., en cada paralelo.

Para alcanzar los objetivos del proyecto es necesario una participación activa por parte de los docentes, esto no significa que solamente se trate de dedicarle tiempo a lo que les indique, sino que debe haber una predisposición para aceptar los cambios que denotan una nueva metodología de trabajo.

Este proyecto ha sido consensuado para trabajarlo con un grupo piloto del Pre-universitario de la Carrera de ingeniería de Sistemas, con corresponsabilidad del docente a cargo de ese grupo.

Esperemos obtener los resultados esperados, con arduo trabajo y apuntando a nuevas metodologías que transformen la calidad de enseñanza, para este caso la de matemáticas, y que eso repercuta en el aprendizaje de los estudiantes. Se debe aclarar que esto es un avance en la transmisión de los conceptos lógicos matemáticos, porque si el estudiante no hace su parte, los intentos de cambiar la metodología no podrían tan efectivos como se esperan.

Este trabajo se lo ha realizado de forma reflexiva pensando en ser un aporte constructivo para la enseñanza del área lógico – matemática, recordando que la verdadera transformación en la calidad de la enseñanza depende en gran medida del aporte personal que cada docente pueda brindar a sus estudiantes, incorporando metodologías que ayuden a su trabajo.

Los invito a compartir este breve trabajo cuyo objetivo es transmitir nuevas tendencias para la enseñanza de una de las áreas más difíciles de trabajar como lo son las Matemáticas.

Estimado lector, sería un logro provocar un análisis reflexivo de cómo da clases e incentivar la investigación sobre nuevas tendencias en educación.

### 3. PROBLEMATIZACIÓN

La enseñanza de las materias afines a las ciencias aplicadas como Matemáticas, se han convertido a través de los años en un problema que hasta nuestros días se considera grave.

En la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, a la que pertenece la Carrera de Ingeniería de Sistemas, la enseñanza del área de Matemáticas está a cargo casi de manera exclusiva por los docentes de planta de la Facultad, en su mayoría Ingenieros Civiles, que por años se han dedicado a esta labor.

Como la carrera se distribuye en semestres, al año se reciben dos grupos de pre-universitario, el de invierno que es el más numeroso pues se recibe a los jóvenes que recién se han recibido de bachilleres, y el de verano que cuenta con menos paralelos.

El Pre-Universitario tiene dos módulos, cada uno de cinco semanas. En el primero de ellos los alumnos deben aprobar: Algebra, Fundamentos de Programación, Lenguaje y Orientación Universitaria. Y en el segundo módulo las materias que reciben son: Geotría (Geometría y Trigonometría), Elementos de Electricidad y Contabilidad. Se aprueba la materia con 7 puntos sobre 10. Sólo se pueden reprobar 2 materias (no se toma en cuenta Orientación Universitaria), para tener la posibilidad de presentarse a un examen de recuperación, si se reprueban 3 materias diferentes a Orientación Universitaria, el alumno reprobará el Pre-Universitario y deberá repetir las materias, en el próximo ciclo. Se debe aclarar que para obtener su nota los alumnos deben realizar actividades en clase como lecciones, trabajos en grupo, talleres, deberes; las que el profesor considere convenientes estas evaluaciones representan un 70% de la nota sobre 10. El 30% corresponde al examen unificado que se hace en consenso con todos los profesores de cada materia.

Uno de los problemas en primera instancia, es que el estudiante no está consciente de que el área Lógico Matemáticas, es fundamental para convertirse en Ingeniero de Sistemas. Para empezar en el primer módulo dos materias son esencialmente lógicas y tienen contenidos matemáticos, que son claves para las materias del segundo módulo.

Como docentes formadores de futuros profesionales, debemos tener la capacidad de innovar en metodologías de enseñanza que nos ayuden a darle herramientas a los alumnos que le ayuden a llenar de alguna forma ese vacío de contenidos con el que viene, y más aun ayudarlo a tener seguridad sobre lo que “conoce” pero que muchas veces duda al momento de demostrarlo. No se puede caer en el facilismo de que como no sabe lo que ya debería haber aprendido en la escuela o en el bachillerato, es un estudiante que tiene altas probabilidades de perder la materia, esta es hasta el momento la alternativa más aplicada por los docentes.

Si un alumno ingresa por primera vez a un establecimiento educativo, sea este una escuela, un colegio o la misma Universidad, y aunque ya estuviera estudiando en ese centro y avanza en los ciclos de estudio, se supone que ingresa o avanza para “adquirir nuevos conocimientos”, entonces esa suposición de que los alumnos ya deberían saber lo que se les está enseñando no puede ser del todo cierta, ya que los conocimientos adquiridos deben ser de alguna forma recordados para poder llevarlos al nuevo objeto de estudio, muchas veces esta justificación está tan arraigada en nuestro medio que tanto docentes como estudiantes la toman muy en serio.

Cabe destacar que muchas veces los profesores no nos damos el tiempo para hacer un diagnóstico sincero de nuestros alumnos y no personalizamos lo que enseñamos, no dirigimos la enseñanza de acuerdo al grupo que tenemos en frente, es mucho más fácil recurrir al viejo manual que cada uno, porque se tiene la creencia de que es efectivo y da buenos resultados.

Para la enseñanza de las Matemáticas, que siempre ha sido una problemática en nuestro Ecuador, es imprescindible un cambio radical en la forma de enseñar la misma, está comprobado de que los intentos que se han hecho han sido infructuosos, aunque mucho se diga de que la educación ha avanzado mucho, más bien se podría afirmar que los recursos pedagógicos han avanzado, acaso se han aprovechado esos recursos de forma adecuada y se han podido dirigir a la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza – aprendizaje, sobre todo en la última década cuando ya contamos con nuevas tecnologías involucradas en el proceso educativo.

La matemática tiene por finalidad involucrar valores y desarrollar actitudes en el alumno y se requiere el uso de estrategias que permitan desarrollar las capacidades para comprender, asociar, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos para enfrentar su entorno. Se requiere el uso de estrategias que permitan desarrollar las capacidades para percibir, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos.

Para ello se consideró la situación problemática actual en cuanto a la planificación que realizan los docentes para impartir clase en el área de matemática, ya que las estrategias utilizadas no son las más adecuadas para transmitir los contenidos a los estudiantes.

El docente debe involucrar en su planificación valores a desarrollar en los alumnos, de forma que este pueda captarlo de manera significativa, de aquí se requiere el uso de estrategias adecuadas para su eficaz aplicación, debe existir una orientación con el objeto de facilitar y orientar el estudio donde versará su vida cotidiana, debe proveer al alumno de los métodos de razonamiento básico, requerido para plantear algunos ejercicios a resolver cuya ejecución le permitirá afianzar sus conocimientos.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo tiene como propósito contribuir a la formación integral del estudiante en el desarrollo de habilidades y destrezas básicas para facilitar la interpretación del medio que lo rodea, tomando en cuenta el desarrollo científico y tecnológico.

También se busca ayudar al mejoramiento de los docentes en ejercicio, al motivarlos para que tengan una conducta participativa y responsable, siendo éstas condiciones necesarias para la convivencia social, contribuyendo a mejorar la calidad de vida tanto para el docente como para el alumno.

En el área de matemática se pretende que mediante el manejo de nuevos modelos de enseñanza, los alumnos vayan desarrollando su pensamiento lógico y su capacidad de resolución de problemas.

Mucho es lo que se enseña y aprende en esta etapa, pero un elemento fundamental es que los jóvenes lo hagan de una manera gratificante para que no pierdan la motivación y el interés por cada nuevo aprendizaje.

En el docente va a generar una actitud favorable hacia la matemática haciendo posible que el educando adquiriera conocimientos, habilidades y destrezas que van a contribuir a un desarrollo intelectual armónico, permitiéndole su incorporación a la vida cotidiana, individual y social. El docente sentirá una gran satisfacción al desarrollar el auto-estima de sus educandos así como el suyo propio, y al ver el resultado de su esfuerzo y del tiempo invertido para el logro de su objetivo.

La matemática implica la consideración de una nueva visión para sustituir y revisar las metodologías que se han venido usando hasta ahora, así como también las creencias que han influido sobre ellas. Se apoya en un conjunto de teorías, métodos y procedimientos para alcanzar una visión compleja y comprometida de la realidad.

El presente estudio estará dado a investigaciones y teorías referidas a la metodología para la enseñanza de la matemática que deben tener presente los docentes, para desarrollar los contenidos matemáticos de manera que el estudiante desarrolle su capacidad lógica aplicando el reforzamiento e incrementando su creatividad, aprenda a utilizar los textos de forma correcta,

exista una adecuada interrelación docente-alumno que guíe la práctica pedagógica, en conjunto contribuirá a que se fomente una serie de capacidades, acciones y pensamientos que se interrelacionan en los aspectos individuales y a través de la aplicación de estrategias de enseñanza concernientes al área de matemática con el fin de alcanzar metas que están socialmente determinadas (la acción educativa en el aula).

## **5. OBJETIVOS**

### 5.1 Objetivo General

- Mejorar la enseñanza de matemáticas a través de modelos no clásicos para desarrollar nuevas formas de transmitir los conocimientos de ésta área y lograr un aprendizaje más efectivo.

### 5.2. Objetivos Específicos

- Buscar nuevas alternativas para mejorar la metodología de enseñanza del área lógico matemática
- Conseguir que los docentes se integren en el nuevo modelo de enseñanza
- Obtener de los estudiantes una mejor comprensión de las materias del área de matemáticas

## **6. MARCOS DEL PROYECTO**

### **6.1. MARCO INSTITUCIONAL**

La Universidad de Guayaquil, fundada en 1867, se encuentra ubicada en la zona norte de la ciudad de Guayaquil en la ciudadela universitaria, cercana al puente 5 de junio, junto al parque Guayaquil, en la intersección de la Av. Kennedy y la Av. Delta.

La Universidad de Guayaquil tiene a la fecha 140 años formando profesionales en diferentes áreas de conocimiento; actualmente es el centro de educación superior más grande del país. Su mayor activo es el equipo humano de docentes con el que cuenta cerca de 2800 profesionales; adicionalmente ha logrado un conjunto de laboratorios para desarrollar la ciencia y la tecnología.

#### **MISIÓN**

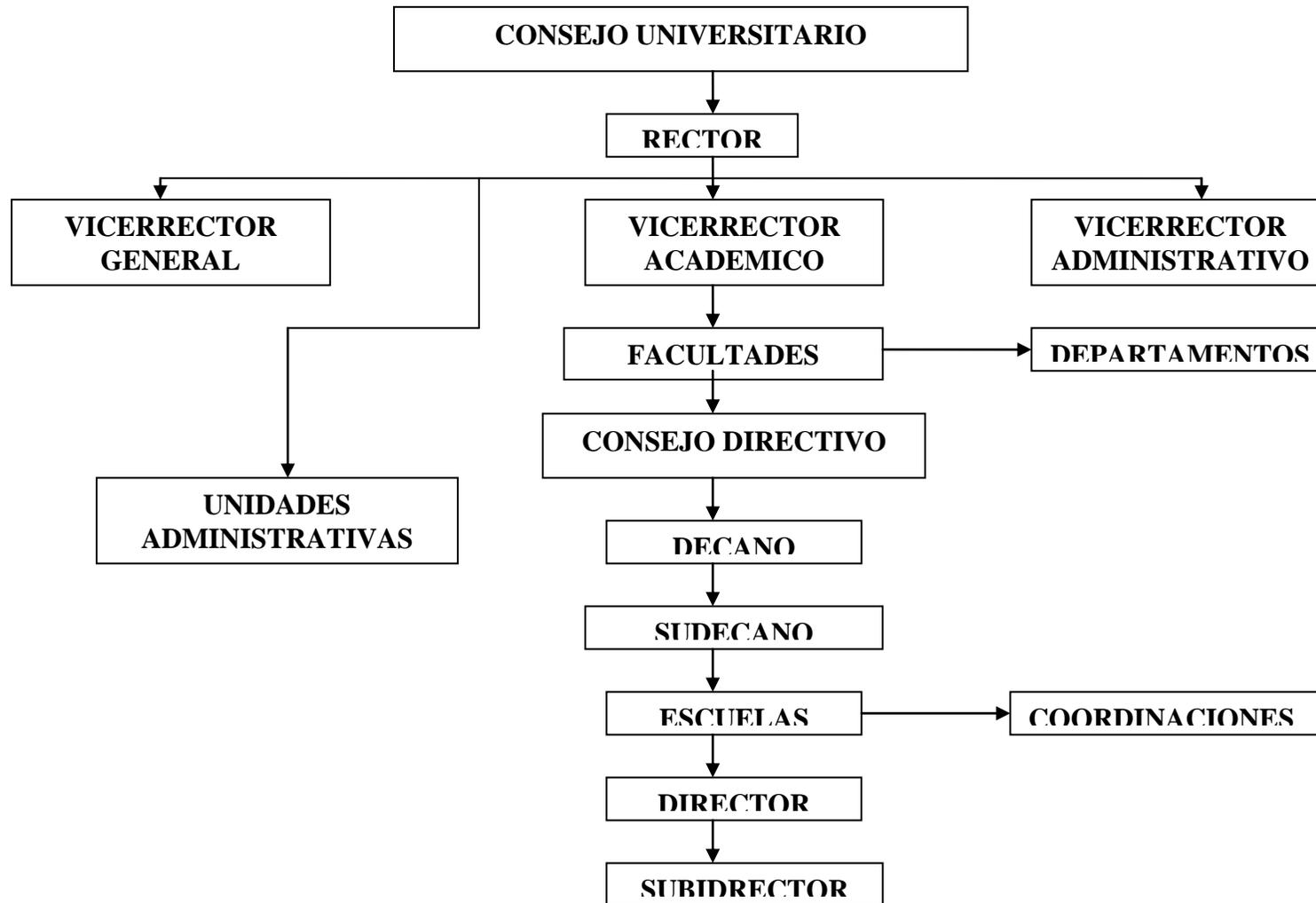
Es un centro del saber que genera, difunde y aplica el conocimiento, habilidades y destrezas, con valores morales éticos y cívicos, a través de la docencia, investigación y vinculación con la colectividad, promoviendo el progreso, crecimiento y desarrollo sustentable sostenible del país, para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

#### **VISIÓN**

Hasta el 2015, la UG será un centro de formación superior con liderazgo y proyección nacional e internacional, integrada al desarrollo académico, tecnológico, científico, cultural, social, ambiental y productivo; comprometida con la innovación, el emprendimiento y el cultivo de los valores morales, éticos y cívicos.

#### **ORGANIGRAMA**

La Universidad de Guayaquil es un organismo estatal muy complejo cuyo organigrama es muy extenso, a continuación se detalla a breves rasgos como funciona la institución.



## **Unidades Administrativas**

Rectorado

Vicerrectorados

Vicerrectorado General

Vicerrectorado Administrativo

Vicerrectorado Académico

Administración Central

División de Personal

Departamento Financiero

División Centro de Cómputo

Dirección de Relaciones Públicas

División de Adquisiciones

Dirección de Auditoría

División de Mantenimiento

Dirección de Asesoría Jurídica

Departamento Técnico de Obras Universitarias

Dirección de Secretaría General

División de Servicios Generales

Dirección de Planificación y Desarrollo

Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos

Uquilito

Sistema Hospitalario Docente Universitario

Comisión de Evaluación Interna

Periódico Universitario

Unidad de Proyectos de Vinculación con la Comunidad

Centro de Transferencia Tecnológica

Clínica Veterinaria

Consultorio Jurídico

Farmacia

Laboratorio Clínico

Laboratorio de Cómputo

Museo Francisco Huerta Rendón

Asociación de Profesores  
Unidad de Asistencia Psicológica

### **Unidades Académicas**

Postgrado  
Coro

### **Facultades**

Arquitectura  
Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación  
Ciencias Administrativas  
Escuela de Lenguas  
Ciencias Agrarias  
Colegio Francisco Huerta Rendón  
Ciencias Económicas  
Instituto de Postgrado y Educación Continua  
Ciencias Matemáticas y Físicas  
Ingeniería en Sistemas Computacionales  
Ciencias Médicas  
Ingeniería Industrial  
Ciencias Naturales  
Ingeniería Química  
Ciencias Psicológicas  
Instituto Superior de Postgrado en Ciencias Internacionales  
Ciencias Químicas  
Instituto Tecnológico Agro. de Vinces  
Comunicación Social  
Jurisprudencia, CC. Sociales y Políticas  
Educación Física, Deportes y Recreación  
Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Odontología



Figura 1: Rectorado de la Universidad de Guayaquil

### **Acciones Estratégicas**

- Crear el código de ética universitaria, junto con una comisión de ética y moral (red interna con veeduría externa). Promoción de un programa permanente de formación en valores éticos y morales. Revisar y actualizar el reglamento (sanciones).
- Mejorar, estandarizar y sistematizar el proceso de evaluación del desempeño docente, discente, administrativo y de servicios.
- Reingeniería de los procesos de gestión académica y gestión de bienes.
- Articular las demandas de la comunidad en un sistema integral generador de vías de resolución de problemas locales, regionales y nacionales a través de proyectos y propuestas estratégicas, que sirvan como referentes o directrices de las políticas de estado nacionales e internacionales.
- Diseñar, estandarizar y gestionar los procesos de investigación de necesidades de la sociedad sobre docencia, investigación y extensión, en articulación con las líneas estratégicas del Estado. (cerebro)
- Elaborar un proyecto de reforma a la Ley de Educación Superior (y su reglamento) para discutirlo internamente y socializarlo entre las Universidades y Escuelas Politécnicas Públicas y el Congreso Nacional, con el objetivo de obtener adhesiones para su aprobación.
- Programa de Mejoramiento Integral de la Calidad Educativa:

- Determinar en lo filosófico, axiológico y pedagógico, el proceso de mejoramiento continuo de la calidad educativa.
- Implantar un programa permanente para administrar, estimular, fortalecer y evaluar las competencias laborales y pedagógicas de los docentes.
- Implementar un programa de racionalización del Recurso Humano por competencias en las áreas administrativas.
- Formular e implantar la política de gestión por procesos.
- Construir un banco de activos de conocimientos en áreas específicas y factibles para desarrollar proyectos, conforme a las necesidades del Estado y de los sectores productivos.
- Crear un programa interdisciplinario de formulación de propuestas orientadas a elevar el porcentaje del presupuesto destinado a la educación, justificando la fuente de captación de recursos (ej.: biodiversidad marina y terrestre, mercado de carbono y otros).
- Establecer un programa que impulse el manejo, y desarrollo de la investigación biotecnológica en el SHDUG para crear y compartir conocimientos.
- Establecer planes de vinculación intersectorial e interdisciplinaria, con el propósito de desarrollar prácticas profesionales en las diferentes áreas de la universidad con el SHDUG, privilegiando la incorporación del principio de solidaridad con la comunidad en toda su gestión.
- Implantar un programa de formación docente y discente en cultura política: capacitación, foros, diálogo social y otros, vinculados a la comunidad.
- Implantar programas de formación y adiestramiento para usuarios a nivel artesanal (Ej. Universidad Popular).
- Formular e implantar una política institucional de educación a distancia y virtual.
- Diversificar las carreras profesionales existentes, en niveles técnicos y tecnológicos agilizando el tiempo de incorporación de los estudiantes al mercado laboral.
- Formular e implantar la política institucional de educación continua y post título para todos los ciclos de la vida.

- Estandarizar un proceso de captación de recursos (a nivel mundial), con el respectivo órgano ejecutivo (ej. fundación) que lo administre y que facilite los procesos de vinculación con la colectividad.
- Desarrollar un proceso de gestión tecnológica que almacene, administre e intercambie la información, en forma dinámica e interactiva, mediante la vinculación con organizaciones que trabajen en Tics (Tecnologías de información y Comunicación) para generar inteligencia estratégica. (Ref. KOL; knowledge en line; administradores del conocimiento).
- Estandarizar un proceso de relación Universidad - Estado - Empresa con el objetivo de desarrollar proyectos y fortalecer la formación discente y docente.
- Estandarizar un proceso de oferta de productos y servicios aplicado a los softwares modernos con la actualización académica de los docentes y discentes y desarrollo del producto.
- Crear programas de capacitación agropecuaria y artesanal destinados a la mujer en áreas rurales y urbanas marginales.
- Formular e implantar una política institucional que obligue a cada unidad académica a que desarrolle unidades de producción (bienes/servicios) con la posibilidad de alianzas interinstitucionales.
- Potencializar las unidades de producción de la UG para aprovechar la obligatoriedad legal que tiene el Estado de comprar al menos el 10% a la empresa nacional.
- Formular e implantar la política institucional de emprendimiento discente de manera obligatoria en cada unidad académica (privilegiar la formación de emprendedores).
- Crear una Fundación Universitaria que tenga como objeto social el descubrimiento y promoción de talentos, el apoyo a los discentes en el desarrollo de proyectos académicos y para provisión de material académico.
- Fortalecer la unidad central de planificación y crear la red que administre la implantación del Plan Estratégico Corporativo y de las Unidades Académicas.
- Crear un programa de formación de líderes en gestión, a nivel de todos los estamentos universitarios, que reconozca estímulos a los más destacados.
- Inducción al mejoramiento de la educación media:

- Elaborar y proponer un proyecto de vinculación con el MEC e Instituciones de Educación a nivel medio para que el contenido de las asignaturas del bachillerato se adecuen a los pensum de las universidades.
- Promover una política de estado (al MEC) para que haya una reforma educativa en la Ley de Educación Media, con intervención del CONESUP."
- Fortalecer el preuniversitario, creando una preparación paralela para nivelar los conocimientos.
- Diseñar, estandarizar y sistematizar el proceso de evaluación del resultado pre-profesional, mediante convenios con empresas internacionales especializadas en Tics.
- Formular la política de investigación que imponga al docente la obligatoriedad de generar productos de investigación, puntualizando estímulos y medidas coercitivas (privilegiar las investigaciones mediante convenios con empresas internacionales especializadas en Tics u otras tecnologías)
- Diseñar, estandarizar y gestionar el proceso de extensión considerando todos los productos y segmentos de relación con la colectividad: Asesoría y Consultoría; Formación Ejecutiva y Educación Continua; Eventos académicos y programas de impacto social. Crear el órgano ejecutivo que administre el proceso de extensión.
- Promover como política de estado el escalafón docente, administrativo y de servicios universitario.
- Crear un programa de mejoramiento de imagen corporativa institucional focalizado al servicio del cliente, con la infraestructura tecnológica y física.
- Crear un programa de capacitación docente y discente orientado a la formulación y gestión de proyectos de investigación con el fin de captar recursos.
- Establecer convenios con organismos gubernamentales y no gubernamentales, nacionales e internacionales, para desarrollar proyectos de investigación, para el aprovechamiento de recursos (Ej.: venta de MDLs, biodiversidad, producción hidrocarburífera y otros).
- Crear un proceso y la unidad que gestione la validación de la calidad del producto y/o servicio.

Sistematizar y automatizar el proceso de evaluación (autoevaluación - evaluación externa) y acreditación.

- Desarrollar un plan de contribución al mejoramiento académico de profesores, padres de familia y estudiantes de nivel primario y secundario desarrollando el trabajo en equipo. (mejorar planes de estudio, veeduría de padres de familia)
- Crear e implantar el programa de formación de libre docencia en un área particular del conocimiento, de cuarto nivel.
- Programa de mejoramiento de la autoestima y sentido de pertenencia a la Universidad.

Con los recursos humanos y las capacidades físicas con que cuenta pone al servicio del sector externo a la Universidad (empresas privadas, gobiernos seccionales, empresas estatales, fundaciones, corporaciones, organizaciones de base y todo tipo de organización) su soporte técnico para impulsar su desarrollo y mejorar el bienestar de la población ecuatoriana.

Los servicios que ofrece la Universidad se clasifican así:

- Clasificación I: SERVICIOS: Se organizan los servicios con sus nombres mas conocidos o de la manera que son denominado usualmente: Ejemplo: Análisis de Aguas, determinación de materiales pesados, identificación de elementos activos. Estudios de suelos, etc.
- Clasificación II: ÁREAS TEMÁTICAS: En este caso se refiere a la unidad académica específica se informa los servicios que está en capacidad de proporcionar a los demandantes externos.

Al ser una universidad estatal, los recursos los consigue del Gobierno Central, cada unidad académica es la encargada de presentar su presupuesto a la administración central, para posteriormente ser entregado al Ministerio de Economía y así poder obtener los recursos que se necesitan para educar a cerca de 76.000 estudiantes en todas las unidades académicas extendidas a lo largo de todo el Ecuador.

Las dos primeras facultades en ser creadas fueron la emblemática Facultad de Ciencias Médicas y la Facultad de Jurisprudencia, una vez que se tuvo la salud y la

ley, se pensó en las Matemáticas, es así como nace la tercera facultad la de Ciencias Matemáticas y Físicas.

La Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas se ha dedicado a brindar a la sociedad a los profesionales del área de la construcción, como lo son los Ingenieros Civiles, después de un tiempo también fue la encargada de brindar a la sociedad guayaquileña los primeros Arquitectos, y luego a los Ingenieros Industriales. Transcurrido el tiempo estas dos escuelas, que pertenecían a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, se convirtieron en Facultades, en la actualidad ambas están trabajando con normalidad y graduando año a año a los profesionales en cada una de sus áreas.

Es así como la en el año 1996, nuevamente la Facultad se convierte en generadora de nuevas carreras y contando con el apoyo de en ese entonces Rector de la Universidad, Abgdo. León Roldós Aguilera, nace la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales.

Como carrera nueva, la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales, ha tenido que superar muchos inconvenientes, pero han transcurrido muchos años desde entonces y actualmente se ha convertido en una de las carreras de mayor demanda de la Universidad de Guayaquil.

Al principio funcionaba en la sede de la misma Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, pero el edificio resultó deficiente, a medida que pasaban los años el aumento de estudiantes era más evidente cada día. Para el año 2005, la Universidad de Guayaquil le asigna a la Carrera un edificio propio, fuera de la ciudadela universitaria. La Carrera que hasta hoy día funciona en el centro de la ciudad en el edificio que perteneció a uno de los colegios más antiguos de Guayaquil, el emblemático colegio María Auxiliadora.

## **MISIÓN**

Formar profesionales, en las ciencias de la Informática, altamente calificados en el ámbito académico, científico, tecnológico, humanista y cultural, con sólidos valores éticos y morales; capaces de investigar e innovar para dar soluciones a los problemas y necesidades presentes y futuras del país.

## **VISIÓN**

La Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, es una institución educativa de nivel superior cuya visión es convertirse en una carrera líder en la formación de profesionales comprometidos con la sociedad que se proyectará como un conjunto de conocimientos, técnicas, procedimientos, metodologías y convenios; tal que permita cultivar y fomentar la investigación técnico-científica, desarrollar habilidades que posibiliten la aplicación de los elementos anteriores al servicio de otras áreas del conocimiento, profesiones y de nuestra realidad nacional e intercambio institucional.

La carrera estará sustentada con un plan de estudio flexible, con una comunidad académica innovadora e investigadora, personal administrativo idóneo, estructura física confortable y funcional.

## **INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

El Ingeniero en Sistemas Computacionales graduado en la Universidad de Guayaquil es un profesional con sólidos conocimientos en las Ciencias de la Computación y las Tecnologías en Informática y estará capacitado para incursionar en las siguientes áreas:

Desarrollo de Tecnologías:

- Analizar, diseñar e implementar Sistemas Informáticos.
- Diseñar y proveer tecnologías de mejoramiento de procesos dentro de las Organizaciones.
- Diseñar metodologías y planes de acción para enfrentar problemas y/o retos no previstos a corto, mediano y largo plazo.
- Diseñar, implementar y administrar redes de computadoras en las diferentes plataformas.
- Diseñar, implementar y evaluar sistemas digitales.
- Aplicar software: utilitarios y paquetes producto para computadoras de uso general.

- Proponer, asesorar y determinar criterios para la evaluación y control de alternativas de plataformas de Hardware y Software para satisfacer necesidades informáticas de una Organización.
- Incorporar los últimos avances de la tecnología de la informática en la solución de problemas y gestión empresarial.
- Realizar investigaciones científicas en el campo de la Informática.
- Administrativa:
- Diseñar, organizar, dirigir y administrar centros de cómputo y demás departamentos afines.
- Asesorar y auditar en proyectos y sistemas informáticos.
- Dirigir grupos interdisciplinarios para el desarrollo de sistemas informáticos.
- Asesorar y/o asistir a empresarios con tendencia a la automatización de empresas.
- Identificar, integrar y operar la infraestructura tecnológica computacional.

#### CAMPO OCUPACIONAL

El Ingeniero de Sistemas Computacionales graduado en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil; es un profesional con conocimientos teórico/prácticos y con capacidad para desempeñarse en el campo profesional y prestar sus servicios en diversas áreas de aplicación en cualquier organización de bienes y servicios, tanto en el sector público, privado y en centros de investigación, ya sea como:

Director de:

1. Proyectos de Sistemas Informáticos.
2. Sistemas.
3. Informática.

Gerente de:

1. Sistemas de Producción.
2. Proyectos Informáticos.
3. Desarrollo de Sistemas.
4. Empresas Técnicas o Servicios de Computación.
5. Proveedores de Servicios de Internet.

Jefe de:

1. Desarrollo de Sistemas.
2. Soporte Técnico.
3. Proyectos de Sistemas.

Administrador de:

1. Centros de Cómputo.
2. Tecnologías e Información.
3. Bases de Datos.
4. Redes de Computadoras.

Otros:

1. Auditor de Sistemas.
2. Analista, Diseñador, Desarrollador y Evaluador de Sistemas de Información.
3. Asesor y consultor tecnológico.
4. Consultor Empresarial, Evaluador de Soluciones Tecnológicas.
5. Consultor, administrador y gestor de proyectos informáticos.
6. Líder de Proyectos Tecnológicos.

Dentro de los servicios que oferta están:

- Consultoría Informática
- Auditorías Informáticas
- Desarrollo de Software y sistemas

- Diseño de Soluciones Web
- Digitación
- Reparación y mantenimiento preventivo de computadoras
- Reparación y diseño de estructuras de redes
- Instalación y configuración de servidores
- Alquiler de Laboratorios de Computación

Según datos publicados en la página web de la Universidad de Guayaquil, para el 2009 la Carrera de Ingeniería de Sistemas contaba con una población estudiantil de cerca de 2900 alumnos, todos ellos en educación presencial, ya que no existe la modalidad a distancia. En el mismo año el número de alumnos que se registró para el pre\_universitario fue de 1910 de los cuales solo 538 ingresaron al primer semestre, es decir que ni el 30% de los alumnos que se inscriben al pre-universitario logran llegar al primer semestre.

Esta problemática es justamente el punto de partida del análisis de la propuesta de proyecto. Esta alta tasa de reprobación en los estudiantes del pre-universitario, se debe en su mayoría, a la dificultad que presentan con las materias del área lógico-matemática, es preciso destacar que esa dificultad se debe a que los bachilleres no tienen una formación consistente en esta área, los vacíos no sólo son de fundamentos, también la dificultad para relacionar contenidos, para afianzar lo conocido y también la falta de decisión a conocer lo desconocido.

El aprendizaje no se consigue sin la voluntad del estudiante, pero los docentes están obligados a hacer su papel de motivador, para conseguir del estudiante lo que muchas veces no cree por sí mismo.

Para ello se debe cambiar la metodología de enseñanza del área matemática, a la que siempre se la ha catalogado como la de mayor dificultad en todos los estratos de la educación.

Y lo primero es justamente cambiar las ideas negativas, que son propias del medio, cambiar la actitud del docente y que ese cambio genere progresos en el docente, que es el objetivo principal. No se pueden seguir procedimientos que se aplicaban hace 20 años atrás y el proyecto consiste en transmitir una forma más comprensible la enseñanza de las Matemáticas.

## **6.2. MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes Relacionados con la Investigación**

#### **Importancia de la Matemática**

El estudio de la matemática en la Educación Básica se integra a un mundo cambiante, complejo e incierto. Cada día aparece nueva información, nuevas teorías, nuevas formas de entender la vida y distintas maneras de interacción social. La matemática es una forma de aproximación a la realidad, brinda elementos de importancia para el proceso vital y permite a la persona entenderla y, más aún, transformarla, porque en su nivel más elemental, responde a inquietudes prácticas: la necesidad de ordenar, cuantificar y crear un lenguaje para las transacciones comerciales.

La matemática a través de la historia ha sido un medio para el mejoramiento del individuo, su realidad y las relaciones con sus semejantes. En tal sentido, es una herramienta más en el proceso de construcción del ser humano, de prepararlos para la vida en sociedad y poder generar riquezas (entendida en su sentido amplio: económico, social, humano).

La educación básica plantea la formación de un individuo proactivo y capacitado que parta a la vida en sociedad, la aplicación de la matemática en la vida cotidiana a través de la resolución de problemas, formará en el estudiante la base necesaria para la valoración de la misma, dentro de la cultura de su comunidad, de su región y de su país.

El valor cultural de la matemática de la educación básica de la segunda etapa, debería ser reconocida fundamentalmente como un poderoso instrumento de desarrollo cultural, si se entiende por cultura conjunto de ideas, ideales, creencias, habilidades, instrumentos, obras de arte, métodos de pensamiento, costumbres e instituciones de una sociedad dada en una época dada. La Matemática puede y debe contribuir de manera significativa en la creación de síntesis culturales.

Se puede decir que la matemática es de gran utilidad e importancia ya que se considera como una de las ramas más importantes para el desarrollo de la vida del niño y del joven, ya que este aprende conocimientos básicos, como contar, agrupar, clasificar, al igual se relaciona con el lenguaje propio de su edad.

La matemática tiene por finalidad involucrar valores y desarrollar actitudes en el alumno y se requiere el uso de estrategias que permitan desarrollar las capacidades para comprender, asociar, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos para enfrentar su entorno. Se requiere el uso de estrategias que permitan desarrollar las capacidades para percibir, analizar e interpretar los conocimientos adquiridos.

Para ello se consideró la situación problemática actual en cuanto a la planificación que realizan los docentes para impartir clase en el área de matemática, ya que las estrategias utilizadas no son las más adecuadas para transmitir los contenidos a los estudiantes.

El docente debe involucrar en su planificación valores a desarrollar en los alumnos, de forma que este pueda captarlo de manera significativa, de aquí se requiere el uso de estrategias adecuadas para su eficaz aplicación, debe existir una orientación con el objeto de facilitar y orientar el estudio donde versará su vida cotidiana, debe proveer al alumno de los métodos de razonamiento básico, requerido para plantear algunos ejercicios a resolver cuya ejecución le permitirá afianzar sus conocimientos.

### **El Docente y la Enseñanza de la Matemática**

La matemática, es una disciplina que tiene aplicaciones en muchos campos del conocimiento y en casi todos los referidos al proceso técnico: como la Informática, la Cibernética, teorías de juegos entre otros.

Es prioritario el interés hacia la búsqueda de alternativas las cuales deben fundamentarse en nuevas concepciones de las actividades a desarrollar en el aula, a él le corresponde mejorar su propia actuación en el campo de la enseñanza de la Matemática en beneficio propio del alumno y del país. Pero es importante aclarar que en lo referente a las actividades de mejoramiento y perfeccionamiento profesional del docente no se aplican políticas efectivas que le permitan su actualización es importante que el docente venza las concepciones tradicionales de enseñanza y derribe las barreras que le impiden la introducción de innovaciones, para ello debe encaminar la enseñanza de la Matemática de modo que el alumno tenga la posibilidad de vivenciarla reproduciendo en el aula el

ambiente que tiene el matemático, fomentando el gusto por la asignatura demostrando sus aplicaciones en la ciencia y tecnología, modelizar su enseñanza para que la utilice en circunstancias de la vida real.

Desde esta perspectiva, si el educador se inclina hacia el logro de su actualización puede evitar que el estudiante aprenda en forma mecánica y memorística, desarrolle hábitos de estudio que solo tiene para cuando se aproximan las evaluaciones. El docente debe tomar conciencia de que su actualización es prioritaria, debe preocuparse por una preparación continua que diversifique su manera de enseñar los conceptos matemáticos.

Las metas que se persiguen con la enseñanza de esta asignatura, las cuales pretenden asegurar en el individuo la toma de conocimientos, habilidades y destrezas que le permitan consolidar un desarrollo intelectual armónico, que le habilite su incorporación a la vida cotidiana, individual y social. Igualmente incentivar en el alumno una disposición favorable hacia la matemática, sirviéndole como estímulo generador de cultura lográndose establecer vínculos entre los conocimientos matemáticos y la experiencia cotidiana, motivándolo a impulsar sus vocaciones científicas y tecnológicas a fin de asegurar la formación de grupos de profesionales capacitados.

Esto representa, que la enseñanza de la misma debe servir para que los educandos logren una comprensión fundamental de las estructuras de la asignatura, esto permitirá un mejor entendimiento y aplicación a los fenómenos, y al mismo tiempo transferir el aprendizaje a nuevas situaciones.

Los aspectos precedentes se conjugan para precisar la forma como debe enseñarse la matemática.

El objetivo de la enseñanza de la matemática es estimular al razonamiento matemático, y es allí que se debe partir para empezar a rechazar la tradicional manera de planificar las clases en función del aprendizaje mecanicista. El docente comienza sus clases señalando una definición determinada del contenido a desarrollar, basándose luego en la explicación del algoritmo que el alumno debe seguir para la resolución de un ejercicio, realizando ejercicios comunes hasta que el alumno pueda llegar a asimilarlos, es por ello, que para alcanzar el reforzamiento del razonamiento y opacar la memorización o mecanización se debe

combatir el esquema tradicional con que hasta ahora se rigen nuestras clases de matemática.

Por tal motivo se propone que el docente al emprender su labor en el aula comience con las opiniones de los alumnos, se efectúa un diagnóstico de las ideas previas que tiene, paralelamente construir una clase atractiva, participativa, donde se desarrolle la comunicación permitiendo que exprese las múltiples opiniones referentes al tema que se está estudiando.

Para obtener una enseñanza efectiva se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Provocar un estímulo que permita al alumno investigar la necesidad y utilidad de los contenidos matemáticos.
- Ilustrar con fenómenos relacionados con el medio que lo rodea y referidos al área.
- Estimular el uso de la creatividad.

El docente debe tratar siempre de motivar al alumno creando un ambiente de estímulo para que este se sienta con la mayor disposición para lograr un aprendizaje significativo para la vida.

El aprendizaje basado en problemas, es un modelo que se basa en el análisis de problemas reales y esta habilidad se puede desarrollar y mejorar bajo la supervisión de un instructor y siguiendo una metodología probada. (Arriola, Sánchez, 2007:19). Generalmente este es el modelo más aplicado en el área de Matemáticas, que le ha funcionado a la mayoría de los docentes a lo largo de su experiencia en la educación.

### **Matemáticas y Nuevas Tecnologías**

Los grandes avances en la informática y la comunicación de los últimos años hacen prever una revolución que está sólo en sus inicios. Las nuevas tecnologías se utilizan para comunicarse, como herramienta de trabajo y también como instrumento de ocio. Aparecen en todas las parcelas de la vida actual, desde la investigación científica hasta el mundo de la empresa, pasando por la enseñanza. En esta última, se puede considerar que el uso de estos avances favorece el

desarrollo de capacidades intelectuales y la adquisición de destrezas por parte del alumno, mediante una nueva forma de organizar, distribuir, representar y codificar la realidad. Muchas son las ventajas que el desarrollo tecnológico ofrece a los docentes, así como algunos inconvenientes que pueden convertirlo en un arma de doble filo si no se hace un uso correcto del mismo. Corresponde al profesor/instructor determinar los límites que han de ser impuestos en su uso, así como extraerle el mayor rendimiento en términos pedagógicos. De entre las ventajas, señalemos que proporciona medios con los que desarrollar nuestra labor de manera más eficiente, ya que permite la sustitución de técnicas que han quedado obsoletas. Además, hace posible el desarrollo de programas que facilitan la asimilación de los conceptos, eliminando el papel estático que la masificación ha otorgado al alumno. En otras palabras, las nuevas tecnologías posibilitan la interacción, un factor esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las materias del currículo que más se benefician de las nuevas tecnologías son, sin duda alguna, las asignaturas científicas y, de entre ellas, la Matemática. De hecho, la propia Matemática impulsa el desarrollo de software, a la vez que saca provecho de la mayor potencia de cálculo de las nuevas máquinas. A pesar de ello, la docencia en las asignaturas básicas de matemáticas parecía haber resistido a la invasión tecnológica. La razón esgrimida por muchos para justificar este inmovilismo es que la abstracción de los conceptos matemáticos sólo podía plasmarse con lápiz y papel, obviando todo tipo de dificultades computacionales. Pero no falta quien objeta que, puesto que en la práctica la calculadora o el ordenador terminan siendo indispensables, no está de más que los estudiantes se familiaricen cuanto antes con su uso. A este argumento se ha unido la aparición de una nueva herramienta informática para el trabajo con las matemáticas: los manipuladores simbólicos. En el mercado existe una amplia oferta de este tipo de programas, comenzando por DERIVE (usado habitualmente en los Bachilleratos), MATLAB, MAPLE, MATHEMATICA, MuPAD, etc. Si bien cada uno de ellos presenta particularidades propias en el uso avanzado, todos ellos poseen un esquema similar de manejo básico. Aunque a primera vista un manipulador simbólico puede interpretarse como una calculadora muy potente, en realidad se trata de un *laboratorio* matemático completo con

posibilidades de edición y presentación visual que permiten darle la apariencia de un escrito matemático clásico. Los manipuladores actuales son de fácil manejo y poseen una sintaxis muy intuitiva, por lo que el estudiante puede comenzar el trabajo con ellos sin necesidad de consumir mucho tiempo en su aprendizaje. Por otra parte, el hecho de que se compilen y ejecuten línea a línea, si así se desea, permite una interacción continua sobre los datos introducidos que dinamiza los cálculos.

En las enseñanzas técnicas, donde una componente fundamental está constituida por los cálculos numéricos, el ordenador se convierte en una de las herramientas más potentes. Sin embargo, creemos que la formación de un técnico superior no debe restringirse al uso del software, sino que la diferencia entre un simple operario y un ingeniero debe estar precisamente en la capacidad de interacción con él. Es imprescindible, por tanto, un conocimiento de los métodos utilizados y no sólo del programa informático. La necesidad de una formación básica en cálculo numérico se justifica por la ingente cantidad de problemas que no pueden ser resueltos analíticamente, incluso dentro de lo estrictamente académico, más aún si pensamos en problemas reales. La enseñanza del cálculo numérico tiene una vertiente fundamental que es la experimentación. Sólo mediante ella se puede llegar a una comprensión global del funcionamiento de los métodos, sobre todo cuando no es posible realizar un análisis teórico exhaustivo de los mismos (tampoco deseable en una formación que debe ser eminentemente práctica). De hecho, los grandes métodos se han gestado en la práctica y sus propiedades se han constatado experimentalmente antes de ser abordadas de forma teórica. Desde el punto de vista pedagógico no podemos pretender que un alumno entienda la mecánica de un algoritmo sin utilizarlo en la práctica. La experimentación numérica, ya sea a mano o con calculadora, enmascara la utilidad de los métodos y los convierte en algo pesado y aburrido, perdiendo la agilidad que les debe caracterizar, por lo que solamente utilizando un equipo computacional de alguna potencia se puede dar mayor coherencia a su enseñanza. La segunda vertiente básica del análisis numérico consiste en la implementación informática de los métodos, cosa que un alumno de primer curso universitario o de Bachillerato no está capacitado para hacer, al carecer de los conocimientos suficientes sobre

lenguajes de programación. Sin embargo, hemos encontrado en los manipuladores simbólicos una herramienta de gran utilidad a la hora de que alumnos sin experiencia programadora en lenguajes avanzados experimenten con métodos numéricos simples. Por supuesto que la programación de métodos complicados presenta básicamente las mismas dificultades, si no más, que en un lenguaje de programación estándar como puede ser C/C++ o FORTRAN, siendo normalmente el código mucho más eficiente en estos últimos. Debemos también indicar que el uso de un manipulador simbólico no se limita al cálculo numérico. Muchas otras ramas de la Matemática admiten la resolución de sus problemas mediante manipuladores. Por ejemplo, en geometría pueden ser especialmente útiles puesto que permiten representar gráficamente todo tipo de figuras de forma que el alumno puede visualizarlas y asociarlas a su ecuación fácilmente. Resumiendo, creemos que, utilizado de forma adecuada, un manipulador simbólico puede constituir una herramienta inestimable para la enseñanza de las Matemáticas en el ámbito universitario. Además, contribuye a que las materias resulten más atractivas al alumno debido a que su relación con el ordenador es más activa, mientras que en las clases convencionales es muy difícil obtener su participación. Este hecho ha quedado patente en una encuesta realizada entre nuestros alumnos, los cuales no han dudado en calificar las prácticas realizadas con manipulador como interesantes y amenas en un alto porcentaje. En la siguiente sección presentamos un ejemplo que ilustra la utilización del manipulador simbólico MAPLE V en la implementación y experimentación de algunos métodos numéricos sencillos. En él vemos como el programa permite un estudio del comportamiento del método en cuestión con suficiente profundidad y de forma rápida y sencilla, con escasos conocimientos de programación y pudiendo, además, obtener datos adicionales del problema sin dificultad. Sin embargo, la manipulación simbólica trasciende la enseñanza para constituir en la actualidad una herramienta imprescindible de muchos investigadores. De hecho, el origen de la manipulación simbólica hay que buscarlo precisamente en la investigación, rama en la que ha ahorrado mucho trabajo y esfuerzo a los científicos. En la última sección presentamos un ejemplo de aplicación a la investigación en Física Teórica. Finalmente, queremos señalar que, aún cuando en esta comunicación nos hemos centrado en la manipulación

simbólica, existen otras nuevas tecnologías que pueden mejorar el proceso educativo. Así, por ejemplo, creemos que Internet muestra múltiples posibilidades en cualquier materia y no nos referimos únicamente a ella como medio de obtener información sino, sobre todo, formación que es lo que debe interesar al educador. Oscar Arratia, Ladislao Jáñez y Miguel A. Martín, M. Teresa Pérez (Dpto. de Matemática Aplicada a la Ingeniería. E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid. Paseo del cauce s/n. 47011 VALLADOLID).

En cuanto a las investigaciones pedagógicas relacionadas con la enseñanza de la Matemática las problemáticas sobre las cuales se investiga, después de un análisis de los diferentes eventos y reuniones nacionales, están relacionadas con: la didáctica de contenidos específicos; la didáctica de la Matemática de manera general; la estructura del conocimiento matemático (invariantes), fundamentalmente por el MES; la formación de valores a través de la Matemática, con énfasis en la resolución de problemas; así como, en la elaboración de software y en general, en informática educativa.

Paralelo a las diferentes concepciones que se asumen en los países y a la propia evolución en la enseñanza de la Matemática, en los diferentes Congresos Internacionales de Instrucción Matemática (ICMI), se han planteado transformaciones que generaron cambios en la concepción de esta ciencia. Miguel de Guzmán en el IX Congreso, dejó tres aristas sobre las cuales reflexionar, a saber:

- Papel de la Matemática en la cultura y en la sociedad.
- Impacto de la Matemática en la tecnología.
- Contrarrestar las imágenes incorrectas de la Matemática en el gran público.

Los retos que se tienen para la enseñanza de la Matemática en este tercer milenio y toda la experiencia acumulada en esta enseñanza, a partir de las tesis de I. Lakatos, A. Schoenfeld y el fracaso de las Matemáticas Modernas han permitido considerar que las tendencias actuales de la Matemática, y aplicables a la Geometría, son las siguientes:

La solución de problemas como núcleo del aprendizaje matemático.

Como la Matemática es una ciencia donde predomina el método por encima del contenido, lo priorizado es, por tanto, el desarrollo de los procesos del

pensamiento propio de la actividad matemática y no el puro aprendizaje del contenido.

Lo más importante es instruir a los alumnos con "herramientas" heurísticas que le permitan la solución y el planteamiento de problemas en sentido general, que no se convierten en ideas inmóviles, inertes, obsoletas; sino que permitan realizar con ello un entrenamiento efectivo de los procesos del pensamiento.

Con esta tendencia la solución de problemas constituye el centro de la enseñanza de la Matemática, por tanto, constituye un fin en sí mismo.

La educación ha demostrado ser susceptible a los avances tecnológicos. Aunque algunos no lo comprendan, la comunicación inteligente y la sabia interacción con la nueva tecnología es más que un anhelo, una necesidad impostergable que deben analizar los estudiantes a través de esta asignatura.

Súmase a estos criterios el hecho de que si bien el desarrollo de la Matemática como ciencia influyó en el desarrollo de la tecnología, hoy también el desarrollo tecnológico influye en el desarrollo de la ciencia Matemática.

La escuela cubana para dar respuesta a esta necesidad asume el Programa Nacional de Computación como un programa priorizado de la Revolución. La incorporación de la tecnología desde el Círculo Infantil, en nuestro país, es el reto para hacer un trabajo racional y sensato, para su incorporación a las clases en todos los niveles y tipos de enseñanza.

Fuerte trabajo con el empleo de recursos diversos para conseguir la motivación.

Alcanzar una adecuada disposición de los estudiantes para el estudio favorece indiscutiblemente las condiciones de aprendizaje.

El rechazo que ha provocado en los estudiantes la Matemática ahora se ha revelado con más énfasis y, por supuesto, ha aumentado la preocupación de quienes enseñan esta asignatura, por lo que se ha procedido a la búsqueda de nuevos recursos para la motivación desde un "ángulo más abierto", acudiendo no solo a elementos culturales, económicos, históricos, sociales; sino también, a la posición que tuvieron los sabios cuando aportaron los diferentes conceptos, teoremas y teorías matemáticas, lo que propicia el experimentar con ello el placer también de descubrir. Con ello no solo se debe conseguir la aptitud matemática;

sino también, la actitud matemática que incide, en el aumento de la primera y viceversa.

### **El carácter lúdico en la actividad matemática y el trabajo en grupos.**

Esta tendencia ha tenido una aceptación muy positiva en la época contemporánea entre jóvenes y adultos; por lo que con más razón debemos considerar el juego y la actividad lúdica en general en la edad infantil.

A pesar de que el estudio ocupa un lugar importante en la vida del escolar desde los primeros grados, de ninguna manera puede ser desestimada la pasión y la entrega que sienten los niños por el juego.

La actividad lúdica es por excelencia una actividad libre, creativa, que desarrolla la flexibilidad del pensamiento, la invención, la elaboración, el ensayo y la elección de estrategias, y en este sentido se identifica con la actividad matemática.

El juego está muy relacionado con el trabajo en grupo, con el trabajo cooperativo, donde se comparten armónicamente el ingenio personal y el colectivo.

En él se crea un orden con las reglas que para su desarrollo se hace respetar, al mismo tiempo consigue desarrollar relaciones afectivas, especialmente entre los participantes.

El juego tiene también una importancia axiológica que en la actualidad no podemos dejar de considerar.

### **La presencia cada vez mayor de métodos activos.**

La pedagogía contemporánea se ha ido nutriendo de métodos más activos y productivos, los que obviamente la enseñanza de la Matemática no puede ignorar.

Actualmente se aprecia con fuerza, en la enseñanza de la Matemática, el hecho de situar al estudiante no como objeto del aprendizaje, sino como sujeto de su propio aprendizaje, pues se parte del principio de que todas cualidades se desarrollan en la actividad (Davíдов, Skatkin, Talízina,...). No es posible que el estudiante se ponga en contacto con los métodos de la ciencia sin utilizarlos.

Estas tendencias se han particularizado para la enseñanza de la Geometría y difundido en varios países.

En la Educación Primaria hay tendencias específicas consideradas modelos didácticos en algunas literaturas, para la enseñanza de los contenidos geométricos, que de manera resumida se pueden expresar de la siguiente manera:

Utilización del Modelo de Van Hiele (Jaime y Gutiérrez,1991): Consiste en medir los niveles de razonamiento geométrico en los escolares, con el objetivo de lograr un aprendizaje comprensivo de la Geometría desde los primeros grados.

La ubicación espacial (Saiz, 1997): Consiste en mostrar situaciones de utilización del vocabulario espacial, situaciones donde es necesario realizar alguna acción a partir de las informaciones espaciales provistas por el docente o el autor del libro.

Aprendizaje acerca del espacio (Bishop 1997): Consiste en mostrar que las ideas geométricas espaciales que se les enseñan en la escuela no son ajenas a lo que aprende en la casa o en el mundo real que los rodea.

Las manipulaciones geométricas (Brenes, 1997): Consiste en mostrar que la utilización de figuras geométricas ayuda a desarrollar la percepción espacial en los estudiantes, lo que les permite una mejor comprensión del mundo que los rodea y de las Ciencias Exactas y Naturales.

Utilización de materiales concretos (Castro, 1997): Consiste en el uso de objetos geométricos construidos por los maestros con el objetivo de desarrollar destreza y comprensión en la construcción de conceptos básicos elementales de la Geometría.

Actualmente son muy usados los programas profesionales de computación para los contenidos geométricos en los diferentes niveles, que en su esencia está la contribución de estos contenidos al desarrollo del pensamiento geométrico en los alumnos. Su empleo es muy discutido y es punto de análisis en reuniones y talleres, entre ellos se pueden citar:

The Geometer's-Sketchpad: Permite hacer construcciones dinámicas tanto para la Geometría Plana como para la Analítica (Argueta, 1997).

El CABRI-GEOMETRE: Permite manipular los objetos geométricos que en él son construidos, favorece la exploración y el descubrimiento de diversos hechos geométricos (Díaz, 1997).

El Autocad: Programa profesional que permite al usuario crear objetos geométricos, manipularlos e interpretarlos.

Sistema Inteligente con Tecnología Multimedia Óptima-Geometría: Es una aplicación destinada al apoyo de la docencia en algunos temas de Geometría y se transmiten al estudiante conocimientos y entrenándolos en la solución de

problemas; posee una estructura formada por un conjunto de módulos relacionados entre sí, estos son: tutor, experto, modelo del estudiante, visor de hipermedia, generador de problemas y solucionador (O´Farril, 2000).

Lo primero que debe hacer un maestro que enseñe Geometría es saber cómo se produce la evolución del pensamiento geométrico de los alumnos, y por otra parte, cómo puede un profesor dirigir a sus alumnos para que mejoren la calidad de su aprendizaje.

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 Matriz de problemáticas

PROBLEMÁTICAS	CAUSAS	EFFECTOS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	FUENTE
1 Bachilleres con conocimientos deficientes	Déficit en la escuela o colegio	Dificultad en aprobar el pre-universitario	Mejora en el currículo de primaria y secundaria	Universidad de Guayaquil
2 Profesores que asumen que los estudiantes vienen con los conocimientos adquiridos	El programa curricular tiene los conceptos incluidos	Decepción por parte de los estudiantes al verse impotentes	Aplicar nuevas estrategias para la enseñanza de materias para el pre-universitario	Universidad de Guayaquil

Fuente: Estadísticas, CISC

Elaborado: Subdirección de CISC

### 7.2. Matriz FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Profesores preparados	Aceptación entre los bachilleres	Docentes renuentes al cambio	Imagen distorsionada de la Universidad
Más de 10 años de experiencia	Es gratuita	Los tiempos para el pre universitario son cortos	Influencias políticas
Programas elaborados de forma consensuada	Ofrece una carrera acorde a las nuevas tecnologías	La administración constituye un sistema burócrata	Depende de un sistema centralizado
La tecnología se involucra en la malla curricular		El sistema de información no es eficiente	

Fuente: Estadísticas, CISC

Elaborado: Subdirección CISC

\*\* CISC (Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales)

### 7.3. Propuesta de Proyecto

#### 7.3.1 Denominación del proyecto

Mejoramiento de la metodología de enseñanza de las matemáticas, para alumnos del Pre-Universitario de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Guayaquil.

#### 7.3.2 Naturaleza del proyecto

##### a. Descripción

El proyecto trata de mejorar de alguna forma la metodología aplicada a la enseñanza del área lógico – matemática, el trabajo es fundamentalmente con los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Guayaquil.

##### b. Fundamentación

Han transcurrido casi diez años de la creación de la Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales, a cargo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, y sin dudar se ha convertido en una de las carreras universitarias con mayor demanda de cupos para los estudiantes que vienen de la misma Guayaquil o de cantones aledaños, tanto que posee una sede fuera de la ciudadela universitaria Salvador Allende.

En los últimos tres años, se ha notado un gran número de estudiantes que reprueban el pre-universitario, sobre todo en las materias del área lógico – matemáticas, esta dificultad se debe a muchas causas, pero es necesario e imperante hacer algo de nuestra parte, como docentes.

Respondiendo a los nuevos desafíos que demanda los nuevos paradigmas de la educación, debemos tener una respuesta a la deficiente formación con la que se gradúan muchos de los bachilleres que se reciben en las aulas de la Carrera.

Siendo la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, la creadora de la Carrera de Ingeniería de Sistemas, resulta un poco difícil entender que en la

facultad de matemáticas, no se tenga una buena metodología de enseñanza del área lógica – matemática.

#### c. Marco institucional

La Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, siempre está abierta a las mejoras en sus programas y proyectos. Está en constante motivación al estudio y preparación por parte de su cuerpo docente, tanto en el área técnica como pedagógica, porque sus Directivos están conscientes de que eso se verá reflejado en el rendimiento de sus alumnos.

#### d. Finalidad del proyecto

Esta propuesta de proyecto busca incentivar a los docentes a mejorar sus prácticas de enseñanza dentro del aula de clase, pretende hacer una relación partícipe para que directivos, profesores y estudiantes, se involucren en algo que nos compete a todos, no sólo para que las clases mejoren, sino para que el estudiante pueda aprovecharlas de mejor manera.

#### e. Objetivo

General:

Mejorar la pedagogía aplicada por parte de los docentes, buscando nuevas metodologías y técnicas de enseñanza

Específico:

Superar los resultados en el área de Matemáticas en los estudiantes del pre-universitario.

#### f. Meta

Trasmitir a los docentes nuevas tendencias para la enseñanza de las ciencias aplicadas que requieren de un alto sentido lógico-matemático.

#### g. Beneficiarios

Profesores del área lógico-matemática del pre-universitario de la Carrera de Ingeniería de Sistemas y los estudiantes.

#### 7.3.3 Actividades y tareas

1. Convocatoria de los docentes
  - Murales con datos informativos
  - Envío de invitaciones a los docentes del área
  
2. Capacitación sobre las nuevas metodologías
  - Concentrar a los profesores en el auditorium
  - Conseguir los equipos necesarios para realizar la capacitación
  - Explicación de la temática “matemáticas con sentido algorítmico”
  
3. Seguimiento y evaluación
  - Observación de las clases aplicando la nueva metodología
  - Evaluación de cómo se asimilan los procesos propuestos
  - Retroalimentación con el docente en caso de ser necesario

### Matriz Operacional de Actividades

Actividad	Objetivo	Herramientas	Fecha de Ejecución
Convocatoria a los Docentes	Proporcionar información inicial sobre la propuesta	Invitaciones Murales	3 de Mayo de 2010
Capacitación	Exponer la metodología basada en algoritmos para enseñar matemáticas	Auditorium Proyector Software Power Point	11 de Mayo de 2010
Seguimiento y evaluación	Recoger datos sobre la aplicación de la metodología	Cuaderno de apuntes	17 de Mayo de 2010

#### 7.3.4 Métodos y técnicas

En el proyecto se busca la participación de los docentes en forma activa, que ellos tomen las nuevas modalidades de enseñanza como parte de sus clases diarias, que las practiquen y que ellos mismos puedan ver resultados.

Se trata de guiar a los profesores en un intento por mejorar el accionar pedagógico, brindándoles toda la información necesaria, respecto a la modalidad presentada y no caer en mecanismos cerrados donde no se tienen aspectos a mejorar.

### 7.3.5 Cronograma

Actividades	Mayo			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
1. Convocatoria a los docentes	→			
2. Capacitación sobre las nuevas metodologías		→		
3. Seguimiento y evaluación			→	

### 7.3.6 Recursos necesarios

#### a. Humanos

- Profesores del pre-universitario
- Facilitador de las nuevas metodológicas
- Estudiantes

#### b. Materiales

- Auditorium
- Afiches
- Invitaciones
- Manuales
- Retroproyector
- Computador
- Cuaderno de apuntes
- Aula de clases
- Pizarra
- Marcadores

## 7.3.7 Presupuesto

## Costos: Humanos

		Semana	Total
10	Profesores	1,680	8,400
1	Facilitador	300	1,500
			<hr/>
	Total		\$ 9,900

## Materiales

5	Afiches		15
30	Invitaciones		35
10	Manuales		50
11	Cuadernos		33
30	Marcadores		45
			<hr/>
	Total		\$ 178

Otros (imprevistos)		\$	300
---------------------	--	----	-----

TOTAL		\$	10,378
-------	--	----	--------

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Convocatoria a los docentes

Cuando se trata de innovar en educación, se debe ser muy cuidadoso, pues no siempre los docentes están predispuestos a asumir nuevas actitudes frente a su trabajo, todo cambio implica un compromiso personal que cada persona asume en la medida de su responsabilidad.

La convocatoria a la charla se la hizo desde el 3 de Mayo hasta el 10 de Mayo, tiempo en el que se pegaron los murales y se entregaron las invitaciones, a todos los profesores del Pre-Universitario de las materias de Álgebra, Geometría, Fundamentos de Programación y Elementos de Electricidad.

Se puede decir que, gracias a la colaboración de las autoridades, la convocatoria tuvo gran acogida debido a que de las 30 invitaciones entregadas, se contó con 26 docentes, los cuales se distribuyen según el Gráfico No. 1.

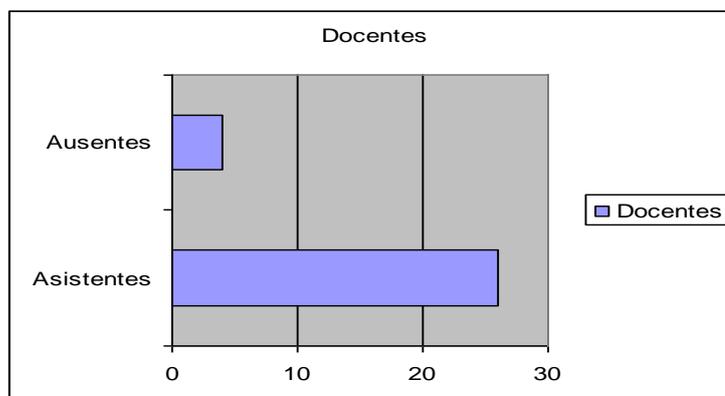


Gráfico 1

### 8.2 Capacitación sobre las nuevas metodologías

El día 11 de Mayo se realizó la capacitación sobre la nueva metodología propuesta, el fundamento principal era el compromiso de parte de los docentes a aplicar la nueva metodología y dar sus clases ajustándose al nuevo modelo propuesto, puede ser muy difícil para un maestro adquirir nuevas formas de enseñar y mas cuando se trata de profesores que cuentan con una gran experiencia docente.

Para la capacitación se contó con 26 docentes asistentes, de los cuales 18 se decidían a dar clases de Álgebra o Geometría y los 8 restantes se dedican a dictar clases de Fundamentos de Programación o de Elementos de Electricidad.

Durante la charla informativa los docentes compartieron sus experiencias durante su carrera docente y enseguida se procedió a impartir el modelo algorítmico para la aplicación de la enseñanza de matemáticas.

Hubo un poco de inquietud sobre este nuevo modelo, porque es un modelo poco conocido, que se aplica en la enseñanza de la programación de computadores, muchos se preguntaban como puede ayudar esto en el área Matemática, pues bien las dudas fueron dispersadas a medida que se avanzaba explicando como se puede desarrollar una clase de Matemáticas aplicando el nuevo modelo, hubo una respuesta favorable.

Después de la explicación, se procedió a llamar a los docentes a la reflexión a intentar a mejorar los procesos educativos, aunque sea dando pequeños pasos y en este caso comprometiéndose primero a aplicar la nueva modalidad de enseñanza y segundo dejando que el facilitador observe por lo menos una clase para poder revisar los aspectos positivos y negativos de la nueva metodología y cuánto ha profundizado el docente en la aplicación de la misma. Para conseguir el compromiso se les hizo firmar en un listado al lado de sus respectivos nombres el compromiso para la aplicación y seguimiento de la metodología enseñada.

De los asistentes firmaron el compromiso 22 docentes, de los cuales se tomaría para efectos del proyecto una muestra de 8 docentes para realizar el seguimiento, sobre todo por efectos del tiempo, como se muestra en el Gráfico No. 2.

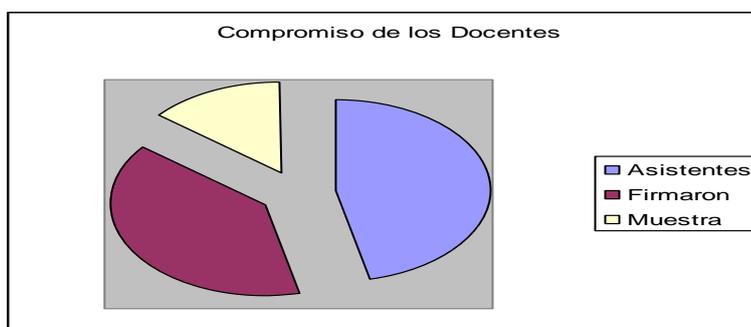


Gráfico 2

### 8.3 Seguimiento y evaluación

Desde el día 12 hasta el 21 de Mayo se hizo el respectivo seguimiento a las clases impartidas por los docentes, esperando obtener resultados favorables y sobre todo que ellos hayan asimilado lo que se les pidió que hicieran y que puedan obtener mejores resultados en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Como se estableció se hizo el seguimiento de 8 docentes, para visitarlos a las horas de clases de diferentes paralelos en el Pre-Universitario, se procedió a observar cada una de las clases obteniendo los siguientes resultados:

En efecto los 8 docentes que se observaron y que se habían comprometido a aplicar el método lo hicieron, como lo muestra el Gráfico No. 3., lo que demuestre un interés alto por parte de los docentes en recurrir a nuevas tendencias de enseñanza.

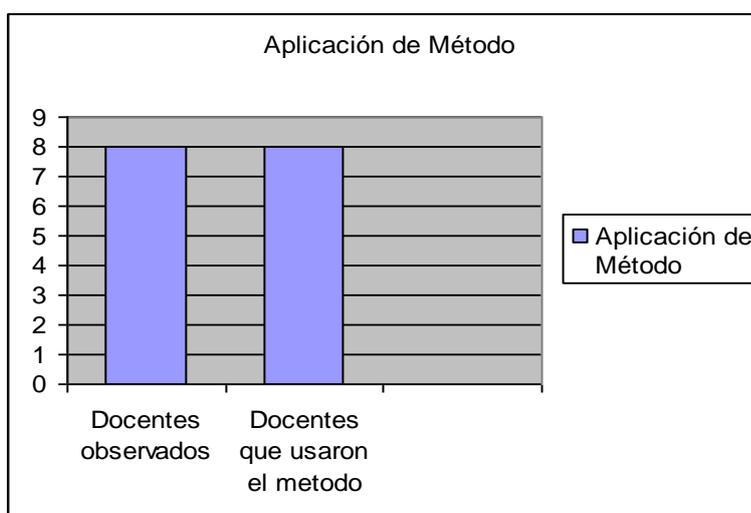


Gráfico No. 3

También se procedió a verificar que tan recurrentes fueron para la aplicación del método, es decir de los ejercicios desarrollados en clases cuantos fueron explicados con la nueva metodología, esto se midió por cada docente como lo demuestra el Gráfico No.4, es importante destacar que no todos fueron capaces de aplicar el método a todos los ejercicios propuestos y es comprensible porque una nueva tendencia no se puede aplicar la primera vez

en su totalidad, muchas veces porque no se tiene la confianza necesaria o porque la circunstancia del ejercicio propuesto requiere de otros métodos.

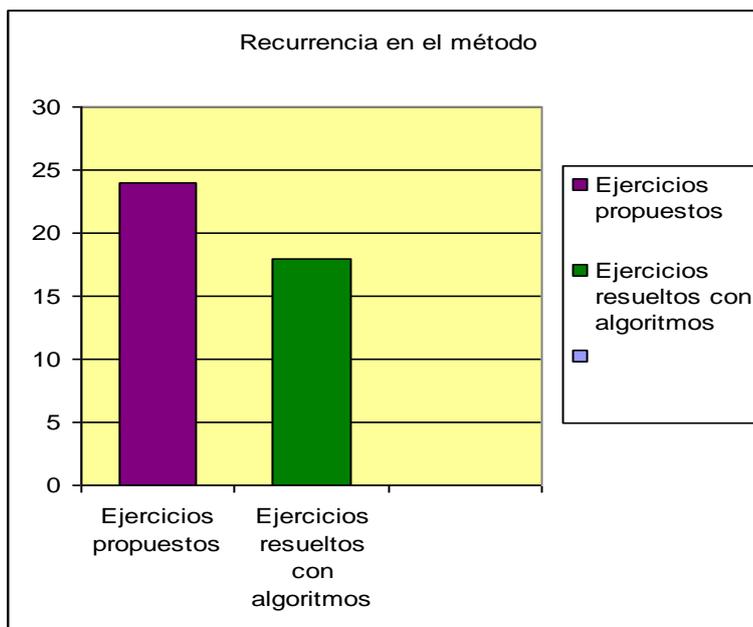


Gráfico No. 4

A los alumnos se les pidió que contestaran básicamente una sola pregunta, si habían entendido los ejercicios desarrollados de forma más fácil, igual o se les hizo más difícil, esto se puede reflejar en el Gráfico No. 5, es importante la opinión de los alumnos porque esto permite retroalimentar lo que el profesor hace en clases y le ayuda a mejorar sus métodos de enseñanza.

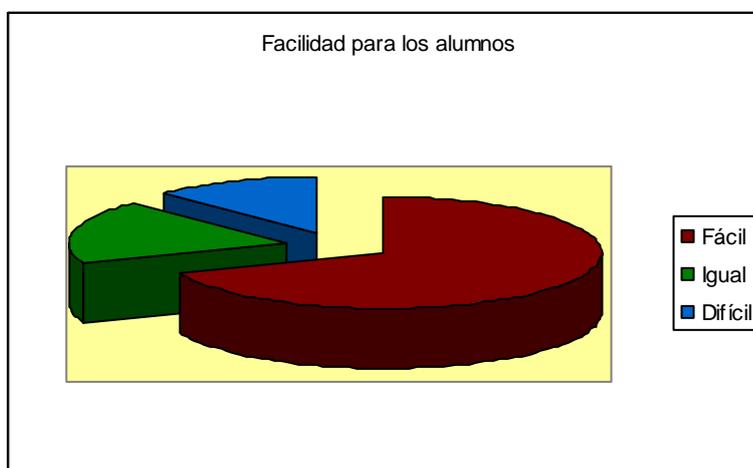


Gráfico No. 5

Y por último se les pidió a los docentes que indicaran como les había ayudado la aplicación de una nueva metodología en sus clases, entre las observaciones que hicieron estuvieron:

- Los procedimientos matemáticos se hacen en pasos definidos, que pueden ser de gran ayuda cuando se trata de mecanismos establecidos
- La atención de los estudiantes a la nueva propuesta es muy buena, porque se le da un nuevo elemento de resolver problemas
- Se utiliza un lenguaje sencillo, y la secuencia de pasos denota una serie de actividades ordenadas que el estudiante puede asimilar de forma más clara
- Se puede poner en práctica en ejercicios que tengan una estructura más definida
- Puede resultar una buena herramienta para el estudio de los alumnos
- Se necesita un gran sentido lógico para la aplicación de la metodología debido al modelo de algoritmos que utiliza
- Cuesta un poco acoplarse, sobre todo cuando no se está acostumbrado a resolver problemas a través de procesos algorítmicos
- Toda metodología nueva requiere de tiempo para poder sacar conclusiones acertadas acerca de su aplicación

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. Conclusiones

- Los docentes estuvieron atentos a incluir dentro de su modelo de enseñanza una nueva tendencia, que puede aportar a mejorar su calidad de enseñanza y que repercute en el aprendizaje de sus estudiantes
- No se debe descartar la idea de que la educación es un proceso de constante desarrollo, que mientras más se la estudie y se apliquen nuevas estrategias de enseñanza, que de a poco van ayudar a la transformación de los futuros ciudadanos de la sociedad a la que queremos integrar a los alumnos
- Todo método educativo aplicado, necesita ser implementado en una fase de análisis y aplicación, pero lo más importante es el seguimiento y la evaluación que se realice a la misma, porque a partir de estos resultados se retroalimentará para mejorar el método que se este utilizando
- Los estudiantes demuestran su entusiasmo en clases cuando el docente se preocupa de aplicar nuevos métodos de enseñanza, para que las clases no se conviertan en una rutina diaria.

### 9.2. Recomendaciones

- Las instituciones educativas deben incentivar a utilizar nuevos métodos de enseñanza y evaluar constantemente a sus docentes y las técnicas aplicadas en sus clases
- Los docentes deben estar siempre predispuestos a enriquecer sus conocimientos pedagógicos a través del estudio y la investigación
- Recordar que la educación ecuatoriana ha atravesado momentos críticos y es deber de toda la comunidad educativa realizar mejoras en los procesos educativos
- El área de Matemáticas, debe tener mucha prioridad, ya que es un eje importante no solamente en los estudios académicos sino a través de toda la vida de una persona.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

"Las políticas de calidad de enseñanza". Tobon, 2006.

"Desarrollo de Competencias" Blythe y Perkins, 1999.

"La enseñanza superior en el siglo XXI: Estrategias de futuro". Texto de la declaración de la World Conference on Higher Education, París 1998.

"Tecnologías de la Información. Informática". P. J. García Nuñez, M. P. Ferro Sánchez. Anaya, 1998.

"Maple V, Learning Guide". K. M. Heal, M. L. Hansen, K. M. Rickard. Springer, 1996.