

DEFICIENCIA EN LA HABILIDAD DE RESOLVER PROBLEMAS MATEMATICOS

Janet Patricia Valdiviezo¹, Jorge Flores Herrera²

¹Ingeniera Electrónica 1991, email: jvaldi@espol.edu.ec

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1970, Maestría en Educación, Florida State University, 1998, Profesor de ESPOL desde 1968, email: rflores@espol.edu.ec

RESUMEN

Este trabajo de investigación pretende sistematizar el Proceso Docente Educativo de la asignatura matemáticas del curso de ingreso para las ingenierías básicas de la ESPOL de manera que sea un proceso desarrollador de habilidades generales y específicas de la asignatura.

Se validó el problema mediante un sistema de expertos, los que coincidieron en lo importante que es desarrollar la habilidad de resolver problemas, la que requiere del desarrollo de habilidades del pensamiento lógico.

Para dar solución al problema, se planteó el diseño de un sistema de tareas tomando en consideración los estilos de aprendizaje de los estudiantes y la opinión de estudiantes de la ESPOL que ya han cursado materias como Cálculo I y Álgebra Lineal.

El sistema de tareas propuesto contiene problemas de familiarización, reproducción y producción. Con los problemas de familiarización los estudiantes se ejercitan y desarrollan las habilidades de definir y describir; con los problemas de reproducción practican y desarrollan las habilidades de observar, identificar, relacionar y con los problemas de producción, en los que se requiere de un nivel mas elevado del pensamiento lógico, se desarrollan habilidades como la de aplicar, clasificar, relacionar, interpretar, etc.

La validación de la propuesta se la hizo comparando los resultados de los exámenes de uno de los paralelos bajo mi coordinación, en donde se aplicaron métodos activos de aprendizaje, distintos a los aplicados en los demás grupos.

ABSTRACT

This investigation pretends to systematize the Educative Process of mathematics of the Admission course of the Basic Engineering of ESPOL, to become it, in a developer of general and specific skills of this kind of course.

The problem was validated through a system of experts, who coincide with the importance of developing the skills to solve problems, that require the develop of logical thinking skills.

To solve the problem, it was established the design of a homework system, considering the learning styles of the students and the opinion of ESPOL students who had approved courses like Calculus I and Lineal Algebra.

The Homework system proposed has familiarization, reproduction and production problems. With the familiarization problems the students will practice and develop the skills to define and describe; with the reproduction problems they will practice and develop the skills to observe, identify, relate and with the production problems, which requires of an elevated level of logical thinking, they will develop skills to apply, classify, relate, interpret, etc

The validation of the proposed system was made comparing the results of the test of one of the groups under my coordination, where were apply active methods of learning, different of the methods applied on the other groups

INTRODUCCION

La asignatura de matemáticas para los cursos de ingreso de ingeniería que tiene la ESPOL se lo caracteriza de acuerdo a las ocho componentes que conforman el proceso docente educativo; por lo que a continuación se analizará la situación actual del proceso:

- El problema que se le ha encargado a esta asignatura es que la ESPOL en las carreras de ingeniería requiere de estudiantes con sólidos conocimientos y dominio de los temas de Lógica y Conjuntos, Números Reales y Complejos, Funciones, Logaritmos, Trigonometría, Geometría Plana y del Espacio, Geometría Analítica, Polinomios; porque constituyen las bases sobre las que se fundamentan materias del área de matemáticas para las diferentes especializaciones de ingeniería.
- El objeto de estudio de la asignatura radica en el sistema de conocimientos que deben tener dominio los alumnos y en el desarrollo de las habilidades generales y específicas que deben desarrollarse.
- Su objetivo es el de proveer a los aspirantes a ingresar a la ESPOL del conocimiento de los temas impartidos en la asignatura y desarrollar habilidades que le permitan resolver con éxito los diferentes problemas matemáticos; haciéndoles tomar conciencia de la importancia que tiene para sus estudios como ingeniero del dominio de los temas que se imparte en la asignatura en mención.
- El contenido actual de la materia radica específicamente en el conocimiento que debe adquirir el alumno, relegando el sistema de habilidades a otro momento del aprendizaje; pues el desarrollo de las habilidades no es lo esencial ni está contemplado como objetivo del proceso ni como objetivo personal del docente. Los profesores tienen en mente la idea errada de que esas habilidades deben haberlas desarrollado en las etapas escolar y colegial, y que a la Universidad es imposible asignarle dicho encargo.
- El método de enseñanza que predomina en esta asignatura es el expositivo, evidentemente el alumno es un ente pasivo dentro del proceso; tan solo algunos profesores del área se han preocupado por aplicar algunos métodos activos de aprendizaje, como es la conversación heurística y el trabajo colaborativo.

- La forma de enseñanza tiene lugar en las aulas, cuyos extractores y ventiladores funcionan ruidosamente todo el tiempo, son calurosas y sus sillas son incómodas. La iluminación es deficiente y la iluminación solar se refleja en la pizarra impidiendo que los alumnos lean y entiendan las anotaciones realizadas en la pizarra. El número de alumnos por aula es excesivo, esto dificulta un poco al maestro responder todas las inquietudes que los alumnos puedan tener sobre algún tema de la materia en particular.
- Los medios que se utilizan en clases son básicamente la pizarra, la tiza líquida y el borrador; pocos profesores hacen uso de las nuevas tecnologías de enseñanza.
- En cuanto a los resultados que se obtienen, son medidos por el sistema de evaluación que se aplica; en este sentido se toma en cuenta las tareas que los alumnos realizan independientemente, las lecciones y el examen. Es importante recalcar que el 20% de la evaluación corresponde a deberes y lecciones, mientras que el 80% es correspondiente al examen. Los exámenes contienen preguntas objetivas de opción múltiple y de verdadero o falso, donde se evalúa principalmente el conocimiento sin atender al proceso en la búsqueda de la solución de un problema. Este tipo de evaluación da lugar a que el alumno no desarrolle los temas sino que se aventure a escoger sin análisis alguno una respuesta en particular.

La manera como se lleva a cabo el proceso docente educativo no garantiza que los estudiantes se apropien de los conocimientos de la manera apropiada ni se desarrolle habilidades intelectuales que debe tener todo estudiante de ingeniería; esto se hace evidente en un gran grupo de alumnos que ingresan a la Universidad y se detecta dificultades en el dominio de las matemáticas básicas que son base importante para aprender el nuevo conocimiento y desarrollar nuevas habilidades específicas propias de las asignaturas Cálculo I y Álgebra Lineal; las cuales tienen un bajo índice de aprobación.

Por las razones expuestas anteriormente, se ha planteado la necesidad de estructurar un sistema de tareas que oriente al estudiante sobre la forma de aprender a resolver problemas, la manera de justificar sus razonamientos, el modo de aplicar las leyes y propiedades de cada tema en el proceso de demostración de proposiciones verdaderas o en como encontrar contraejemplos para justificar la falsedad de una proposición.

Las tareas harán énfasis en la importancia que tienen las leyes y propiedades de cada tema para resolver los problemas, esto con la finalidad de eliminar la tan arraigada concepción de que todos los problemas en matemáticas se resuelven de manera similar, formando en ellos modelos que sólo sirven para un cierto tipo de ejercicios y no son válidos para otros, porque deben tener en cuenta otros aspectos que son propios de ese problema.

Además, según lo manifestado en el capítulo anterior, las habilidades se desarrollan en la actividad, es decir en el momento que el sujeto interactúa con el objeto de estudio; tomando en cuenta esto, la forma de organizar la tarea docente debe garantizar que el alumno realice el trabajo independiente, ese constituye el momento propicio en que el alumno se enfrenta

a la necesidad de revisar los leyes y principios relacionados con los problemas planteados para dar solución a los mismos.

CONTENIDO

ACERCA DEL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES Y SU IMPORTANCIA EN LAS MATEMATICAS

Expertos en investigación sobre la enseñanza de las matemáticas como Riverón y Martín (2001), enfatizan que la resolución de problemas ha sido un componente importante en el estudio del conocimiento matemático y que esta aseveración ha sido reconocida por críticos como Halmos (1980) al sugerir que resolver problemas es el corazón de la matemáticas y Kleiner (1986) al enfatizar que el desarrollo de conceptos y teorías matemáticas se originan a partir de un esfuerzo por resolver un determinado problema; para desarrollar la gran habilidad de resolver problemas se requiere desarrollar habilidades generales del pensamiento lógico y habilidades específicas que requiere la asignatura.

Las habilidades forman parte del contenido de enseñanza e implica poseer el dominio de las formas de la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa, en otras palabras es poner el conocimiento en acción. Las investigaciones que se han llevado a cabo sobre las habilidades se han determinado que su base están en el dominio de los conceptos (Brito 1984, Valera 1990, Venguer 1978) los cuales se concretizan en las habilidades que se desarrollen en el estudiante. Así el dominio de un concepto en particular no está en poder repetirlo textualmente, sino en la posibilidad de actuar, de aplicarlo a nuevas situaciones, de valorar su importancia para sí mismo y para el estudio de su carrera.

Varias experiencias educativas han confirmado que las habilidades se forman en la actividad, la cual puede ser resultado de la repetición de tareas o ejercicios a partir de un proceso de enseñanza dirigido, circunstancias en que el individuo no solo se apropia de métodos y procedimientos, sino que poco a poco empieza a dominar las diferentes acciones, perfeccionándolas paulatinamente y basándose en la experiencia que tiene al respecto, es decir usando sus conocimientos y hábitos adquiridos con anterioridad.

Para la formación de una habilidad en particular, los docentes deben dirigir científicamente el proceso, para lo cual debe conocer las acciones y operaciones que debe realizar el alumno, las que deben estructurarse teniendo en cuenta que sean suficientes, es decir, que se repita un mismo tipo de acción, aunque varíe el contenido teórico o práctico; que sean variadas, de forma tal que impliquen diferentes modos de actuar, desde las más simples hasta las más complejas, que sean diferenciadas en función del desarrollo de los alumnos; el no tener en cuenta los aspectos anteriores, los alumnos ejecutan diferentes acciones no organizadas, lo que impide su sistematización y el desarrollo de las habilidades.

HABILIDADES GENERALES Y ESPECÍFICAS DE LA ASIGNATURA MATEMATICAS DEL CURSO DE INGRESO DE INGENIERIAS BASICAS DE LA ESPOL

Una responsabilidad que no puede evadir un maestro es el enseñar a los estudiantes a pensar, esto implica que a través de las actividades docentes se debe crear un ambiente que motive y estimule el pensamiento lógico del estudiante; como se detallara en el capítulo anterior, las habilidades de observar, describir, clasificar, identificar, interpretar, analizar, generalizar, abstraer, relacionar, formular, sintetizar, explicar, evaluar, argumentar, demostrar y aplicar conforman el conjunto de habilidades intelectuales las mismas que son necesarias para resolver problemas no solo del área de Matemáticas sino también problemas que se le presenten cotidianamente, y que además fomentan la adquisición de nuevos conocimientos.

Es menester que tanto alumnos como maestros tengan claro las operaciones que deben realizarse para desarrollar la habilidad de resolver problemas y por lo tanto de las habilidades intelectuales también; esto facilitará el diseño del sistema de tareas docentes.

Las habilidades específicas que deben ser desarrolladas en los estudiantes de matemáticas del curso de ingreso de ingeniería de la ESPOL son:

1. Precisar e interpretar los conceptos y propiedades afines a los temas mencionados en el sistema de conocimientos.
2. Aplicar el lenguaje formal proporcionado por la lógica matemática en el estudio de las ciencias que son base de las carreras de ingeniería.
3. Demostrar propiedades y teoremas concernientes al sistema de conocimientos de la asignatura y en el estudio de las ciencias, utilizando reglas de equivalencia y de implicación lógica.
4. Argumentar los resultados o conclusiones obtenidas en la resolución de problemas o en la demostración de propiedades.
5. Relacionar información en la adquisición de nuevos conocimientos, para plantear y resolver problemas relacionados.
6. Aplicar las propiedades de los temas impartidos en la resolución de problemas de matemáticas y en la adquisición de nuevos conocimientos.
7. Analizar funciones elementales identificando sus propiedades y bosquejando su gráfico.
8. Formular y resolver problemas matemáticos utilizando las propiedades de los objetos involucrados en el problema.
9. Reconocer condiciones necesarias y suficientes de los objetos involucrados en un problema matemático.
10. Interpretar geoméricamente las propiedades de las funciones.
11. Describir correctamente las ideas, utilizando diferentes elementos de representación simbólica.
12. Efectuar generalizaciones a partir del establecimiento de similitudes o razonamientos lógicos inductivos o deductivos.
13. Desarrollar estrategias en la resolución de problemas y obtención de resultados correctos.
14. Relacionar dos o más conjuntos en base a sus propiedades.
15. Realizar investigaciones por cuenta propia.

ENCUESTA APLICADA A LOS EXPERTOS PARA VALIDAR EL PROBLEMA

Con la finalidad de validar el problema que tienen los alumnos que ingresan a la ESPOL en las carreras de ingeniería, que es la dificultad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica y a nuevas situaciones, se recurrió al sistema de expertos. Para el efecto el instrumento que se les aplicó fue una encuesta que consta de tres partes, las mismas que hacían referencia a la identificación del experto, la segunda parte sobre la importancia de dicha habilidad en los alumnos de ingeniería y la tercera parte era de preguntas abiertas sobre la importancia de la habilidad en su asignatura.

Al instrumento utilizado se le aplicó la prueba F con la finalidad de determinar la convergencia entre los criterios de los expertos y se utilizó el método Delphi para determinar el problema central, sus causas y sus efectos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE EXPERTOS

Para la prueba F se consideró la hipótesis “No existe una diferencia significativa entre los criterios emitidos por los expertos”, y según los resultados se la acepta, esto significa que los expertos coinciden entre los criterios emitidos a través de la encuesta.

Al aplicar el método Delphi, se concluyó que:

- Los hábitos de estudio de los estudiantes cambiarán al desarrollar la habilidad de aplicar el conocimiento a la resolución de problemas.
- Los resultados obtenidos en las asignaturas y carreras de ingeniería mejorarán al desarrollar la habilidad en estudio.
- Revisar el diseño curricular de la materia Matemáticas que se dicta en el prepolitécnico.
- Se ha determinado que una posible causa de este problema es la insuficiencia de las habilidades lectoras-comprensivas.
- La actividad que realice el profesor es vital para el desarrollo de esta habilidad.

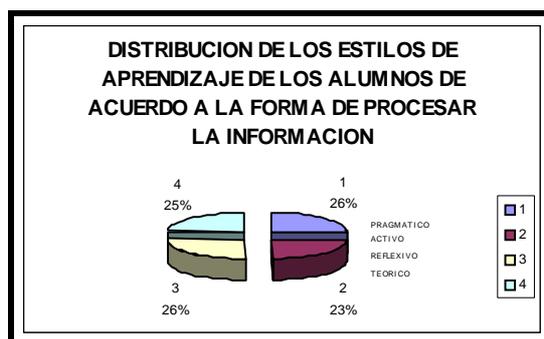
ANALISIS DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

El cuestionario aplicado a los alumnos de uno de los cursos del prepolitécnico, es un instrumento que consta de 77 preguntas, de las cuales 56 estaban destinadas a determinar los estilos de aprendizaje en cuanto al procesamiento de la información. Pragmático, Teórico, Activo y Reflexivo; mientras que las 21 preguntas restantes determina la habilidad perceptiva de los estudiantes, es decir como capta la información los alumnos de una manera efectiva: Visual, Auditivo y Táctil.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

La distribución de los estilos de aprendizaje de acuerdo a la forma de procesar la información es:

PRAGMATICO	78%
ACTIVO	70%
REFLEXIVO	78%
TEORICO	73%



La distribución de los estilos de aprendizaje de acuerdo a la forma de captar la información:

VISUAL	74%
AUDITIVO	68%
TACTIL	71%



De los resultados obtenidos se infiere que:

- Su estilo de aprendizaje está en correspondencia con la carrera de ingeniería a estudiar, pues los ingenieros se caracterizan por ser pragmáticos y reflexivos, pues buscan la aplicabilidad de sus conocimientos a hechos que puedan palpar, ver, sentir, que son útiles para la sociedad y para hacerlo analizan todas las posibilidades determinando ventajas y desventajas ante la toma de una decisión, son personas que siempre están optimizando los recursos del trabajo propios de su profesión.
- Si bien es cierto los ingenieros aprenden mejor por medio de la observación, se ha determinado que también adquieren información escuchando y palpando las cosas; lo cual también le confiere competitividad al ingeniero que percibe las cosas a través de los tres sentidos.
- Las actividades diseñadas para las clases como para el trabajo independiente del estudiante debe ser diseñadas tomando en consideración las características dominantes de sus formas de aprender; de esta manera se asegurará que el aprendizaje sea más efectivo.

ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE NIVEL 100 DE INGENIERIA

Analizar la posición que tienen los alumnos sobre la utilidad de los temas de matemáticas exigidos en el ingreso para las carreras de ingeniería que ofrece la ESPOL en el aprendizaje de la asignatura de Cálculo I, surgió debido a un problema que todos los semestres se manifiesta en esta materia en particular, y es el de tener altos índices de no aprobación. Este problema, según los expertos en la materia, es debido a que los alumnos no dominan los conocimientos de matemáticas como lógica matemática, expresiones algebraicas,

desigualdades, funciones, propiedades de las funciones en general y sobre todo de las logarítmicas, exponenciales y trigonométricas, planteo de problemas, geometría plana y del espacio, sistema de ecuaciones lineales y no lineales.

El Cuestionario utilizado se lo estructuró en cuatro partes, a saber:

- *Identificación del alumno*
- *Sobre el ingreso a la ESPOL*
- *Sobre el dominio de los temas de matemáticas*
- *Sobre Cálculo I*

Al procesar la información del cuestionario adjunto en el ANEXO 4, se obtuvieron 159 variables de las cuales 23 son nominales y 136 son ordinales y categorizadas en 5 escalas. El 95% de las variables son cualitativas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LA ENCUESTA

Del análisis univariado y bivariado, se obtuvo las siguientes conclusiones:

- La mayoría que ingresan a las carreras de ingeniería han cursado un solo curso prepolitécnico; hay que recordar que la mayoría de los estudiantes que optan por una carrera de ingeniería provienen de la especialidad de Físico Matemático, eso implica que ellos tienen ciertas habilidades del pensamiento lógico que les permiten adquirir nuevos conocimientos de una manera más significativa que aquellos que provienen de otras especialidades
- En las carreras de ingeniería hay más hombres que mujeres, es una tendencia normal a lo largo de la historia ya que este tipo de carreras se han identificado con profesiones inherentes al sexo masculino, es poco que la mujer se ha interesado por estudiar este tipo de profesión.
- Aprobar el examen de ingreso, se complica para muchos estudiantes que tienen pocas bases de las matemáticas exigidas para ingresar a la ESPOL, los pocos que ingresan provienen de colegios particular de gran prestigio por la calidad de la enseñanza que se imparte, donde sus programas de estudio cubren todos los temas de matemáticas de ingreso a la ESPOL.
- Las variables que miden el grado de conocimiento de lógica matemática, nos indica entre más se domine el álgebra de proposiciones menos dificultades tendrán los alumnos en utilizarlas y aplicarlas a la parte formal de las demostraciones de teoremas y propiedades relacionados con los temas de Matemáticas.
- A mayor desarrollo de la habilidad de aplicar los conocimientos teóricos en la resolución de problemas mayor es la habilidad que tienen los alumnos para relacionar información inherente al problema.
- Los alumnos que mayor dificultad tienen en aprobar una asignatura generalmente son los que han tenido dificultad en aprobar el curso de ingreso. Igualmente se nota el mismo tipo de correlación entre las veces que cursa el prepolitécnico con el dominio de resolver ecuaciones en general.
- Entre mayor desarrollo tengan los estudiantes en la habilidad de relacionar información para resolver problemas obtendrán mejores promedios en la asignatura de Cálculo I.
- El mayor desarrollo de la habilidad de aplicar la teoría a la práctica mayor habilidad tiene el estudiante para precisar conceptos.

- Los estudiantes que muestran activa participación en clases tiene mas desarrollada la habilidad de precisar conceptos.
- Entre mayor dominio el estudiante tenga de funciones y relaciones, menor dificultad tendrán en resolver ecuaciones del tipo logarítmica y exponencial.
- Desarrollar un alto dominio en expresiones algebraicas conllevar a un mayor dominio en el planteamiento y resolución de problemas.

EXAMEN CORRESPONDIENTE AL PRIMER APORTE DE MATEMATICAS DE INGENIERA CORRESPONDIENTE AL PREPO DE INVIERNO 2004

La influencia del sistema de tareas en el desarrollo de la habilidad de resolver problemas matemáticos, se la midió en base a los resultados obtenidos en la asignatura matemáticas del curso prepolitécnico de invierno 2004; cabe mencionar que en este curso se incorporó en el examen cuatro temas de desarrollo, en la que medían las habilidades de demostrar formalmente proposiciones verdaderas, de crear ejemplos para demostrar proposiciones falsas, de resolver problemas y la de construir gráficos a partir de sus reglas de correspondencia.

Calificar es un proceso complicado y a veces no tan objetivo, los resultados dependen de los criterios de calificación de cada profesor; con la finalidad de disminuir esta componente subjetiva, a todos los profesores se les proporcionó criterios claros de calificación

Para analizar la información, se comparó el paralelo M con el promedio general obtenido en el curso de invierno 2004; de tal forma que a través de los resultados obtenidos se puede apreciar la influencia de las tareas independientes como la metodología aplicada en clases en el desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDOS DEL ANALISIS DEL EXAMEN

- Observando la dispersión de notas, tomando en consideración el promedio y la desviación estándar, el paralelo M está ubicado en el segundo cuadrante; cuyo significado es que tiene un alto promedio y una baja desviación estándar, de ahí que las notas del curso están homogéneamente distribuido, que existe pocas diferencias entre las notas obtenidas por los estudiantes de este paralelo.
- Se observa que en las preguntas de V-F y de O-M, el promedio del paralelo M están sobre o coincide con el promedio general; esto demuestra que los alumnos de este paralelo tienen mejor desarrollada las habilidades específicas que miden el examen de matemáticas.
- De acuerdo al valor del coeficiente de confiabilidad obtenido en la prueba en general, indica que los resultados son confiables y que estos resultados se lo volvería a obtener si se los aplica a otro grupo que se encuentren bajo las mismas condiciones didácticas del grupo en estudio.
- Los alumnos del paralelo M tienen notas superiores al del promedio general en cuanto a los cuatro temas de desarrollo, lo cual demuestra que las habilidades desarrolladas por estos estudiantes son mejores que las del promedio en general. El tema 35 medía la

habilidad de determinar la validez de un razonamiento, para lo cual tenían que identificar parámetros de un razonamiento, traducir el razonamiento al lenguaje formal y aplicar algunas reglas de equivalencia e implicación lógica; el tema 36 tenían que demostrar formalmente la veracidad de una proposición, para ello tenían que aplicar definiciones involucradas con el álgebra de conjuntos como propiedades del álgebra proposicional.; mientras que el tema 37 evalúa la habilidad de proporcionar ejemplos para refutar una proposición, aquí los alumnos del paralelo M en los talleres realizados en clases tomando como referencia las tareas proporcionadas, tuvieron la posibilidad de trabajar con contraejemplos para demostrar la falsedad de proposiciones relacionadas con todos los temas cubiertos y correspondientes al programa del I aporte; y el tema 38 mide directamente la habilidad de modelar matemáticamente un problema y resolverlo; en este tema también se aprecia un mejor resultado por parte de los alumnos del paralelo M con respecto al promedio general.

- El desempeño de los alumnos del paralelo M en cuanto a los temas de desarrollo está por encima del promedio en general, lo cual demuestra que las habilidades de los alumnos de este paralelo están mejor desarrolladas que del promedio en general.
- Realizando el análisis de dispersión de comprueba que el paralelo M está ubicado en el segundo cuadrante, lo cual demuestra que estos alumnos tienen un alto promedio y una baja dispersión.
- El paralelo M está sobre el promedio en cuanto a los resultados obtenidos en la aplicación del examen del primer aporte; esto revela que la metodología aplicada en clases a los alumnos del paralelo M han ayudado a desarrollar habilidades que le permiten aplicar mejor los conceptos y propiedades de los temas de matemáticas en la resolución de los problemas del examen.
- El paralelo M se ubica en primer lugar en cuanto al resultado final, eso significa que en las lecciones han obtenido también muy buenos resultados, las lecciones contienen solo temas en las que se evalúa principalmente habilidades de aplicar conceptos y propiedades, aquí no se da lugar al acierto, sino que sus temas deben ser desarrollados y el proceso debe justificarse identificando el concepto o propiedad que se aplica en la resolución de los problemas.

REFERENCIAS

1. J. Valdiviezo, “Deficiencia en la habilidad de resolver problemas matemáticos”, (Tesis, Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas, ESPOL, 2005)
2. Kempa, R.F.: “Students’ learning difficulties in science. Causes and possible remedies”. Enseñanza de las ciencias, 9 (2), 1991.
3. O. Riverón, J. Martín, A. Gómez y C. Gómez, 2001. “Aprendizaje basado en problemas: una alternativa educativa”, documento html
4. O. González, “La formación de habilidades generales para la actividad de estudio.”,(CEPES. U. H. La Habana, 1989)
5. C. Acuña, 2001. “El proceso de solución de problemas”, documento html