

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) APLICADO A LAS  
ECUACIONES DIFERENCIALES  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN IPECNEX

RESUMEN

En busca de una alternativa metodológica y didáctica para la enseñanza de las Matemáticas, el grupo de investigación IPECNEX de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, escogió como objeto de su proyecto de investigación la aplicación del Aprendizaje Basado en problemas (ABP) en el aula de clase. El ABP se aplicó a un grupo de estudiantes de la asignatura Ecuaciones Diferenciales, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Ibagué. Esta selección obedece a las múltiples aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales en el campo de la Ingeniería. El objeto de investigación, pretendía valorar la incidencia del ABP como estrategia didáctica en la Enseñanza Aprendizaje; su resultado fue la comprobación del ABP como una herramienta didáctica, equivalente a la metodología tradicional empleada en el aula de clase.

ABSTRACT

The investigation group IPECNEX of Natural Science faculty and Mathematics in searching of methodological alternative and didactics for mathematics teaching, choose as an object of their investigation project the application of the learning based on problems (LBP ) in the classroom.

The LBP was applied to a group of students in the subject of Differential Equations of Engineering Faculty from Ibagué University. This selection is related to manifold applications of Differential Equations in the field of Engineering.

The purpose of investigation was value the incidence of LBP as an didactics strategy in the teaching-learning process.

With this research it was proved that LBP is a didactic tool equal the traditional methodology used in the classroom.

#### PALABRAS CLAVES

Aprendizaje basado en problemas, Didáctica, Diseño experimental, Aprendizaje significativo, Ecuaciones diferenciales.

#### KEY WORDS

Learning based on problems, Didactics, Experimental design, Significant learning, Differential Equations.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones de directivos y docentes de las instituciones educativas es encontrar estrategias metodológicas eficaces que faciliten el aprendizaje en los estudiantes, quienes tienen como tarea aprender, aplicar y retener los conocimientos que han sido orientados en las diferentes asignaturas. Se enfatiza que para ello se debe fomentar en el estudiante el autoaprendizaje y el trabajo independiente, más que la enseñanza tradicional. Estas consideraciones permitieron que se experimentara con el ABP en el área de Matemáticas, específicamente en un curso regular de Ecuaciones Diferenciales, orientado en el semestre B de 2006 en la Universidad de Ibagué.

El Aprendizaje basado en problemas, puede ser utilizado en la orientación de toda una asignatura o parte de ella, inclusive en el desarrollo de una unidad temática; la aplicación de esta estrategia se fundamenta en el diseño de un problema adecuado de tal forma que el estudiante profundice ciertos temas antes de intentar resolverlo. En el ABP, además de la adquisición del conocimiento, el estudiante aprende y desarrolla habilidades de pensamiento como son las de identificar, clasificar, extraer, analizar, sintetizar, emitir juicios, etc, que son tan importantes como la aprehensión del conocimiento. El método ha sufrido modificaciones desde su creación a la fecha y se adapta según el área de aplicación.

En esta investigación los problemas propuestos a los estudiantes, fueron los llamados estructurados; se denominan así porque el estudiante sabe lo que tiene que hacer para

resolverlos, en este caso, debían consultar las leyes físicas y conceptos geométricos que les permitieran plantear las Ecuaciones Diferenciales respectivas.

En este artículo se hace un resumen del marco teórico del ABP basado en diferentes autores. Se muestran los resultados, análisis y conclusiones de la aplicación del ABP a un grupo de estudiantes del núcleo de Ecuaciones Diferenciales de la Facultad de Ingeniería en la unidad de Aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales de primer orden.

## 2. OBJETIVOS

- OBJETIVO GENERAL

Explorar una alternativa metodológica a través del (ABP) que permita el aprendizaje significativo.

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Aplicar leyes físicas utilizando ecuaciones diferenciales teniendo en cuenta la alternativa metodológica del ABP.
- Implementar leyes físicas utilizando Ecuaciones Diferenciales (ED)

- Utilizar modelos matemáticos en situaciones del mundo real mediante las Ecuaciones Diferenciales.
- Aplicar técnicas estandarizadas en la solución de ED
- Determinar la incidencia del ABP en el rendimiento académico de los estudiantes.

### 3. MARCO TEÓRICO

El ABP es una técnica didáctica que se desarrolló y aplicó por primera vez en la Universidad de Case Western Reserve en los EE.UU. y en la Universidad de MacMaster en Canadá en la década de los 60's [A], [E], [C], [D], [H], [J], [K], [M], [N], [O], [P], [9], [Q], [R].

El Doctor Luis Branda médico Argentino, investigador invitado a fortalecer el desarrollo de la Facultad de Medicina de la Universidad de MacMaster Canadá, en su artículo "Aprendizaje Basado en Problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad", presenta el ABP como una estrategia de enseñanza aprendizaje, utilizada inclusive desde la antigüedad por autores como Arquímedes, y Amos Comenius. Ellos hacían referencia a esta metodología sin proponérselo: les planteaban a sus estudiantes problemas de aplicación de los temas vistos en clase y para su solución, necesitaban integrar diferentes áreas del conocimiento [D], [H], [13].

El ABP inicialmente se aplicó en la enseñanza y aprendizaje de áreas de la salud, con el objetivo de mejorar la calidad de la educación médica [8], [H], cambiando la orientación de un currículo que se basaba en una colección de temas y exposiciones del maestro, a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real y donde se integraron las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución a los problemas. La aplicación del ABP se ha extendido a otras áreas del conocimiento como la psicología, la ecología, el derecho, y ciencias administrativas, entre otras, donde se requiere de tiempo suficiente para resolver con éxito un problema [C], [D], [H]. En Colombia, existen tres instituciones que han trabajado en esta propuesta: la Universidad del Valle, la Universidad del Norte de Barrquilla y la Universidad de Antioquia, esta última con 10 años de experiencia en el enfoque didáctico del ABP en el área de la salud. Como lo plantea la revista Educación y Educadores, volumen 8 de la Universidad de la Sabana. Año 2005, [13].

Su aplicación se ha extendido por todo el mundo, sin embargo en el área de Matemáticas no se han encontrado trabajos de investigación [J], [L]. El ABP se fundamenta en varias corrientes pedagógicas, principalmente en el constructivismo, que ve el aprendizaje como un proceso en el cual el estudiante construye activamente nuevas ideas y conceptos basados en conocimientos presentes y pasados [7], [10].

De acuerdo con Jerome Bruner y otros constructivistas, el profesor actúa como un facilitador que provee al estudiante de instrumentos y elementos necesarios para el aprendizaje, lo anima a descubrir principios por sí mismo, a construir el conocimiento trabajando en la solución de problemas reales o simulados, normalmente en colaboración

con otros estudiantes. En el ABP, el docente presenta a un grupo pequeño un problema cuyo objetivo es el aprendizaje de una determinada unidad temática o de toda una asignatura y en la comprensión y búsqueda de la solución del problema el estudiante se enfrenta a muchas dificultades que debe sortear recopilando información, consultando textos, compañeros o docentes. En este proceso, además del aprendizaje del conocimiento de la asignatura, el estudiante adquiere habilidades en la solución de problemas, aprende a integrar los conocimientos, a trabajar en equipo y refuerza valores como la responsabilidad, y asume y define su propio conocimiento a través de la autoevaluación y la evaluación grupal [5], [3].

El profesor no es un observador pasivo, por el contrario, debe estar atento al proceso de aprendizaje, asegurándose que el grupo no pierda el objetivo trazado: orienta al estudiante para que identifique los temas que le sirven para solucionar el problema. Debe asegurarse que los estudiantes progresen hacia el logro de los objetivos del aprendizaje, y para ello realiza preguntas que fomenten el análisis y síntesis de la información además de la reflexión crítica de cada uno de los temas. El docente debe tener conocimiento de la asignatura, de los pasos necesarios para promover el ABP y dominar diferentes estrategias de trabajo grupal [4], [5].

Para introducir a los estudiantes en los problemas, estos deben tener en cuenta una serie de pasos que han sido resultado de la experiencia obtenida en las diferentes investigaciones realizadas con la estrategia de aprendizaje ABP ([G], [D], [4], [I]):

- *Leer y Analizar el problema.* El grupo de trabajo intenta comprender el problema.
- *Realizar una lluvia de ideas.* Los estudiantes crean hipótesis sobre las causas del problema y las posibles soluciones.
- *Hacer una lista del conocimiento previo.* El grupo de trabajo debe hacer un registro de aquello que conoce del problema.
- *Hacer una lista de lo que no se conoce.* El estudiante identifica lo que no sabe y lo que necesita saber para resolver el problema.
- *Aprender lo que se necesita saber para identificar el problema.* Se definen objetivos de aprendizaje nuevos, recursos de información y redistribución de tareas de consulta entre los integrantes del grupo.
- *Auto estudio, preparación y discusión en grupo del item anterior.*
- *Definir el problema.* El grupo se reúne para identificar lo que desean resolver o demostrar del problema.
- *Presentar resultados.* Los estudiantes evalúan el nuevo conocimiento obtenido, la solución dada y la efectividad del proceso.

La estrategia de Aprendizaje ABP, se caracteriza porque el estudiante adquiere una actitud positiva hacia el aprendizaje, estimula el trabajo en grupo y es responsable de su propio conocimiento; por su parte el maestro se convierte en facilitador, sugiere la integración diferentes disciplinas y el trabajo en pequeños grupos.

Teniendo en cuenta lo anterior y la aplicabilidad de la investigación cualitativa en el análisis de los datos obtenidos en la investigación se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), técnica estadística que sirve para decidir/determinar si las diferencias que



existen entre las medias de tres o más grupos (niveles de clasificación) son estadísticamente significativas. Las técnicas ANOVA se basan en la partición de la varianza para establecer si la varianza explicada por los grupos formados es suficientemente mayor que la varianza residual o no explicada. Además, la prueba de Fisher o F fue muy útil, debido a que es una prueba estadística que sirve para comparar varianzas; el estadístico F experimental es el estadístico de contraste en el ANOVA y otras pruebas de comparación de varianzas. Por último se usó la estimación de los datos a partir de la información de la estadística descriptiva obtenida, con el objetivo de conocer cómo es la población en forma global.

#### 4. METODOLOGÍA

En el diseño de la investigación, la población que se tomó para el estudio fue un grupo de estudiantes pertenecientes al núcleo de Ecuaciones Diferenciales que contaba con cuarenta y cinco estudiantes de los programas de Ingenierías Industrial, Mecánica y Electrónica. Se escogió una variedad de problemas de aplicación a las leyes de Kirchoff, la Ley de Enfriamiento de Newton, la Ley de Hooke y Trayectorias Ortogonales que fueron entregados a cada uno de los grupos experimentales, incluyendo el grupo testigo. Los tratamientos correspondieron a cada uno de los programas académicos. La unidad experimental estaba conformada por cuatro estudiantes con calificaciones de excelentes, buenas, regulares y deficientes y se implementaron tres réplicas en bloques al azar para eliminar las variables exógenas. A cada unidad experimental se le dio asesoría y se le suministró bibliografía.

A éstos grupos de trabajo, se les solicitó llevar un cuaderno de notas de investigación o bitácora de actividades, en donde consignaron el estado del trabajo, las consultas realizadas (biblioteca, internet, consulta a expertos), las dificultades encontradas, los avances y logros realizados en la solución del problema. Una vez presentados y analizados los trabajos de los Estudiantes se evidenció lo siguiente:

1. Todos los grupos presentaron dificultades al inicio, ya que no sabían cómo asumir el reto de solucionar el problema planteado.
2. A pesar de conocer el material bibliográfico básico para la realización del trabajo, hubo dificultades por parte de los integrantes para hacer uso adecuado de la información.
3. Al solicitar la asesoría a los expertos, los estudiantes no sabían lo que deseaban consultar.
4. Posteriormente, empieza a evidenciarse que los integrantes de los diferentes grupos deciden repartirse el trabajo y las responsabilidades entre cada uno de ellos, de acuerdo con sus fortalezas o como estrategia para solucionar el problema planteado.
5. Después de repartir responsabilidades, los estudiantes afirman que presentan dificultades en saber compartir la información, que cada uno de ellos posee o ha obtenido.

6. Dos grupos escriben en sus cuadernos de notas asegurando que logran obtener avances, mejorar la interacción con los expertos y avanzar rápidamente en el desarrollo y solución del problema.

7. Un grupo no presenta avances pero al finalizar entregaron un informe sin los resultados esperados.

8. Un grupo logra resultados, pero declaran no estar satisfechos con éstos, pues consideran que no tuvieron el tiempo suficiente para resolverlos ya que no están acostumbrados a esta estrategia de aprendizaje.

9. Un grupo logra el resultado esperado, pero afirma que lo obtuvo gracias a la ayuda de los expertos y a la forma como fueron planteadas las preguntas en el problema original.

10. Uno de los grupos afirma que encontró una de las soluciones y el resultado esperado siguiendo los pasos de otro problema similar que encontraron al propuesto.

Con base en lo observado durante el proceso de solución del problema y en los informes presentados por los grupos, se concluye:

1. Todos los grupos presentaron dificultades al iniciar el proceso, debido a que se repartieron tareas y no supieron trabajar en equipo.

2. Al iniciar el desarrollo de los problemas, existieron dificultades para consultar, identificar los temas pertinentes, organizar la información encontrada y formular hipótesis.
3. Los estudiantes trataron de resolver el problema con los conocimientos previos que poseían.
4. Los integrantes de los diferentes grupos presentaron dificultades al compartir la información.

Como aspectos positivos se encontraron los siguientes:

1. Los integrantes de la mayoría de los grupos mostraron interés por el área específica.
2. Los estudiantes declararon haber mejorado sus hábitos de estudio.
3. Mediante la comparación entre modelos de problemas solucionados y el problema por resolver, los estudiantes encontraron la solución.

Finalmente los estudiantes presentaron una prueba escrita. Con el promedio de las calificaciones de cada una de las unidades experimentales se efectuó el procesamiento de la información y se plantearon las hipótesis:

$$H_0: 9.86=8.98=9.43=11.40; H_A: 9.86 \neq 8.98 \neq 9.43 \neq 11.40$$

$$H_0: 3,79 = 3,28; \quad H_A: 3.79 \neq 3,28$$

$$H_0: 3,79 = 3,28; \quad H_A: 3.79 \neq 3,28$$

$$H_{o2} : 3,28 = 2,99; \quad H_{A2} : 3,28 \neq 2,99$$

$$H_{o3} : 2,99 = 3,14; \quad H_{A3} : 2,99 \neq 3,14$$

En el análisis estadístico se hizo homogenización de varianzas, análisis ANOVA, pruebas de Fisher (F) y diferencias mínimas significativas (MDS), empleando los niveles universales de confianza del 95% y 99%, con el fin de establecer si el ABP incide en el aprendizaje. El análisis ANOVA utiliza la estadística de prueba F; si el valor de F es muy cercano a la unidad, se concluye que no hay diferencias significativas entre las medias. Un valor de F excesivamente grande refleja desigualdad de las medias y en consecuencia la prueba ANOVA es de cola derecha. Se usa el método ANOVA para llegar a la conclusión de que hay suficientes indicios para rechazar o no la afirmación de que las medias de población son iguales, pero no podemos concluir que alguna media en particular es diferente de las otras.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes de Ecuaciones Diferenciales de los programas de Ingeniería que emplearon el aprendizaje basado en problemas como método de estudio, se consignaron en el cuadro 1. Es de anotar que el promedio mas alto correspondió al grupo control o tradicional, seguido en su orden por los programas de Ingeniería Industrial, Mecánica y Electrónica a quienes se les aplicó el ABP (Cuadro 1). En la figura 1 se observa que el grupo control es el más regular, porque su gráfica es una

recta sin picos y la pendiente es casi cero. Este comportamiento indica que las calificaciones en éste grupo son homogéneas.

Con el fin de establecer si el ABP incide en el aprendizaje, se realizó el análisis ANOVA con niveles universales del 95% y 99%, encontrándose que el valor calculado de F (3,367095) está por debajo del valor teórico (4,0661803) Esto implica que F está en la zona de aceptación, admitiendo la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alterna; por tanto no hay diferencia significativa entre los programas, ni de éstos con el grupo control. (Cuadro 3). En el cuadro 1 los promedios son iguales estadísticamente y se consideran dentro del rango de aprobados; la diferencia que se observa se debe al error de muestreo.

Al observar las varianzas de incidencia del ABP en el aprendizaje, se establece que los grupos correspondientes a los programas de Ingeniería Industrial y Electrónica tienen varianzas iguales (estadísticamente no presentan diferencias significativas), siendo éstas las más altas. (Cuadro 2). El grupo control interdisciplinario, fue el que presentó mayor homogeneidad seguido por los programas de Ingeniería Mecánica y Electrónica. Es de anotar que la varianza entre Industrial y Electrónica no es representativa (Cuadro 2).

De igual forma, al aplicar la prueba de diferencia de medias (t-Students), los valores calculados estuvieron por debajo del punto crítico, es decir, se rechaza la hipótesis alterna se acepta la nula y la diferencia es no-significativa entre ellas. (Cuadro 4).

## 6. CONCLUSIONES

Los promedios correspondientes a los grupos donde se aplicó el ABP no presentan diferencia significativa con el grupo control, considerando que se puede aplicar como una alternativa de herramienta didáctica.

Los grupos a quienes se les aplicó el ABP, adquirieron el conocimiento obteniendo calificaciones de aprobado en la unidad sobre Aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales de primer orden. Éstos resultados permitirían pensar que el ABP es una estrategia de enseñanza-aprendizaje pertinente.

Los grupos más homogéneos en cuanto a rendimiento académico fueron el grupo control y el grupo de Ingeniería Mecánica. En el grupo control se eliminó todo ruido, lo que implica que el trabajo fue bien diseñado, resultando una confiabilidad del 99,7%.

En los grupos donde se aplicó el ABP, el que mejor respondió y se adaptó a ésta metodología fue el de Ingeniería Industrial. En general se observa resistencia al cambio, debido a que los estudiantes están acostumbrados a la enseñanza tradicional y ésta estrategia pedagógica requiere de más trabajo por parte del estudiante.

El ABP es una estrategia pedagógica que puede ser implementada por los docentes para fomentar en los estudiantes el auto-aprendizaje, el trabajo en equipo y la creación de mejores hábitos de estudio.

Ésta investigación proporciona fundamentos para continuar aplicando la propuesta de la aplicación del ABP en el área de matemáticas a través del tiempo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Albanese, M; Mitchell, S (1993). Problem-based learning: A review of the literature, its outcomes and implementation issues, *Academic Medicine* , 68 (1), 52-81.
2. Allen, Deborah E. Teaching with s can undergraduates effectively guide student problem based learning groups?
3. Benor, D.E. (1983). An alternative non brunerian approach to problem based learning, Israel, Ben Gurion University.
4. Berner, E (1984). Paradigms and problem - solving: A literature review. In: *Journal of Medical Education*, vol 59.
5. Bruner, J. (1973). *The Relevance of Education*, New York, W W. Norton & Company, Inc.
6. Daniell, T. and Hadgraft, Problem based learning in hydrology, water resources, management and environmental engineering.
7. Duch, B., Gron S., Allen, D (2001). *The power of problem - based learning. A practical “how to “ for teaching undergraduate courses en any discipline*, University of Delaware.



8. Feuerwerker, L (2002). Alem Do Discurso De mundanca na Educacao Médica, Rio de janeiro, Associacao Brasileira de Educacao Medica.
9. Majmutov M. I. (1933). La enseñanza problémica.. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
10. Martínez N. L. y Cravioto A, (2002). El aprendizaje basado en problemas, México, Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM, vol 45, No. 4.
11. Nerici, I. (1985). Metodología de la enseñanza. México. Editorial Kapeluz, 4<sup>a</sup>. Ed.
12. Norman, G. R. et. al. (1992). The psychological basis of problem based learning: A review of the evidence, In: Academic Medicine, vol 67. No. 9.
13. Restrepo B. et. al. (2000). Aprendizaje basado en problemas: Formación de profesionales de la salud. Imprenta Universidad de Antioquia, Medellín..

## 8. CIBERGRAFÍA

- A. Allen, Deborah E. Teaching wit's can undergraduates effectively guide student problem based learning groups? <http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-bisc.html>. Center for Teaching Effectiveness University of Delaware.
- B. Burch, Kurt PBL and the Lively Classroom Political Science & International Relations. <http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-posc.html>.
- C. Kurt Burch. (January 1995). Political Science & International Relations. <http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-posc.html> PBL and the Lively Classroom. [A Newsletter of the Center for Teaching Effectiveness.](#)

- D. Cleary, Ted. Problem Based Learning in a Large Teaching Format.  
[http://www.adelaide.edu.au/clpd/resources/leap/case\\_studies/pbl.html](http://www.adelaide.edu.au/clpd/resources/leap/case_studies/pbl.html).
- E. Morales, Patricia y Landa, Victoria. Aprendizaje Basado en Problemas.  
[http://www.usal.es/~ofeees/NUEVAS\\_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf](http://www.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/13.pdf). Revista  
Theoria, Vol 13 – 2004. Pontifica Universidad Católica del Perú. Departamento de  
Ciencias.
- F. Problem-Based Learning and Engineering Education. Monash University in  
Melbourne, Australia. <http://www.dlswb.rmit.edu.au/eng/beng0001/PBL-LIST/papers.htm>.
- G. Center for Teaching Effectiveness University of Delaware.  
<http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>.
- H. Leap into Problem Based Learning.  
<http://www.adelaide.edu.au/clpd/resources/leap/leapinto/ProblemBasedLearning.pdf>
- I. Fundación W.K.Kellog (1998). Manual de Evaluación, Battle Creek, Mi., W.K.  
Kellog Foundation. <http://chemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>.- problem based  
learning, especially in the context of large classes.
- J. [http://platea.pntic.mec.es/~jescuder/prob\\_int.htm#1](http://platea.pntic.mec.es/~jescuder/prob_int.htm#1). Resolución de problemas y  
cómo abordarlos.
- K. [http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista\\_2/articulos\\_html/febles.htm](http://www.cecam.sld.cu/pages/rcim/revista_2/articulos_html/febles.htm).  
Utilización del aprendizaje basado en problemas bajo la óptica de la inteligencia  
artificial.
- L. <http://www.divulgamat.net/weborriak/Cuentos/PabloPotter.asp> Centro Virtual de La  
Divulgación de las Matemáticas.

- M. <http://www.pucp.edu.pe/eventos/congresos/pbl2006abp/e02.htm>.  
<http://www.pucp.edu.pe/eventos/congresos/pbl2006abp/talleres.htm>. Aprendizaje Basado en Problemas Universidad Católica de Perú. Congreso Internacional PBL 2006. ABP.
- N. <http://www.udel.edu./pbl/>. Aprendizaje Basado en Problemas Universidad de Delaware en Estados Unidos de América.
- O. <http://cursosts.sistema.itesm.mx/home.nsf> Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica.
- P. <http://pbl.stanford.edu/> (Problem, Project, Product, Process, People-Based Learning). Aprendizaje basado en problemas.
- Q. <http://www.fv.ulpgc.es/ficheros/abpmonterrey.pdf> Las Estrategias y Técnicas Didácticas en el Rediseño. El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica.
- R. Boletín informativo del rediseño. Ejemplos de ABP, cómo lo aplican.  
[http://www.itesm.mx/va/dide/red/3/ejemplos\\_abp.html](http://www.itesm.mx/va/dide/red/3/ejemplos_abp.html)

## 9. AUTORES

NYCKYIRET FLÓREZ BARRETO

Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad del Tolima, Especialista en Docencia Universitaria y Especialista en Matemática Avanzada de la Universidad de Ibagué y la Universidad de las Villas Cuba, profesora de Tiempo Completo de la Universidad de Ibagué, Directora del grupo de Investigación IPECNEX.

MYRIAM CECILIA GUERRERO PAVA

Matemática de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Matemática Avanzada de la misma Universidad, profesora de medio tiempo de la Universidad de Ibagué.

MARIA CARMENZA DÍAZ MARTÍNEZ

Ingeniero Agrónomo, Especialista en Estadística Aplicada, Consultora y asesora en procesos de investigación y desarrollo en las áreas de diseño de experimentos, producción agropecuaria, social y económica, docente en pregrado y pos grado de la Universidad de Ibagué.

CARLOS EDUARDO BELTRÁN REYES

Master en Ciencias y Matemáticas de la Universidad de Heidelberg, Master en Administración de la UNAB y el TEC de Monterrey, profesor de tiempo completo de la Universidad de Ibagué.

## 10. ANEXOS

Cuadro 1. Estudiantes de ingeniería del núcleo Ecuaciones Diferenciales según la calificación obtenida en actividades con la aplicación del aprendizaje basado en problemas

<b>PROGRAMA S</b>	<b>RÉPLICAS</b>			<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
Industrial	3.20	3.76	2.90	9.86	3.28
Electrónica	2.50	3.33	3.15	8.98	2.99
Mecánica	3.23	3.30	2.90	9.43	3.14
Control	3.86	3.78	3.76	11.40	3.80
<b>TOTAL</b>	<b>12.79</b>	<b>14.17</b>	<b>12.71</b>	<b>39.67</b>	<b>3.30</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.19</b>	<b>3.54</b>	<b>3.17</b>	<b>3.30</b>	

Cuadro 2. Resumen calificaciones del núcleo Ecuaciones Diferenciales con la aplicación del modelo de aprendizaje basado en problemas ABP. Estudiantes de ingeniería. Universidad de Ibagué

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Industrial	3	9,86	3,2866	0,1905
Electrónica	3	8,98	2,9933	0,1906
Mecánica	3	9,43	3,1433	0,0456
Control	3	11,38	3,7933	0,0033

Cuadro 3. Análisis de varianza de calificaciones del núcleo Ecuaciones Diferenciales obtenida con la modelo del aprendizaje basado en problemas ABP. Estudiantes de ingeniería. Universidad de Ibagué.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre programas	1,08622	3	0,362075	3,367095	0,07537704	4,066180 3
Error	0,86027	8	0,10753333			

Total	1,94649	11				
-------	---------	----	--	--	--	--

Cuadro 4. Prueba MDS de calificaciones del curso Ecuaciones Diferenciales obtenida con la aplicación del aprendizaje basado en problemas ABP. Estudiantes de Ingeniería. Universidad de Ibagué. Semestre B de 2006.

	<i>Control</i>	<i>Mecánica</i>	<i>Industrial</i>	<i>Electrónica</i>
Media	3,7933	3,0100	3,2866	2,9933
Varianza	0,0033	0,0363	0,1905	0,1408
Observaciones	3	3	3	3
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	0
Grados de libertad	4	4	4	4
Estadístico t	1,0631	1,4091	1,3140	1,3155
P(T<=t) una cola	0,1008	0,2057	0,3820	0,3865
Valor crítico de t (una cola)	2,3108	2,4649	2,3184	2,3533
P(T<=t) dos colas	0,3476	0,4114	0,7640	0,7730
Valor crítico de t (dos colas)	2,7764	2,5086	2,7753	3,1824

Figura 1. Distribución de estudiantes de ingeniería del núcleo Ecuaciones Diferenciales según la calificación obtenida con la aplicación del aprendizaje basado en problemas.

Universidad de Ibagué. A –2006.

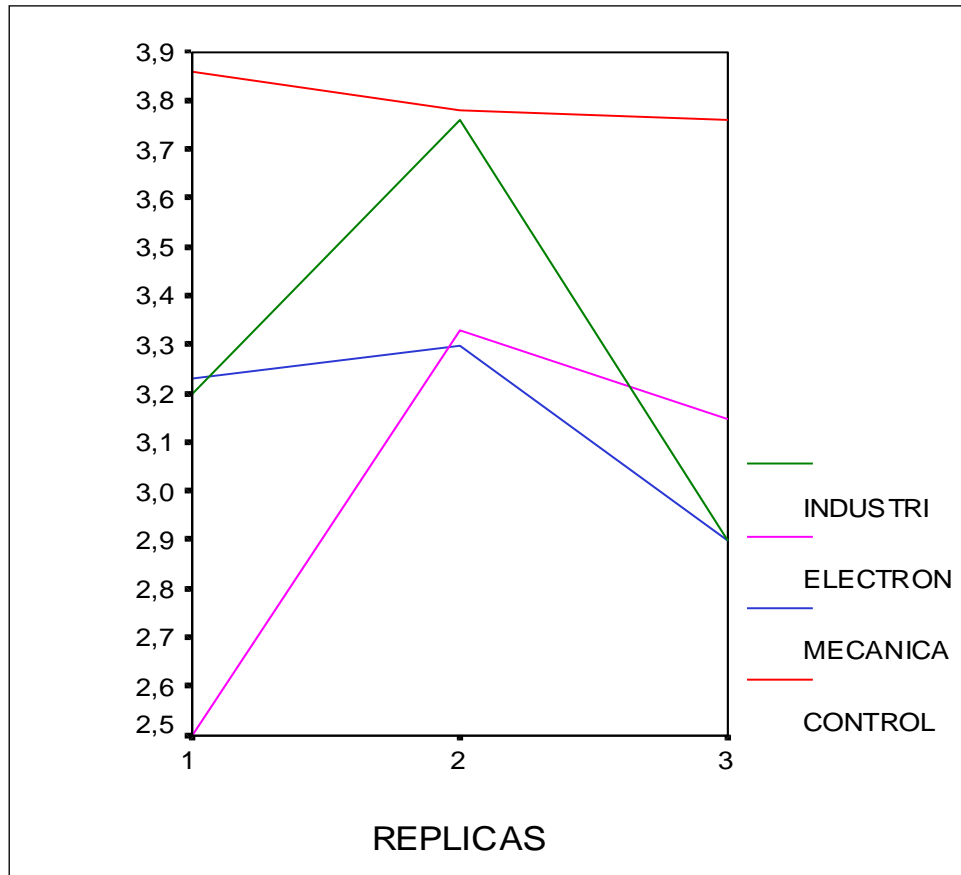




Figura 2. Análisis de Fisher del rendimiento de los estudiantes de ecuaciones diferenciales con ABP. Universidad de Ibagué. A –2006.

