
PO 27. UNA EXPERIENCIA EN UN CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES**Jorge H. Figueroa**

Profesor asistente

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Profesor asistente (hora cátedra)

Universidad del Valle

lugepesa@javerianacali.edu.co

RESUMEN: Este es un artículo de reflexión no derivado de una investigación, sino de la experiencia del trabajo en un curso de ecuaciones diferenciales en la Universidad del Valle sede Buga. Se presentan algunas reflexiones sobre las implicaciones que tiene el cambio en la metodología de la clase tanto para los estudiantes, como para el profesor al pasar de un discurso expositivo, a otro donde los estudiantes participan más activamente.

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad del Valle cuenta actualmente con nueve sedes regionales: Buenaventura, Buga, Caicedonia, Cartago, Cerrito, Palmira, Tuluá, Norte del Cauca, Zarzal. Estas iniciaron sus programas de formación el 20 de Octubre de 1986⁶⁰. La mayoría de los profesores en las sedes regionales provenían de la ciudad de Cali, y eran profesores de la Universidad del Valle. Las clases tenían horarios los fines de semana y en las noches, generalmente en sesiones de tres o cuatro horas dependiendo del curso.

Trabajé como profesor de matemáticas los fines de semana en la sede regional de Buga⁶¹, en el programa de Ingeniería Industrial en los cursos de cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo de varias variables y ecuaciones diferenciales durante los años 1992-2008. En el segundo semestre del año 1998, escogí el curso de ecuaciones diferenciales (ver programa en el anexo 1) para tratar de implementar “una metodología diferente”. Una de las razones para escoger este curso, se basó en que había trabajado con estos alumnos los tres semestres anteriores en los cursos: cálculo

⁶⁰ En principio se crearon las sedes regionales de Buenaventura, Buga, Caicedonia, Palmira, Sevilla, Tuluá y

Zarzal.

⁶¹ La sede Buga cuenta actualmente con los programas de: Administración de Empresas, Contaduría

Pública, Historia, Ingeniería Industrial, Psicología, Tecnología en sistemas de información y Tecnología en

Electrónica.

diferencial, cálculo integral y cálculo de varias variables y, de alguna forma, “conocía” su proceso en los cursos de matemáticas. La idea que tenía para desarrollar el curso no era muy novedosa, quería que los estudiantes “leyeran” el tema antes de la clase y así, el día de la clase, motivarlos y comprometerlos a participar y preguntar, para romper en cierta medida la monotonía de la “dictadura de clase” o clase expositiva cuyo discurso era de carácter expositivo. Mi intención no era tan ambiciosa como lo planteado por González (2002)

“Es el estudiante el que debe enfrentarse, sin intermediarios, al material de estudio que representa, para él, conocimiento nuevo. El estudiante, así, estará ejerciendo su autonomía para aprender, la cual le será tan necesaria cuando, más adelante, quiera aprender cosas por sí mismo. El estudiante estará aprendiendo a aprender”.

En cuanto a enfrentarse sin intermediarios, ya que consideraba que el intermediario podría ser el profesor, otro compañero, etc.

La idea de “una metodología diferente” estaba de acuerdo con lo que cita Salemi (2007)

“Psicólogos de la educación y especialistas en la enseñanza tales como Bonwell y Eison (1991) y Johnson, Johnson y Smith (1991) convienen en la importancia de involucrar de forma activa a los estudiantes en el proceso educativo”.

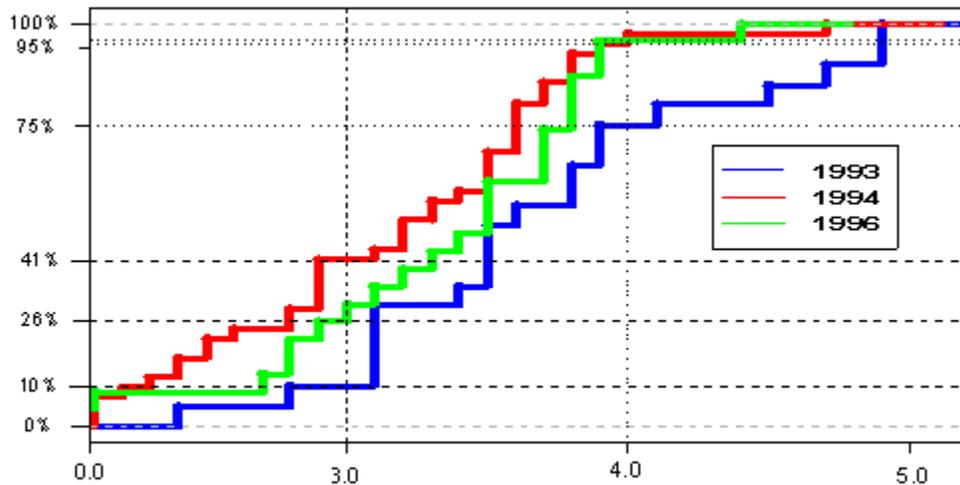
2. EXPERIENCIA CON LA METODOLOGÍA DE CLASE EXPOSITIVA EN EL CURSO DE ECUACIONES DIFERENCIALES

Metodología de clase expositiva en este texto, se refiere a la forma como desarrollaba la clase en el curso de ecuaciones diferenciales entre los años 1993 – 1996. La clase comenzaba con una introducción donde se planteaba la situación problemática que se quería resolver. Después venía el desarrollo de la clase donde se daban las definiciones de los conceptos, los teoremas, se realizaba las demostraciones y se ilustraba con ejemplos y contraejemplos. Finalmente se proponían ejercicios de “práctica” algunos algorítmicos y otros de análisis para que los estudiantes los resolvieran bajo la supervisión del profesor. Después de la clase el estudiante debería hacer el “refuerzo”, este consistía en resolver unos ejercicios que el profesor asignaba de la bibliografía propuesta en el programa del curso. De acuerdo con Peltier, citado por Moreno y Azcárate (2003),

“...este es un estilo denominado dogmático o magisterial, centrado en el contenido cuyo objetivo es dar y comunicar un saber a los estudiantes. En este modelo el profesor adquiere un papel muy activo y el estudiante es un receptor pasivo de unos conocimientos, presentados por el profesor, completamente acabados y construidos.”

El curso se evaluaba con dos exámenes parciales cuyo valor de la nota final era 30% cada examen, y un examen final cuyo porcentaje de la nota final era 40%.

A continuación se presenta una gráfica donde aparece el rango de las notas⁶² y porcentajes en el curso de Ecuaciones Diferenciales, obtenidas por los estudiantes durante los años 1993-1996.



Gráfica 1. Porcentajes de notas durante los años 1993-1996.

Fuente: Secretaría académica. Construcción propia.

En el eje horizontal se encuentra el rango de notas y en el eje vertical el porcentaje obtenido en cada año. Así por ejemplo para el año 1993 (color azul), el 10% de los estudiantes obtuvieron una nota menor que 3.0 y el 75% obtuvo una nota menor que 4.0. El mayor porcentaje de fracaso se presentó en el año 1994 con un 41%.

3. EXPERIENCIA CON “UNA METODOLOGÍA DIFERENTE”

Antes de comenzar el semestre, socialicé la idea de cambiar la metodología de la clase expositiva con la Decana y el Director del programa de Ingeniería Industrial y manifestaron estar de acuerdo con el cambio.

En lo primero que pensé para tratar de implementar “una metodología diferente”, fue escribir una guía de trabajo con varias preguntas para cada clase. Esperaba que los estudiantes “leyeran” el tema propuesto en el libro de texto guía ecuaciones diferenciales (Zill, 1988) antes de la clase y contestaran las preguntas para que de alguna manera fueran elaborando su propio “texto”. En las preguntas se pedía que escribieran lo que comprendían por un determinado concepto, que compararan un ejemplo del texto con un ejercicio de la guía, que determinaran si un ejercicio dado

⁶² La Universidad del Valle usa la escala de notas de 0.0 a 5.0, se aprueba con 3.0.

cumplía las hipótesis de un teorema, etc. A continuación se muestran algunas preguntas de la primera guía (ver anexo 2).

- ¿Qué entiende por ecuación diferencial?
- De las siguientes expresiones:

$$a) \frac{dp}{dt} = 0$$

$$b) x^2 + y^2 = 5$$

$$c) yy' = yx - 1$$

$$d) udx - xdu = \sqrt{u^2 + x^2} du$$

$$e) f(t) + \int_0^t (t - \tau)f(\tau)d\tau = t$$

$$f) u_{tt} = cu_{xx}$$

¿Cuáles son ecuaciones diferenciales?

- Determine si cada una de las siguientes ecuaciones diferenciales tiene una solución real:

$$a) \left| \frac{dx}{dt} \right| + |x| + 1 = 0 \quad b) \left| \frac{dy}{dx} \right| + |y| = 0 \quad (\text{Sugerencia: Revise el ejemplo 3, página 5}).$$

Cuando comencé a escribir la primera guía, me surgieron muchos interrogantes y temores, es decir comenzaron a rondarme muchos “fantasmas”:

¿Vale la pena escribir las guías?

¿Los estudiantes resolverán las guías?

¿Si no les explico comprenderán el tema?

Alarcón y Zabala (2010) mencionan que no hay una implementación masiva de estrategias en los cursos, quizá por que los maestros nos hemos formado con aprendizaje tradicional y por lo mismo nos cuesta trabajo enseñar de una manera en la que no lo hemos experimentado anteriormente.

Moreno y Azcárate (2003) mencionan que para algunos profesores universitarios, sus conocimientos sobre enseñanza y aprendizaje son subjetivos y están relacionados con las creencias, al respecto señalan:

“...las creencias sobre enseñanza incluirían aquello que el profesor considera que significa enseñar, cómo enseñar, incluyendo el papel del profesor, la metodología de enseñanza, los recursos, etc. Finalmente, las creencias sobre el aprendizaje empleados se relacionan con las ideas que tiene el profesor sobre los estudiantes, cómo aprenden, sus posibilidades y capacidades de razonar e investigar, la capacidad creativa de los estudiantes, la autonomía e independencia para descubrir nuevos conceptos etc. ...” (p. 267)

Uzuriaga y Martínez (2008) consideran que cuando se decide elaborar un material como soporte didáctico tanto para la guía del profesor como para el aprendizaje del alumno, es necesario resolver varios interrogantes, tales como: ¿Qué habilidades deben desarrollar los estudiantes?,

¿Qué tipo de pensamiento se va a privilegiar, ¿las actividades que se proponen son ejercicios, problemas o ejemplos?, ¿cuál es el fundamento pedagógico en el que se soportará el trabajo?, entre muchos otros interrogantes que pueden surgir.

Para mi tranquilidad respecto a la pregunta ¿los estudiantes resolverán las guías?, tomé la decisión de cambiar la forma tradicional de evaluar el curso y propuse una “nueva evaluación”, que consistía en lo siguiente, cada sesión de clase tendría un examen de control y el promedio de éstas notas tendría un valor del 50% de la nota final, el restante 50% de la nota final comprendería dos exámenes parciales de igual valor⁶³. La idea de la “nueva evaluación” con la misma intención que Romero y Pérez (2009) cuando manifiestan:

“nos gustaría incidir en la importancia de trabajar con nuestros estudiantes la visión de la evaluación, no como un instrumento sancionador o reconocedor del éxito sino, fundamentalmente, como una herramienta informativa y orientadora hacia la mejora del aprendizaje”. (p. 101)

Pero los “fantasmas” me seguían rondando...

¿Con la “nueva evaluación” y la “metodología diferente” mejoraran los resultados del grupo?

Un temor que tenía es que fuera a suceder lo que Gallego y Nevot, citado en Santaolalla (2009)

“En el ámbito de las matemáticas, es muy posible que los alumnos que obtienen notas más altas en matemáticas las consigan porque se les está enseñando en la forma que mejor va con su estilo peculiar. Y si los profesores de matemáticas cambiaran sus estrategias instructivas para acomodarlas a los estilos de los alumnos con calificaciones más bajas, es muy probable que disminuyera el número de éstos.” (p. 9)

¿Me pasará lo que cita Gómez (1995)?

“ - De 30 se me rajaron 25 en el examen - dijo el profesor

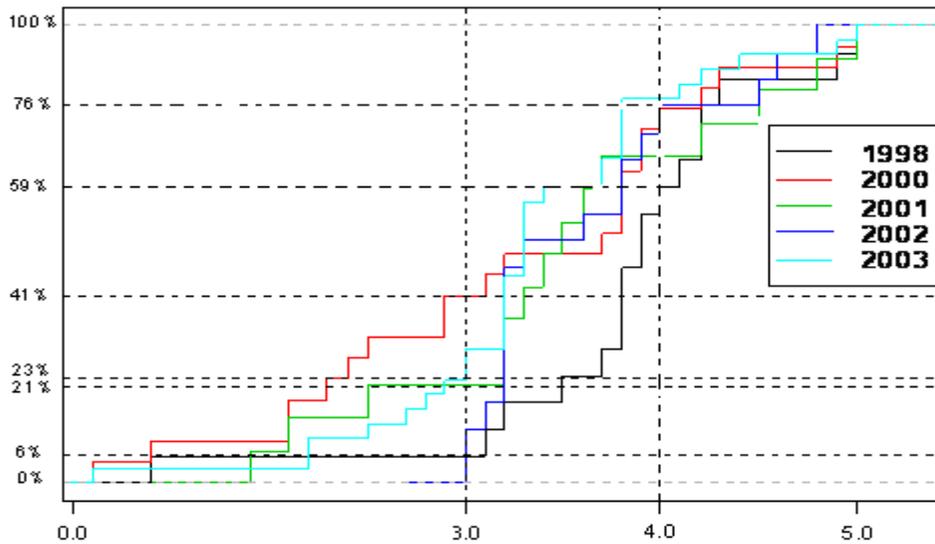
- No, se rajaron 26, usted incluido – le respondió el director. “

Se inició el semestre y en la primera clase les expliqué a los estudiantes “la metodología diferente” que seguiríamos. Como era de esperarse, muchos de los estudiantes me dijeron que porque no se

⁶³ La propuesta para cambiar los porcentajes en la evaluación se consultó con la decana y el director del programa de ingeniería industrial y ambos estuvieron de acuerdo. Para esa fecha yo coordinaba el área de matemáticas en la sede de Buga.

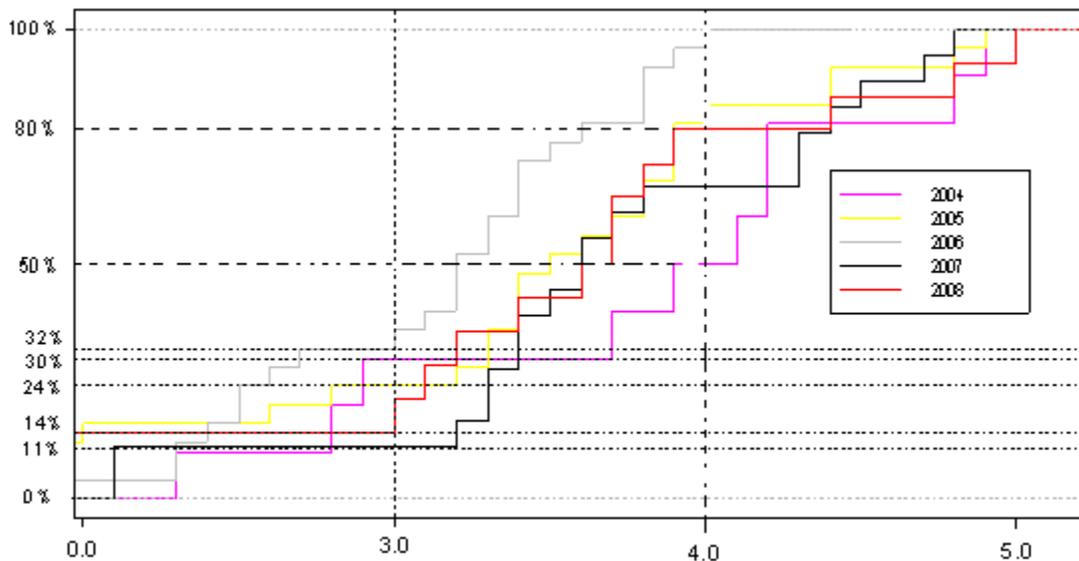
seguía la metodología de los semestres anteriores, y que si antes, cuando les explicaba a veces tenían dificultades y problemas, no se imaginaban como sería ahora que no les iba a explicar nada. Finalmente, se implementó la “metodología diferente” sin tener del todo claro cuál sería el comportamiento de los estudiantes y la dinámica que tomaría la clase.

A continuación se presenta una gráfica donde aparece el rango de las notas y porcentajes en el curso de Ecuaciones Diferenciales, obtenidas por los estudiantes durante los años 1998 - 2008.



Gráfica 2. Porcentajes de notas durante los años 1998 - 2003.

Fuente: Secretaría académica. Construcción propia.



Gráfica 3. Porcentajes de notas durante los años 2004 - 2008.

Fuente: Secretaría académica. Construcción propia.

Se observa que para el año 2000, el 41% de los estudiantes obtuvieron una nota menor que 3.0 (ver gráfica 2). En el año 2004 el 50% de los estudiantes obtuvo una nota menor que 4.0 (ver gráfica 3). Si se observan las gráficas 1, 2 y 3 hay un incremento del porcentaje en el rango de notas de 4.0 a 5.0 en las tablas 2 y 3.

4. UNA SESIÓN DE CLASE Y ALGUNOS COMENTARIOS

El curso se desarrollaba durante 16 sesiones, una por semana y su duración era de cuatro horas. La clase tenía dos momentos. El primero una “puesta en común” del contenido de la guía sobre aquellos puntos que presentaban problema, interpretación del algún concepto no comprendido, solución de un ejercicio particularmente difícil; también se evaluaba la guía en aspectos como: cantidad de temas, secuencia, pertinencia de ejercicios propuestos y el grado de dificultad. El tiempo empleado en este primer momento era de aproximadamente dos horas y luego se tomaba un descanso de 20 minutos.

El segundo momento estaba destinado para realizar un examen de control y consistía en una prueba escrita de dos o tres preguntas dependiendo del tema, cuya duración oscilaba entre 50 minutos y una hora. El resto del tiempo se empleaba en resolver y discutir el examen de control. Generalmente para la solución del examen de control se postulaban varios estudiantes.

- Un aspecto que llamó mi atención fue la distribución de los estudiantes en el salón de clase en pequeños grupos, y al preguntarles por qué lo hacían, me contestaron que se habían reunido durante la semana para preparar el tema de la guía. Este tipo de trabajo, iniciado por los alumnos fue importante porque era un inicio de lo que Zañartu (2003) llama el aprendizaje colaborativo.

“El aprendizaje se produce en la intervención entre dos y más, mediado por un intercambio de opiniones y puntos de vista. La importancia de esta interacción no es la cantidad de intercambios e intervenciones que se produzcan, sino el grado de influencia que tiene la interacción en el proceso cognitivo y de aprendizaje del compañero. En síntesis se aprende de la reflexión común, del intercambio de ideas, del analizar entre dos y más un tema común, a través de lo cual se obtiene un resultado enriquecido...”

Johnson (1993), citado por Zañartu (2003) destaca que el aprendizaje colaborativo aumenta la seguridad en si mismo, incentiva el desarrollo del pensamiento crítico, fortalece el sentimiento de solidaridad y respeto mutuo, a la vez que disminuye los sentimientos de aislamiento.

El trabajar en grupo también favorece el aprendizaje activo, Salemi (2007) afirma:

“En el aprendizaje activo los estudiantes se dan cuenta también de que personas diferentes abordan las tareas de forma distinta y desde perspectivas diferentes. Interactuando con sus compañeros, aprenden a manejarse en el mundo en el que se moverán una vez hayan dejado la universidad, donde encontrarán frecuentemente una diversidad de opiniones y argumentos con los que no estarán de acuerdo.”

Durante el espacio de la clase dedicado a la “puesta en común”, fue fundamental la participación de los grupos tanto para corregir ejercicios, como también para aclarar dudas sobre conceptos, ya que cada grupo proponía algún tipo de solución.

- Respecto a la pregunta ¿vale la pena escribir las guías?, manifiesto que me sorprendió la manera como trabajaron los estudiantes en la preparación de la guía fuera de clase, pero también hubo estudiantes que se limitaban a copiar el trabajo de otros. En “la puesta en común” la participación de los estudiantes fue buena y hubo diálogo entre ellos y dialogo con el profesor, y no como en la “metodología de clase expositiva” en la que el dialogo era en una sola dirección, profesor-estudiante. De cierta forma se dio un cambio en las relaciones profesor-estudiantes, estudiantes-estudiantes y estudiantes-profesor. Este es otro aspecto que favorece el aprendizaje.
- Me costó mucho trabajo, privarme “del placer de explicar” en las primeras clases en el momento de “la puesta en común”, pero a medida que pasó el tiempo ya me fui acostumbrando. Considero que los estudiantes se adaptaron más fácil al cambio de metodología.
- Acerca de la “nueva evaluación” con los exámenes de control en cada clase, a la mayoría de los estudiantes les pareció adecuada y manifestaron:

Como nos toca preparar el tema antes de la clase, y con eso de los exámenes de control ya sabemos como vamos en el curso y nos preparamos para el parcial

Estas opiniones están en el mismo orden de ideas con una experiencia de *aprendizaje desarrollador* de Uzuriaga y Acosta (2008) en álgebra lineal, en el que una de sus conclusiones fue:

“Este proceso también le ha permitido al estudiante adquirir seguridad y confianza para presentar las evaluaciones, puesto que de antemano conoce los tipos de preguntas que pueden surgir y asimismo ha aclarado las dudas

que le hubieran surgido durante el desarrollo de los talleres o de la interacción con sus compañeros y profesores.”

El tipo de pregunta de los exámenes de control y del parcial que se hicieron a los estudiantes en las evaluaciones, fueron muy similares a la preguntas que se hacían con la metodología de clase expositiva, y además sacadas de los mismos textos.

- Con “la metodología diferente” aproximadamente un 10% de los estudiantes no se sentían cómodos y cancelaban el curso, algunos matriculaban el curso en otra sede. Los estudiantes que terminaban el curso y no aprobaban, generalmente tomaban el curso de verano en la sede Palmira o en Cali y siempre aprobaban.
- La preparación de la guía y la revisión de los exámenes de control demandó bastante trabajo para el docente.

5. CONCLUSIONES

- Para implementar un cambio en un curso usando alguna estrategia es fundamental contar con el apoyo de la institución.
- Implementar “una metodología diferente” en un curso puede contribuir a “conocer” mejor a los estudiantes, haciendo que el grupo no sea un conjunto más de personas (alumnos), sino como un equipo de individualidades, con sus preguntas, aportes, inquietudes, motivaciones y otras características que identifican a cada alumno⁶⁴.
- La modificación de los métodos tradicionales de enseñanza no es un proceso inmediato. El cambio es continuo y requiere una reflexión de las concepciones pedagógicas sobre el conocimiento, la enseñanza y la educación que tiene cada profesor. Cada profesor debe ser capaz de diseñar y adoptar el método que mejor se ajuste a sus condiciones particulares.⁶⁵
- El cambio de metodología del discurso expositivo en el curso de Ecuaciones Diferenciales en la Universidad del Valle sede Buga, muestra que aún se sigue presentando el fenómeno del fracaso académico, y que con este cambio se presentó un aumento en el porcentaje de los estudiantes en el rango más alto de notas comprendido entre 4.0 y 5.0.

La reflexión final de esta experiencia es que aunque la actitud del estudiante cambió y que de alguna forma se motivó, sigue la dificultad en el aprendizaje. El problema podría estar en lo que

⁶⁴ Uzuriaga y Acosta (2008)

⁶⁵ Caro y Reyes (2003) p. 54

“trae” el estudiante, los esquemas que tiene y la forma en que se enfrenta para resolver la guía. Una manera de mejorar la anterior metodología de las guías podría ser, plantearle situaciones al estudiante de tal manera que baya desarrollando la guía primero con preguntas que lo “acerquen” al tema que plantea el autor en el texto y luego con preguntas referentes a los temas propios del contenido de ecuaciones diferenciales.

*Mientras que un educador no puede revolucionar la academia por sí solo, cada uno de nosotros sí puede mejorar su propia práctica*⁶⁶

Referencias

1. Alarcón, H. y Zabala, G. (2010). Conocimiento en Línea – El aprendizaje activo de la física. Disponible: www.conocimientoenlinea.com/content/view/50/ Alarcón, H. y Zabala, G. y En contraposición al método tradicional El aprendizaje activo de la física.
2. Caro, S. S y Reyes, O. J.C (2003). “Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en ingeniería civil”. *Revista de ingeniería*. 18. Pp. 48-55-
3. Gallego, D. J. y Nevot, A. (2008). “Los Estilos de Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas”. *Revista Complutense de Educación*, Vol. 19, Núm. 1, p. 95 - 112.
4. González, J. H. (2002). *De la clase magistral ... al aprendizaje activo*. Cartilla Docente, Universidad Icesi. Segunda edición.
5. Moreno, M. y Azcárate, C. (2003). “Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales”. *Enseñanza de las ciencias*, 21.2, pp. 265-280.
6. Peltier, M.L. (1993). Una visión general de la didáctica de las matemáticas en Francia. *Educación Matemática*, 5 (2), pp. 4 – 10.
7. Romero, A. M y Pérez, F.M (2009). “Cómo motivar a aprender en la universidad: Una estrategia fundamental contra el fracaso académico en los nuevos modelos educativos”. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 51 .pp. 87-105.
8. Salemi, M.K. (2007). “Defensa del aprendizaje activo mediante un ejemplo”. *Revista Asturiana de Economía- RAE* N° 38.
9. Santaolalla, E. (2009). “Matemáticas y estilos de aprendizaje”. *Revista Estilos de Aprendizaje*, Vol 4.España.
10. Uzuriaga, L. V y Martínez, A.A (2008). Un soporte didáctico para la enseñanza_ aprendizaje del álgebra lineal. Ponencia. Segundo encuentro regional de la enseñanza de las ciencias exactas y de la tierra. UCPR.

⁶⁶ Postman y Weingartner, citado por González(2002) p.121

11. Zañartu, C. L. M. (2003). "Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de Diálogo Interpersonal y en Red". Disponible en: <http://contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm>
12. Zill, D. G. (1988). Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica. Segunda Edición.

ANEXO 1 (Programa del curso Ecuaciones Diferenciales)

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE BUGA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ESTADÍSTICA

Asignatura:	ECUACIONES DIFERENCIALES		
Código:	111049M		
Prerrequisitos:	CÁLCULO III (111052M)		
Créditos:	3		
Habilitable:	SI	Validable SI	
Intensidad Horaria:	4 Horas / Semana		
Profesor:	Jorge Hernando Figueroa Jiménez		

SESIÓN	TEMARIO
1	Nociones fundamentales. Variables separables.
2	Ecuaciones exactas .Factores integrantes.
3	Ecuaciones homogéneas. Ecuaciones lineales
4	Ecuación de Bernoulli. Ecuación de Clairaut. Trayectorias ortogonales.
5	Leyes de crecimiento y decrecimiento. Problemas en mecánica. Problemas de mezclas.
6	Ecuaciones reducibles a primer orden. Teoremas básicos de ecuaciones diferenciales lineales.
7	Solución fundamental de ecuaciones lineales homogéneas y no homogéneas.
8	Reducción de orden. Método de coeficientes indeterminados.
9	Primer parcial
10	Variación de parámetros. Ecuaciones de Cauchy-Euler.
11	Vibraciones mecánicas y movimiento armónico simple. Movimiento oscilatorio amortiguado. Oscilaciones forzadas.
12	Solución en serie de potencias en torno a puntos ordinarios y a puntos singulares
13	El método de Frobenius. Ecuaciones de Bessel y de Legendre

14	Definición y propiedades elementales de la transformada de Laplace. Transformada inversa. Teoremas de traslación
15	Transformada de derivadas e integrales. Derivación e integración de transformadas.
16	Transformada de funciones periódicas. Solución de problemas de valores iniciales.

EVALUACIÓN

2 Parciales: 50% (1parcial: 25 %, segundo parcial 25 %)

14 Exámenes de control: 50 %

Opcional 1: 50 % ; Opcional 2: 50 %

Habilitación 100 %.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zill Dennis G. Cullen Michael R. Matemáticas avanzadas para ingeniería, Vol.1 Ecuaciones Diferenciales. Tercera edición. McGraw-Hill. 2008.
2. Edwards, Henry. Penney, David. Ecuaciones Diferenciales. Prentice Hall, México, 2001
3. Boice, W. Diprima R. Ecuaciones Diferenciales y problemas con valores en la Frontera. Limusa Wiley. Cuarta edición. 2004
4. Tagle. Safle. Snider. Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera. Pearson Educación, México, 2001.

ANEXO 2 (Primera guía)

Universidad del Valle

Sede-Buga

Ingeniería Industrial

ECUACIONES DIFERENCIALES

Guía No. 1

Leer del texto "Ecuaciones diferenciales de Zill" las páginas: 1 - 9, 32 - 34, 36 - 41 y contestar las siguientes preguntas:

1. a) ¿Qué entiende por ecuación diferencial?
- b) De las siguientes expresiones:

i) $\frac{dp}{dt} = 0$

ii) $x^2 + y^2 = 5$

iii) $yy' = yx - 1$

iv) $udx - xdu = \sqrt{u^2 + x^2} du$

v) $f(t) + \int_0^t (t - \tau)f(\tau)d\tau = t$

vi) $u_{tt} = cu_{xx}$

¿Cuáles son ecuaciones diferenciales?

2. Determine si cada una de las siguientes ecuaciones diferenciales tiene una solución real:

a) $\left|\frac{dx}{dt}\right| + |x| + 1 = 0$ b) $\left|\frac{dy}{dx}\right| + |y| = 0$ (Sugerencia: Revise el ejemplo 3 página 5).

3. Clasifique las ecuaciones diferenciales de los ejercicios 1, 4, 9, 24 y 43 de las páginas 9-11.

4. En los ejercicios 18, 25 y 39 se dan ecuaciones diferenciales junto con una relación. Verifique que cada

relación es solución de la ecuación diferencial dada.

¿Cuáles de las relaciones determinan soluciones *implícitas*?

5.a) Demuestre que $y = \left(\frac{4}{5}x + c\right)^{\frac{5}{4}} + 1$ y $y = 1$ son soluciones de la ecuación diferencial

$$y' = (y - 1)^{\frac{1}{5}}. \quad (I) \quad 67$$

b) Demuestre que existen al menos dos soluciones de (I) por cada punto (x_0, y_0) con $y_0 = 1$.

c) Bosqueje, en la misma gráfica, varias soluciones de (I), incluyendo $y = 1$.

d) Observe que $f(x, y) = (y - 1)^{\frac{1}{5}}$ es continua en todas partes.

¿Por qué este hecho y **b)** no son una contradicción al teorema de existencia y unicidad?

6. Resuelva cada una de las siguientes ecuaciones e interprete geoméricamente:

a) $\frac{dy}{dx} = y$, $y(0) = 1$. **b)** $\frac{dy}{dx} = e^y$, $y(1) = 0$. **c)** $\frac{dy}{dx} = \sec y$, $y(0) = 0$. 68

(Sugerencia: Escriba cada ecuación diferencial en términos de dx/dy en vez de dy/dx)

⁶⁷ Tomado del texto, Introducción a las Ecuaciones Diferenciales con problemas de valor de Frontera. Stephen L.

Campbell y Richard Haberman. McGraw-HILL. 1997

⁶⁸ Tomado del texto Ecuaciones Diferenciales Aplicadas. Murray R. Spiegel. Prentice – Hall. 1983.