


**DISEÑO DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA DIDÁCTICA PARA  
CONTRIBUIR A MEJORAR LA ENSEÑANZA DE CALCULO EN CARRERAS  
DE INGENIERÍA UTILIZANDO HERRAMIENTAS DEL ABP**

**Tesis para optar al grado de Especialista en Pedagogía**

**ELIZABETH FERNANDEZ ACOSTA**

**MAESTRO TUTOR: María Victoria Cortés Heredia**

**ESPECIALIZACIÓN EN PEDAGOGÍA  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL DE COLOMBIA  
BOGOTÁ, 2013**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesionales</small>	<i>FORMATO</i>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 87	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Diseño de una propuesta metodológica didáctica para contribuir a mejorar la enseñanza de Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP
<b>Autor(es)</b>	Fernández Acosta, Elizabeth
<b>Director</b>	Cortés Heredia, María Victoria
<b>Publicación</b>	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional ,2013. 87 páginas
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	Didáctica, Enseñanza del Cálculo, Universidad, Aprendizaje basado en problemas ABP

<b>2. Descripción</b>
<p>Trabajo de grado que se propone para presentar el diseño de una propuesta metodológica didáctica, que pueda ser usada por docentes universitarios en carreras de Ingeniería, y ser incluida en los diseños didácticos para el desarrollo de la cátedra de Cálculo en las universidades. De ese modo aportar una alternativa que contribuya a enriquecer el proceso de enseñanza del Cálculo en carreras de Ingeniería desde un acercamiento a la metodología del aprendizaje basado en problemas ABP.</p> <p>Las asesorías particulares son una alternativa que buscan los estudiantes de los primeros semestres cuando se enfrentan a dificultades en el aprendizaje, y es esto lo que motiva ésta investigación, que se plantea ¿cómo ayudar a mejorar éste proceso de enseñanza de cálculo en carreras de ingeniería al interior del aula?, de modo que se dinamice el proceso de enseñanza – aprendizaje, y que facilite el aprendizaje por parte del estudiante desde su trabajo en el aula, y bajo la orientación del docente universitario.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIGGS .JOHN, BURVILLE BIGGS, JOHN. (2006) <b>Calidad del aprendizaje universitario.</b> 2da edición, NACEA, S.A. DE EDICIONES. Madrid España</li> </ul>

- COMITÉ LATINOAMERICANO DE MATEMÁTICA EDUCATIVA. **Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa.** Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Vol. 12, Núm. 3, noviembre, 2009, pp. 355-382. México <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/335/33511859004.pdf>
- DÍAZ M. MUÑOZ, J. A. **Pedagogía, Discurso y Poder.** Bogotá. Corprod
- FONSECA A. GUILLERMO. (2010) **La didáctica y su relación con el saber que circula en la clase.** Julio de 2010
- FONSECA AMAYA, GUILLERMO.( 2012) **la didáctica una posibilidad para comprender la práctica pedagógica.** Docente catedrático, Departamento de Postgrado- Especialización en Pedagogía. Universidad Pedagógica Nacional Noviembre de 2012
- GODINO, JUAN D. **Hacia una teoría de la didáctica.** [Consulta: Noviembre 2012] <http://www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/view/426/424>
- LUCIO, RICARDO. 1989. **Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: diferencias y relaciones.** Revista de la Universidad de La Salle. Julio. Año XI No 17.
- MORENO MORENO, MARÍA DEL MAR. **El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros.** Investigación Departamento de Matemática (UdL) [http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005EI\\_SEIEM\\_81.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005EI_SEIEM_81.pdf)
- SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). **Aprendizaje Basado en Problemas.** Universidad Politécnica de Madrid 2008

#### 4. Contenidos

El trabajo de investigación sugiere como objetivo general: Diseñar una propuesta metodológica didáctica para contribuir a mejorar la enseñanza del Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP

Para ello se plantea como objetivos específicos:

- Revisar desde la literatura los antecedentes y problemas en relación a la enseñanza de Cálculo en ambientes universitarios, en relación a las metodologías usadas y a las dificultades del aprendizaje del mismo en los programas de ingeniería.
- Identificar herramientas que permitan dinamizar los procesos en el aula, de modo que se favorezcan la atención, y el interés, con el objeto de hacer de la clase una experiencia significativa de aprendizaje.
- Diseñar una metodología didáctica que pueda incluirse en el diseño de unidades didácticas para la enseñanza de cálculo en las aulas universitarias.

Aborda desde la búsqueda de información temas en torno a: La enseñanza del Cálculo en ambientes universitarios, las dificultades en el aprendizaje de cálculo, La Didáctica:

Su naturaleza y objeto, Acerca de la didáctica general y las didácticas específicas, La Didáctica de las matemáticas como disciplina, Sobre la didáctica de las matemáticas, y El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), junto a sus Características principales.

### 5. Metodología

La metodología usada para el desarrollo del presente trabajo es del el tipo de investigación exploratoria.

Aunque es importante resaltar que al realizar un proceso de investigación dentro de un campo específico de conocimiento pueden incluirse otros tipos de estudio en las distintas etapas de su desarrollo, indicándose como un tipo de estudio exploratorio, pasando luego por etapas propias del estudio descriptivo y correlacional, y para finalmente terminar como un tipo de estudio explicativo, por ejemplo. Pero no es el caso para el presente trabajo, cuya metodología de la investigación por lo menos desde sus inicios corresponde a un estudio exploratorio hasta donde se presenta.

### 6. Conclusiones

En el presente proyecto se logro plantear una propuesta de metodología didáctica para contribuir a mejorar la metodología de la enseñanza de Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP, que puede introducirse en el diseño de unidades didácticas en ambientes universitarios.

Luego de realizar una revisión a partir de la literatura para reconocer algunos antecedentes y problemáticas en relación a la enseñanza de Cálculo en ambientes universitarios, especialmente a las metodologías usadas y a las dificultades del aprendizaje del mismo en carreras de Ingeniería, se reconoció la importancia de que el profesional que se desempeña como docente realice una reflexión en su práctica y considere la posibilidad de vincular herramientas que desde la pedagogía le permitan alcanzar un mejor desempeño para el desarrollo de sus clases, contribuyendo a mejorar sus procesos de enseñanza

Finalmente se realizó el diseño de una metodología para la didáctica de la enseñanza de cálculo en carreras de ingeniería que correspondía al objetivo principal del presente trabajo de investigación.

<b>Elaborado por:</b>	Fernández Acosta, Elizabeth
-----------------------	-----------------------------

<b>Revisado por:</b>	María Victoria Cortés Heredia
----------------------	-------------------------------

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	01	09	2013
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

TÍTULO .....	8
INTRODUCCIÓN .....	8

### CAPÍTULO I. PROBLEMATIZACIÓN

<b>1. PROBLEMATIZACIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	13
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
<b>2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	26
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>26</b>

### CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA

<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>28</b>
4.1. La enseñanza del Cálculo en Ingeniería .....	28
<b>4.2. Las dificultades en el aprendizaje de cálculo.....</b>	<b>28</b>
4.3. La Didáctica: Su naturaleza y objeto.....	30
<b>4.3.1. Acerca de la didáctica general y las didácticas específicas .....</b>	<b>36</b>

4.3.2. Sobre la Didáctica de las matemáticas como disciplina .....	39
<b>4.3. 3. la didáctica de las matemáticas .....</b>	<b>40</b>
4.3.4. Teoría de situaciones Didácticas: enseñanza – aprendizaje .....	41
<b>4.4. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) .....</b>	<b>43</b>
4.4.1. Características principales del método ABP .....	46
4.4.2. El método ABP contextualizado en ambientes Universitarios .....	47

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

<b>5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>54</b>
--	-----------

### **CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA**

<b>6. DISEÑO DE LA PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA.....</b>	<b>58</b>
6.1. Presentación .....	58
6.2. Desarrollo del diseño .....	59
6.2.1. Fase 1 “Técnicas de Estudio aplicadas para repaso de conceptos” .....	60
6.2.2. Fase 2 “Fuentes o recursos a usar” .....	62
6.2.3. Fase 3 “Trabajo en Equipo” .....	63
6.2.4. Fase 4 “Socialización de la apropiación teórica por parte de los estudiantes” .....	64
6.2.5 Fase 5 “Orientación por parte del Docente” .....	65
6.2.6. Fase 6 “Periodo de consolidación de conocimientos adquiridos” .....	67
6.2.7. Fase 7 “Momento de reforzar lo aprendido” .....	67
<b>6.3. Alcances esperados si se implementa la propuesta de la metodología didáctica .....</b>	<b>68</b>

<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE REFERENCIA.....</b>	<b>71</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>76</b>
<b>9.1. Programas curriculares .....</b>	<b>76</b>
<b>9.2. Análisis de una clase de cálculo en una clase de ingeniería .....</b>	<b>79</b>

## TÍTULO

# DISEÑO DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA DIDÁCTICA PARA CONTRIBUIR A MEJORAR LA ENSEÑANZA DE CALCULO EN CARRERAS DE INGENIERÍA UTILIZANDO HERRAMIENTAS DEL ABP

## INTRODUCCIÓN

*“Una cosa es saber, otra es enseñar”.*

Marco Tulio Cicerón<sup>1</sup>

El conocimiento es finalmente el resultado de construcciones que se hacen en torno a un tema luego de organizar, revisar, y/o seleccionar información que una vez validadas pueden apropiarse y quedar definidas en lo que se denominaría conocimientos. En la actualidad sabemos que gracias a la tecnología es posible tener acceso con facilidad a la información, pero a su vez es importante reconocer que los avances traen aparejados retos, y **“Los niños de hoy son probablemente la generación más sofisticada que jamás haya existido”**.<sup>2</sup>

*“... a los niños de hoy se los bombardea con experiencias, conocimiento e información. Creo que saben más cosas, pero que no necesariamente son más*

---

<sup>1</sup>Zuloaga, C. (2005). Enseñar y aprender. Bogotá, Colombia: Panamericana Editorial

<sup>2</sup>Extraído de: <http://www.rtve.es/television/20101213/crear-hoy-escuelas-manana/385896.shtml>



*sabios. No se han vuelto más sabios, pero sí están expuestos a más cosas y eso ha cambiado su perspectiva del mundo.*<sup>3</sup>

Hacia el 2010 Curtis W. Johnson<sup>4</sup> asesor en sistemas educativos se refiere al modelo que se sigue de la siguiente forma:

*“...el modelo vigente en el sector educativo está casi completamente desvinculado de la realidad del siglo XXI. Según el modelo que sigue siendo dominante en la mayoría de escuelas del mundo, al entrar en el aula casi parece que el conocimiento sea algo escaso, difícil, prácticamente imposible de obtener a no ser que tengamos a un adulto debidamente cualificado de pie frente a un grupo de jóvenes que le escuchen solícitos, dispuestos a anotar en sus cuadernos cualquier dato supuestamente de valor. ¡Pero los alumnos saben que no es así! ¡El conocimiento es ubicuo! ¡Pueden entrar en Google para buscar una respuesta y llegar a ella mucho más rápido que nadie en esta sala! ¡Hasta un chaval de 9 ó 10 años puede hacerlo! Es cierto que tal vez no tengan el criterio para saber cuáles son las cosas que merece la pena buscar, ni la sabiduría para valorar lo que encuentran, pero es evidente que pueden acceder al conocimiento; no tenemos que dárselo.”*

Aunque lo que plantea Curtis es quizás una realidad que se da en diferentes partes del mundo, es posible que no sólo se de al interior de la escuela, sino que se da también en algunos casos en la educación superior; por ello se hace necesario el reconocimiento del valor de la Pedagogía y de sus aportes en relación a los procesos educativos.

En el ámbito universitario y especialmente en carreras de ingeniería, el profesional que se desempeña como docente también precisa comprender y

---

<sup>3</sup> Extraído de: <http://www.rtve.es/television/20101213/crear-hoy-escuelas-manana/385896.shtml>

<sup>4</sup> Extraído de: <http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-manera-disruptiva-aprender/1144580/>

prepararse ante estos cambios, haciendo una reflexión en su práctica y vinculando herramientas que desde la pedagogía le permitan alcanzar un mejor desempeño para el desarrollo de sus clases.

Aunque el profesional que se desempeña como docente universitario debe tener el conocimiento de la materia que orienta, no se ha considerado tan importante sus conocimientos pedagógicos y/o el uso de sus herramientas para enriquecer sus procesos de enseñanza.

Es importante que el profesional que se desempeña como docente utilice recursos pedagógicos que permitan no solo mostrar conocimiento, sino que garanticen un adecuado proceso de acompañamiento en la tarea que emprende con el estudiante, para ayudarlo a construir conocimiento, cumpliendo así el papel del docente como orientador o facilitador de un adecuado proceso de aprensión de la información requerida para que se dé el aprendizaje.

La intención de este trabajo de investigación es la de proponer una metodología didáctica para contribuir a mejorar la enseñanza de Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP.

Teniendo en cuenta que en algunos casos, el profesional que se desempeña como docente universitario aunque posee conocimiento en las áreas que enseña, no se ha formado en el área de la pedagogía, menciona Paz. H. (2009) en relación a los efectos de la historia educativa colombiana sobre las prácticas pedagógicas actuales en ingeniería lo siguiente:

en la más tradicional de las posturas -cuyo foco es el saber- se plantea que el dominio del saber disciplinar en ingeniería y la experiencia

acumulada, por parte del Profesor, es suficiente para enseñar bien a los estudiantes y, por ende, generar aprendizajes; así mismo, la docencia de la ingeniería utiliza un saber ya establecido por otros (No utiliza directamente el saber producido por los investigadores, sino un saber intermediario que ha sido reformulado), en tanto que docente, debe manipular para enseñarlo, a fin de ponerlo en condiciones para ser aprendido por los alumnos respetando el programa oficial . Paz. H. (2009)

Si bien las matemáticas, y especialmente el cálculo presentan características especiales, que deben considerarse en el proceso de enseñanza, es posible recurrir a la Pedagogía y a la didáctica como aporte significativo para orientar el proceso de enseñanza.

Cabe recordar que *“La falta de claridad conceptual y práctica hace que los dominios de la educación, la pedagogía, la enseñanza y la didáctica respondan muchas veces a orientaciones diferentes, y contradictorias. Se desperdician esfuerzos, se anulan mutuamente adelantos prácticos y visiones teóricas importantes”*<sup>5</sup>

Entender el concepto o bien el dominio de la didáctica, es importante para apartarse de las expectativas que pueden transitar en el ámbito de lo irreal, o lo supuesto, cuando se buscan respuestas que orienten los procesos de enseñanza; y esta comprensión también se hace imprescindible para el docente universitario.

---

<sup>5</sup> Lucio, R. (1989, julio). Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: diferencias y relaciones. *Revista de la Universidad de La Salle*, 11, (17).

## **CAPÍTULO I. PROBLEMATIZACIÓN**

## 1. PROBLEMATIZACIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

En el proceso de enseñanza – aprendizaje del Cálculo se presentan múltiples dificultades.

*La enseñanza del cálculo constituye uno de los mayores desafíos de la educación actual, ya que su aprendizaje trae aparejado numerosas dificultades relacionadas con un pensamiento de orden superior en el que se encuentran implicados procesos tales como la abstracción, el análisis y la demostración.*

*A veces se supone que los alumnos fracasan por no llegar con una preparación adecuada, no saben álgebra, no conocen las propiedades de los números, las características de las desigualdades, no saben geometría, etc. Pero los alumnos pueden tener todos estos conocimientos y fracasar en el estudio del Cálculo.*

*Los conocimientos no se apilan unos encima de otros. Un aprendizaje significativo implica rupturas cognitivas, acomodaciones. La construcción del conocimiento no es un proceso continuo, surge de desequilibrios, rupturas con conocimientos anteriores, reconstrucciones.*

*Distintos filósofos y epistemólogos, como Popper, Bachelard, Russel y Lakatos, entre otros, se han preocupado por estudiar las condiciones que*

*posibilitan conocimientos erróneos así como el papel que desempeñan en el dominio y avance de la ciencia<sup>6</sup>*

En el trabajo de investigación “*Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza de cálculo dentro de una educación educativa*” realizado para la cátedra de Investigación en Matemática Educativa del Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey (ITSEM) por Salinas, Patricia y Alanís, Juan Antonio en el año 2009. Se reconoce que en torno a la enseñanza de cálculo se han realizado diversas investigaciones que intentan abordar la problemática que existe en el proceso de enseñanza – aprendizaje del cálculo.

*“Existe un gran número de investigaciones que abordan la problemática de la enseñanza y aprendizaje del Cálculo; Robert y Speer (2001) ofrecen una amplia revisión de los diferentes estudios a nivel mundial. A nuestra forma de ver, este desarrollo se justifica ante el esclarecimiento de un paradigma tradicional de enseñanza que deja mucho que desear en cuanto al aprendizaje: elevados índices de reprobación, aprendizaje sin comprensión y actitud negativa hacia el aprendizaje de las matemáticas son hechos que han sido reportados en los últimos treinta años con respecto a los cursos de Cálculo en el nivel medio superior y superior de educación.”<sup>7</sup>*

En éste trabajo los autores hacen una revisión de artículos en torno a las alternativas de enseñanza que proponen cambios, en algunos casos influyendo

---

<sup>6</sup> Vrancken, S., Gregorini, M.I., Engler, A., Müller, D., y Hecklein, M. (s.f.). *Dificultades relacionadas con el proceso de enseñanza y el aprendizaje del concepto de Límite*. Extraído el 10 de Septiembre de 2012 desde <http://www.soarem.org.ar/Documentos/29%20vrancken.pdf>

<sup>7</sup> Salinas, Patricia; Alanís, Juan Antonio. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Noviembre, 355-382. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33511859004>

sobre la forma de enseñar, y en otros reparando en el contenido que se enseña.

Los autores concluyen que recurrir a la historia de génesis del conocimiento del Cálculo es lo que ha permitido identificar el contenido matemático del currículo, siendo una variable que influye en la apropiación de nociones y procedimientos.

Entendiendo que es posible integrar el “que enseñar” al “cómo enseñar” y de esa forma dar un sentido didáctico a la presencia de la actividad matemática en el aula.

En el año 2007 se presentó un trabajo de investigación por Leopoldo Zúñiga Silva en México, cuyo título es *“El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo”*, éste se realizó teniendo presente que: *“Para atender la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en carreras profesionales de ingeniería es necesario construir propuestas sobre estructuras didácticas alternativas que posibiliten un mejor aprendizaje, que tenga significado en los procesos ingenieriles prácticos cercanos al interés de los estudiantes y donde el estudio del cálculo adquiera sentido”*.<sup>8</sup>

La intención del autor era realizar *un estudio cognitivo de carácter cualitativo* en relación al aprendizaje de los conceptos de función de dos variables y de derivada parcial, en el contexto de la ingeniería. Bajo la premisa de que *“en escenarios didácticos contextualizados se propicia un aprendizaje con*

---

<sup>8</sup> Zúñiga Silva, Leopoldo. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, marzo, 145-175. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33500107>

*significado para el estudiante, con sentido en el ámbito de su futura área profesional”.*

Como conclusión el autor, Zúñiga (2007) plantea que en aras de tal propósito, resulta indispensable indagar sobre el funcionamiento cognitivo de los estudiantes cuando se enfrentan a un escenario de aprendizaje del cálculo contextualizado en ingeniería, para tener elementos que den luz sobre la forma en que sucede el aprendizaje de nociones y conceptos matemáticos en ese tipo de escenarios.

Finalmente, a manera de reflexión general sobre el trabajo, el autor señala que constituye un esfuerzo por entender y explicar el funcionamiento cognitivo de estudiantes sujetos a una experiencia en el contexto de la ingeniería, considerando no sólo el aspecto mental operativo, sino también las funciones cognitivas subyacentes, que conforman los prerrequisitos básicos en el procesamiento de la información al resolver un problema posibilitó un análisis cognitivo más completo en las experiencias de aprendizaje realizadas. Y que se tiene la intención de que el cuerpo teórico utilizado en ese trabajo pueda ofrecer una opción en la matemática educativa para realizar estudios cognitivos sobre el aprendizaje de las matemáticas en contexto.



## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia no se sabe cuántas IES (Instituciones de Educación Superior) hay, según un informe presentado en febrero el 2009 en el que se informa que el Ministerio de Educación había reportado un total de 337 instituciones de educación superior, de las cuales 55 son seccionales, de las cuales no todas están operando y varias tienen seccionales y hasta regionales que operan como una IES pero que legalmente no aparecen registradas.<sup>9</sup>

De las IES que se encuentran reconocidas por el Ministerio de Educación Nacional, puede encontrarse un listado en orden alfabético tal y como las registra el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior en la página de El observatorio de la Universidad Colombiana<sup>10</sup> hay 117 en la ciudad de Bogotá.

Dentro de los programas ofrecidos por algunas de éstas instituciones en la formación de ingeniería, se incluye siempre en los primeros semestres la cátedra de cálculo, (ver anexo, algunos programas curriculares para programas de ingeniería en Bogotá) al ser considerada una de las ciencias básicas y necesarias en la formación de ingenieros, que permite adquirir las competencias y destrezas que definen de manera específica y esencial la formación en una disciplina o profesión tal como es el caso de las ingenierías.

En una revisión histórica y epistemológica sobre la enseñanza de la ingeniería en Colombia, realizada por Paz. H. (2009) se puede leer algunos de los

---

<sup>9</sup> Recuperado de:  
[http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=630:en-colombia-realmente-no-sabemos-cuantas-ies-tenemos&catid=2:informe-especial&Itemid=199](http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=630:en-colombia-realmente-no-sabemos-cuantas-ies-tenemos&catid=2:informe-especial&Itemid=199)

<sup>10</sup> Recuperado de:  
[http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=179](http://www.universidad.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=179)

enfoques pedagógicos predominantes junto a la tarea del maestro en la enseñanza y el rol del estudiante en el proceso de aprendizaje.

Así por ejemplo para el caso de la primera Escuela de Ingeniería fundada en Colombia, se tenía como enfoque pedagógico la transmisión expositiva del conocimiento, que correspondía a un modelo transmisionista que era llamado institucional. Bajo ésta directriz el maestro era el principal actor del proceso. (Paz. H. 2009)

De otro lado Paz. H (2009) cita para el caso de la Universidad Nacional, que en un principio la tarea del maestro se convirtió en un entrenador instructor que se dedicaba a la enseñanza de las técnicas; fundamentalmente como entrenamiento, auto entrenamiento para el manejo e instrumentos, herramientas, maquinarias, o cuando mucho para su arreglo, y por ejemplo en el caso de la Universidad de Antioquia se mantuvo el modelo educativo mecanicista y autoritario.

Desde la experiencia personal como estudiante de ingeniería en la Fundación Universidad de América puedo aportar que el proceso de enseñanza de Cálculo allí se da cuando el profesional que se desempeña como el docente hace una exposición teórica del tema a tratar, describiendo algunos ejemplos, y luego plantea la resolución de una serie de ejercicios, que se desarrollarán posteriormente por parte del estudiante, a fin presentar un trabajo o evaluación.

En una investigación desarrollada por (Tabares, J. y Londoño, B)<sup>11</sup>, encontraron que *“en las facultades de ingeniería colombiana se utilizan las siguientes metodologías de enseñanza, en orden descendente de énfasis: el método expositivo, la solución de problemas o tareas, proyectos o trabajos prácticos, uso de laboratorios, conferencias magistrales”*.

Citando un ejemplo, en el Departamento de Matemáticas de la Universidad Nacional

La Metodología de enseñanza de los cursos está a cargo de profesores de planta, Becarios Estudiantes Sobresalientes, Becarios Asistentes Docentes, Becarios Auxiliares Docentes y profesores ocasionales, y en general, se imparten en modalidad magistral consistente en un sistema integrado de conferencias teóricas, talleres y atención personalizada a los estudiantes. En una clase magistral el profesor desarrolla conceptos teóricos, ejemplos y ejercicios; propone talleres sobre los diferentes temas del programa de la asignatura, estos son listas de ejercicios que los alumnos deben realizar para un adecuado aprendizaje<sup>12</sup>.

Es importante tener presente que *“La clase magistral es el método normal de enseñanza cuando las clases son muy numerosas. Sus virtudes radican en la comunicación de a). Información, y b) las interpretaciones personales del*

---

<sup>11</sup> Tabares, J. y Londoño, Beatriz (s.f.) Propuesta para innovar en unas metodologías de enseñanza Universitaria. Recuperado el 28 de Mayo de 2013 de:

<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaecyp/article/viewFile/5651/5072>

<sup>12</sup> Recuperado el 26 de Mayo de 2013 de:

<http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/web/dependencia/?itpad=1254&niv=1&itact=1254&ti=true&dep=14>

profesor, pero que requiere una concentración que reduce drásticamente su valor si no se desarrolla adecuadamente”.<sup>13</sup>

Resulta pertinente preguntarse si podría mejorarse el desarrollo de la clase (en éste caso de Cálculo) en éstos ambientes universitarios especialmente en las carreras de ingeniería, teniendo en cuenta que en su mayoría los docentes encargados de dictar ésta cátedra, no tienen formación en pedagogía, pero que son profesionales de las mismas carreras, o afines, en las que ellos imparten la materia.

Aunque el docente (que en éste caso es el profesional), tiene la formación en una determinada disciplina o carrera, generalmente desconoce herramientas Pedagógicas que favorezcan y permitan un adecuado proceso de enseñanza lo que preocuparía especialmente a los conocedores de pedagogía.

*“En estas épocas donde se habla de currículos y metodologías de enseñanza más prácticas y amenas para el estudiante, Olga Zuloaga ve al profesor universitario lejos de la Pedagogía y la Didáctica, es decir, “falta una formación pedagógica integral”, señala con preocupación...*

*Hoy en día egresan profesionales de una Facultad y a los dos o tres semestres, sin recibir ningún tipo de formación pedagógica, dictan cátedra a las generaciones que vienen detrás de ellos; sobre este suceso la profesora Olga indica que “tal situación no debería permitirse, porque esas personas no siempre transmiten un saber; deberían prepararse*

---

<sup>13</sup> BIGGS .JOHN, BURVILLE BIGGS, JOHN. (2006) *Calidad del aprendizaje universitario*. 2da edición, NACEA, S.A. DE EDICIONES. Madrid España

*para ser docentes después de ser profesionales y aprender a enseñar los conocimientos que adquieren”.*<sup>14</sup>

Ante las dificultades del estudiante para aprender lo expuesto desde la clase recibida en el aula, suele desarrollar un trabajo autodidacta para el aprendizaje del Cálculo, o buscar asesorías en clases particulares para ser guiado en su proceso de aprendizaje,

“Este sistema tutorial se caracteriza por ser un sistema flexible; es una modalidad que permite acudir al tutor en momentos y lugares diferentes, dependiendo de las necesidades académicas del alumno; en este sentido la tutoría se reviste de informalidad” (Tabares, J. y Londoño, B)<sup>15</sup>

Desde estas tutorías también se reconocen herramientas que funcionan para ayudar al estudiante en su proceso de aprendizaje, y ese es el aporte personal que realizo en el presente proyecto considerando que la única labor docente que he realizado se enmarca en este tipo de asesorías.

El desempeño de la tutoría supone un compromiso con el trabajo docente. Antes de ser tutor, se es maestro. No obstante, para llegar a ser tutor se requiere de cualidades que se pueden ir formando y de la utilización y manejo apropiado de técnicas especiales así como de que se aproveche su experiencia personal y su conocimiento sobre asuntos

---

<sup>14</sup> Galeano Quiroz, Mauricio. *Especial para Universia Colombia, Olga Zuloaga (Pedagogía y Didáctica)*. diciembre 2007 (página 4 ) Consultado el 20 de Mayo de 2013 de: <http://especiales.universia.net.co/galeria-de-cientificos/ciencias-de-la-educacion/olga-zuloaga/pedagogia-y-dida.html>

<sup>15</sup> Tabares, J. y Londoño, Beatriz (s.f.) Propuesta para innovar en unas metodologías de enseñanza Universitaria. Recuperado el 28 de Mayo de 2013 de: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5651/5072>

básicos.

La mejor herramienta con la que cuenta el tutor para cumplir una función orientadora es la experiencia personal que logra a lo largo del tiempo y de su práctica profesional. Dicha experiencia proporciona formación e información indispensables para realizar un acompañamiento con mejores resultados. La experiencia lograda se comparte a la vez que se reflexiona e intercambia con otros colegas; por ejemplo: de las academias, en lo particular y del colectivo docente, buscando que la tutoría no sólo permita el crecimiento del alumno, sino también el de cada tutor.<sup>16</sup>

Desde lo expuesto anteriormente se aborda el interés del presente trabajo, para proponer una metodológica didáctica, que pueda ser usada por los docentes universitarios, y ser incluida en los diseños didácticos para la cátedra de cálculo en las universidades disminuyendo la necesidad de algunos estudiantes para buscar asesorías o tutorías particulares. Contribuyendo a enriquecer la enseñanza de cálculo en el aula.

### **1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo contribuir a mejorar la enseñanza de Cálculo en carreras de Ingeniería a través del diseño de una metodología didáctica que contemple los aportes del ABP?

---

<sup>16</sup> Alvarado N. M. (2011). *El aprendizaje y la Tutoría elementos clave del desempeño escolar de los universitarios*. Revista Educarnos. Recuperado el 30 de Mayo de 2013 de: <http://www.revistaeducarnos.com/art%C3%ADculos/educaci%C3%B3n/el-aprendizaje-y-la-tutor%C3%AD-elementos-clave-del-desempe%C3%B1o-escolar-de-los-universitarios>

## 2. JUSTIFICACIÓN

El ICFES en su programa “Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero” hizo una invitación a los docentes universitarios de ciencias hacia el año 2001, para reflexionar sobre las acciones que se deben emprender con el fin de fomentar una mejor práctica pedagógica en las instituciones universitarias.<sup>17</sup> Allí se detallaban las ideas relevantes que refieren la urgente necesidad que tiene el país de mejorar la práctica docente universitaria.

Debe tenerse presente que aunque la calidad de un programa académico depende, en gran medida, de sus docentes y de los métodos emprendidos en la enseñanza, también involucra el compromiso de los estudiantes frente a su formación, siendo una responsabilidad compartida, sobre todo si existe el propósito de construir modelos de enseñanza “centrados en el estudiante”, ya que esto requiere dirigir esfuerzos y alternativas que permitan movilizar los lugares que tradicionalmente han ocupado uno y otro<sup>18</sup>.

En la formación académica emergen dificultades que obstaculizan la comprensión en diferentes áreas del conocimiento, debido a diferentes variables que convergen y afectan a los protagonistas comprometidos en la labor pedagógica; entre otras, por los modelos vinculares que se establecen.

*“Al principio resultó simple pensar que con el conocimiento de la matemática y ciertas habilidades pedagógicas bastaban para ejercer la*

---

<sup>17</sup> ICFES (2001). *Portafolio de proyectos 2001*, Bogotá.

<sup>18</sup> Henao Galeano, C., Lerner Matiz, J., Gil Congote, L., & Esteban Duarte, P. (2012)

*práctica docente. Actualmente se reconoce que la problemática adquiere tintes muy particulares que conciernen a aspectos cognitivos (cómo se aprende), didácticos (cómo se enseña) y epistemológicos (cómo se concibe el saber a enseñar y aprender). Esto se sitúa en el entorno social que enmarca la interacción entre el contenido matemático, los estudiantes y el profesor (dónde se enseña-aprende).”*<sup>19</sup>

Esta propuesta surge de la necesidad de introducir cambios a través de una propuesta que dinamicen los procesos de enseñanza aprendizaje, sugiriendo una propuesta metodológica que pueda contribuir a mejorar la enseñanza de Cálculo (integral y diferencial), dentro de las aulas universitarias en los programas de ingeniería.

Si bien se han realizado estudios o propuestas referentes a la didáctica para la enseñanza del cálculo; es preciso aportar herramientas al profesional que se desempeña como docente en las carreras de ingeniería pero que carece de una formación pedagógica.

Una transformación importante a resolver es influir sobre la actitud docente, de modo que a través de la reflexión de su práctica, dinamice sus procesos desde las herramientas pedagógicas, en especial en la didáctica para transmitir de la mejor manera lo que pretende enseñar y a su vez despertar interés en el estudiante, para que sea activo en su proceso de aprendizaje, y que a su vez

---

<sup>19</sup> Salinas, P. & Alanís, J. A. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 12(3) 355-382. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33511859004>



pueda reconocer la calidad de lo aprendido en una clase Cálculo. También estaría bien reconocer lo que expuesto por Edgar Morín:

*“La transmisión necesita, evidentemente, de la competencia, pero también requiere, además, una técnica, un arte. Necesita lo que no está indicado en ningún manual, pero que Platón ya había señalado como condición indispensable de toda enseñanza: el eros, que es al mismo tiempo deseo, placer y amor, deseo y placer de transmitir, amor por el conocimiento y amor por los alumnos. El eros permite dominar el gozo ligado al poder, en beneficio del gozo ligado al don”<sup>20</sup>*

La importancia de introducir cambios al interior de las aulas es algo que viene considerándose seriamente en diferentes partes del mundo, y que debe considerarse en las aulas de ingeniería una vez que se reconoce el valor que la Pedagogía aporta para mejorar los procesos de enseñanza que están orientados por profesionales.

La parte innovadora del presente proyecto es precisamente proponer la inclusión de una metodología didáctica que permita mejorar el proceso de enseñanza del Cálculo en la universidad, especialmente en ingeniería.

La idea es proponer una innovación que pueda ser vista como “*innovación disruptiva*”<sup>21</sup>, que pueda llegar a producir un cambio que rompe con el modelo anterior, en éste caso el modelo usado tradicionalmente en el aula.

Los beneficios que se pueden obtener de la propuesta didáctica tienen que ver con brindar en los estudiantes alternativas para construir su propio conocimiento bajo la orientación del docente que se esmera por ayudarle en

---

<sup>20</sup> Henao Galeano, C., Lerner Matiz, J., Gil Congote, L., & Esteban Duarte, P. (2012)

<sup>21</sup> Término propuesto por Clayton Christensen, en su libro “The innovators dilemma” en 1997

ese proceso; despertando su interés y entusiasmo, por ser partícipe en su proceso de aprendizaje.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta metodológica didáctica para contribuir a mejorar la enseñanza del Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Revisar desde la literatura los antecedentes y problemas en relación a la enseñanza de Cálculo en ambientes universitarios, en relación a las metodologías usadas y a las dificultades del aprendizaje del mismo en los programas de ingeniería.
- Identificar herramientas que permitan dinamizar los procesos en el aula, de modo que se favorezcan la atención, y el interés, con el objeto de hacer de la clase una experiencia significativa de aprendizaje.
- Diseñar una metodología para la didáctica de la enseñanza de cálculo que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje en las aulas universitarias.

## **CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA**

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. La enseñanza del Cálculo en Ingeniería

A partir de lo mencionado en la investigación que aborda Zuñiga (2007) referente a la enseñanza del Cálculo en carreras de ingeniería EN LA QUE menciona que *"La enseñanza de los principios del cálculo resulta bastante problemática, y aunque seamos capaces de enseñar a los estudiantes a resolver de forma más o menos mecánica algunos problemas estándar, o bien a realizar algunas derivadas o integrales, tales acciones están muy lejos de lo que supondría una verdadera comprensión de los conceptos y métodos de pensamiento de esta parte de las matemáticas"*. (Zúñiga, 2007)

Pude reconocerse que el proceso de enseñanza del Cálculo en ingeniería presenta una disyuntiva, que puede ser vista por el docente como un problema. Si bien por una parte reconoce que se enseña a resolver problemas de una manera más o menos mecánica pero por otro lado el proceso de enseñanza se aleja del objetivo de una comprensión de los conceptos de esa parte de las matemáticas que se enseña.

### 4.2. Las dificultades en el aprendizaje de cálculo

Para Zúñiga (2007) un problema importante ligado a esta situación se debe a que el conocimiento generalmente se trata fuera de contextos apropiados. Así, cuando se pretende mostrar a los estudiantes la utilidad de los contenidos que se estudian, a lo más que se llega en un curso común de cálculo es a resolver los llamados *problemas de aplicación* que se proponen en los textos, que casi nunca corresponden a la realidad.

Esto es quizás una de las razones por las cuales puede llegar a plantearse el interrogante de si lo aprendido tiene o no aplicabilidad, o si en realidad se vinculan los conceptos o métodos aprendidos con las demás asignaturas que se ven a lo largo de la carrera de ingeniería, y aunque el cálculo se considera una de las ciencias básicas dentro de los programas de ingeniería y se menciona en algunos casos que los conocimientos adquiridos se utilizan para que el estudiante pueda interpretar, plantear o resolver problemas específicos de la carrera no se menciona esto en los textos que se trabajaran en otras asignaturas.

Ante la inquietud que puede presentarse frente a ésta vinculación del cálculo con las otras materias propias de la carrera, algunos de los docentes no conocen situaciones específicas que permitan evidenciar la aplicación de los conceptos que se enseñan, por lo tanto solamente enseñan las aplicaciones que se sugieren en los textos de cálculo.

Por otro lado según la psicopedagoga Mardones “Es común encontrar en el aula de clase estudiantes con dificultades en cálculo, lo que ha de servir para tener en cuenta aquellos factores que dificultan el aprendizaje, pero recordar

que el cálculo es: *“un conjunto sistemático y jerarquizado de conocimientos y destrezas especiales que le dan su carácter peculiar como disciplina”*<sup>22</sup>.

#### 4.3. La Didáctica: Su naturaleza y objeto

*“La falta de claridad conceptual y práctica hace que los dominios de la educación, la pedagogía, la enseñanza y la didáctica respondan muchas veces a orientaciones diferentes, y contradictorias. Se desperdician esfuerzos, se anulan mutuamente adelantos prácticos y visiones teóricas importantes”* (Lucio, R., 1989, julio)

De esta afirmación se reconoce la importancia de entender el concepto o bien el dominio de la didáctica, delimitando su objetivo, permitirá que los esfuerzos por darle una orientación de modo que sea más efectiva o que finalmente nos aparte de las expectativas que pueden transitar en el ámbito de lo irreal, o lo supuesto.

Partiendo de la idea que: *“El saber que tematiza el proceso de instrucción, y orienta sus métodos, sus estrategias, su eficiencia, etc., se llama didáctica”* (Lucio, R., 1989, julio) es posible afirmar que: La didáctica tiene un objeto específico, responder a la pregunta del *¿cómo enseño?* y esto lo hace básicamente tematizando procesos de instrucción, pero bajo ciertas orientaciones en cuanto a métodos, estrategias, eficiencia, que en conjunto me permitirían hablar de un proceso exitoso, a la didáctica no le corresponde abordar el *¿qué enseño?*, ó *¿cuánto aprendo?*, y sin embargo es precisamente

---

<sup>22</sup> Recuperado el 10 de Septiembre de 2012 desde: <http://www.psicopedagogia.com/dificultad-calculo>

la didáctica la que establece el camino propicio para que se dé la interacción entre los sujetos involucrados y la manera como circula el saber que se emite y se recibe.

Al considerar la didáctica como una disciplina, se puede citar lo siguiente:

*“Esos saberes más articulados pueden constituirse en disciplinas académicas, como en nuestro caso, la pedagogía y la didáctica [...] La disciplina, siendo uno de estos procedimientos, nos interesa especialmente, puesto que a través de la definición de un dominio de objetos y métodos, de proposiciones que se aceptan como verdaderas, de técnicas e instrumentos que se consideran legítimos y de un horizonte teórico que se tiene por compartido, se intenta discriminar entre lo que es verdadero y lo que no lo es. Solo cuando este poder definitorio sobre la verdad en un campo discursivo es reconocido socialmente, la disciplina resulta efectiva en la estructuración del campo respectivo, de las prácticas teóricas de quienes la practican y de las prácticas de iniciación de quienes las aprenden; esto quiere decir que las disciplinas delimitan y moldean no sólo los dominios que contienen, sino también a los sujetos de dicho saber.”<sup>23</sup>* Esto permite delimitar los dominios, del que enseña y el que aprende, al referirse no sólo a las prácticas sino a los sujetos.

Entonces puede verse a *“la didáctica no como la práctica misma de enseñar, sino como el sector más o menos bien delimitado del saber pedagógico que se ocupa explícitamente de la enseñanza”*<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> FONSECA A. GUILLERMO. (2010). *La didáctica y su relación con el saber que circula en la clase*. Julio de 2010

<sup>24</sup> DÍAZ M. MUÑOZ, J. A. (1999). *Pedagogía, Discurso y Poder*. Bogotá, Colombia. COPRODIC

Fonseca (2012)<sup>25</sup> señala el aporte de Eloísa Vasco en el campo de la didáctica, cuando define que: la enseñanza y en consecuencia el enseñar, deviene en cuatro preguntas fundamentales:

1. ¿qué se enseña?,
2. ¿a quién se enseña?,
3. ¿para qué se enseña? y
4. ¿cómo se enseña?,

Lo que cabe resaltar aquí es que cuando el docente hace esta reflexión planteándose éstas preguntas en relación a su práctica, para responderlas, en realidad está desarrollando un proceso de Construcción de un saber pedagógico, y las respuestas vienen a ser los aspectos propios del conocimiento del profesor.

El autor Fonseca (2012) cita a Vasco Montoya (1996), mencionando que respecto a la pregunta que tiene que ver con **qué enseña el maestro**, Vasco plantea que a pesar de que se responda con una sola palabra, el saber al cual se refiere el *qué* enseña el maestro es en sí mismo un saber complejo, cuya naturaleza puede analizarse desde tres perspectivas:

1. La perspectiva del saber que se produce en el campo de la ciencia o disciplina propio de la asignatura.
2. La perspectiva de la comprensión que tiene el maestro del saber científico respectivo, la selección de contenidos que él hace

---

<sup>25</sup> FONSECA AMAYA, GUILLERMO. (2012) *La didáctica una posibilidad para comprender la práctica pedagógica*. Noviembre de 2012



3. y quizá más fundamentalmente la manera cómo concibe la formas de construcción de esa disciplina o ciencia, las formas particulares de pensamiento, de trabajo y de investigación que la caracterizan.

Es decir que una vez que se otorga una respuesta al *¿qué enseñar?*, aún si por ejemplo la respuesta es solamente “Cálculo”, implícitamente se hace referencia a la perspectiva que se tiene desde el saber que se produce desde las Matemáticas que es en realidad el campo de la ciencia para ésta asignatura, además de la que tiene y comprende el docente de ella, y finalmente al modo como se conciben los procesos de construcción de esa disciplina o ciencia.

Fonseca (2012) agrega que Eloísa Vasco reconoce en el “**qué enseñar**”, la naturaleza del saber que circula en la escuela, y plantea que respecto al saber que se enseña en la escuela, es evidente que el maestro enseña por lo menos en dos niveles, simultáneos e íntimamente relacionados entre sí, pero diferenciables.

El primero corresponde a los contenidos de la asignatura, los cuales se relacionan con el saber producido en el campo científico o en la disciplina correspondiente a ella, y que el maestro puede conocer de manera más o menos profunda, más o menos actualizada. Sin embargo, cualquiera que sea el grado de profundidad y de actualización del conocimiento del maestro, él somete este saber a un proceso de transformación que hace que una cosa sea el saber que circula al interior de las comunidades científicas, escuelas artísticas o grupos que lo generan, y otra sea el saber transformado en objeto de enseñanza en una escuela.

Además se menciona que la formación recibida por el maestro también influye en la manera como él asume el saber y lo transforma para convertirlo en objeto de su enseñanza. Es importante reconocer entonces el proceso de transformación que le sucede a los saberes cuando pasan a la escuela, a través del maestro, aspecto fundamental para comprender la naturaleza y caracterización de este saber.

Mientras el segundo nivel es el de las formas de trabajo y de pensamiento propio de la comunidad científica que genera el conocimiento correspondiente de la asignatura. Fonseca menciona que se podría afirmar que el maestro no enseña solamente una asignatura; unos contenidos o unos programas; enseña en primer lugar una concepción de la disciplina o ciencia, una forma de mirarla.

Y la manera como asume esos conocimientos y los transforma en objetos de su enseñar, supone necesariamente una concepción del saber, de la ciencia y de esa ciencia en particular. Siendo estas transformaciones, el lugar desde donde se suceden y las implicaciones en los procesos de aprendizaje lo que amerita desarrollar estudios sistemáticos, que aporten en su comprensión.

Según lo anterior al momento que el docente responde ésta pregunta es posible reconocer que por un lado el maestro enseña una serie de contenidos producidos desde el campo o la disciplina donde nace ése saber, los cuales maneja de tal forma que pueda considerarse que ha realizado una transformación de los conceptos generados en el campo en el que se origina para convertirlos en conceptos que serán enseñados al interior del aula. Por lo tanto la formación que ha recibido el maestro influye de un modo apreciable en éste proceso. Y por otro lado el docente enseña también una forma de mirar la asignatura, desde sus concepciones, y es allí donde es importante desarrollar una serie de estudios que puedan contribuir a su comprensión.

En relación con la pregunta **a quienes enseñar**, Fonseca (2012) refiere la respuesta que plantea Vasco Montoya desde dos puntos de vista: “el aspecto psicológico, y el aspecto sociocultural”. En este sentido, la enseñanza y el enseñar se constituye en una oportunidad de encuentro, de conversación, que trasciende el saber en sí mismo, para aportar en los procesos de de formación de un sujeto en sus diversas dimensiones como ser humano.

Esto es quizás fundamental, porque finalmente a través de la enseñanza es posible encontrarnos con el “otro”, no solamente para transmitir o recibir, sino para aportar mutuamente a esa dimensión social que como seres humanos nos caracteriza.

Con respecto a la pregunta **¿Para qué enseñar?**, menciona Fonseca (2012) dos puntos de vista: el aprendizaje y la formación y respecto al interrogante **¿Cómo enseñar?**, considera que esta pregunta es la que caracteriza más directamente al maestro.

Según Fonseca (2012), Eloísa Vasco, pone de manifiesto que las otras dimensiones del saber propio del maestro, parecen confluir todas en este aspecto del cómo enseñar, ya que en el cómo enseñan se evidencia la manera como el maestro percibe el qué enseña, el saber, la ciencia, así como con la importancia relativa que concede a los resultados ya dados de la ciencia o a los procesos investigativos de construcción científica. La forma de enseñar de un maestro también refleja la respuesta que da a la pregunta a quién enseña, la manera como asume el conocimiento que tiene de sus alumnos y el concepto que tiene de lo que significa aprender y de los procesos de aprendizaje.

Y señala que es evidente que la respuesta implícita o explícita que brinde el maestro al para qué enseña, afecta inevitablemente su forma de enseñar, pues esa pregunta hace referencia a la dimensión formativa, a los fines y propósitos que persigue el maestro.

#### **4.3.1. Acerca de la didáctica general y las didácticas específicas**

Para Fonseca (2012) La didáctica se ha venido consolidando como una disciplina, que problematiza los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y que reconoce en la enseñanza una actividad compleja, que trasciende una mirada instrumental, en una mirada actual respecto a la didáctica Fonseca (2012) citando a Zambrano, menciona que se vuelve realidad en las situaciones concretas de aprendizaje de los saberes.

Las didácticas se convierten en los garantes del dominio de los contenidos de enseñanza, de su historia y su epistemología. El Corpus teórico de la didáctica contribuye al desarrollo de la didáctica de las disciplinas, en los siguientes aspectos: primero, les ofrece unos conceptos de referencia para que el especialista de cada disciplina pueda comprender los procesos de aprendizaje y los saberes propios de su campo; segundo los conceptos de transposición didáctica, situación didáctica, objetivo –obstáculo y de contrato didáctico facilitan la tarea de comunicación entre las disciplinas; tercero la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad tienen lugar gracias a los intercambios entre los sujetos de saber, lo cual es positivo porque los convoca sobre unos mismos problemas; cuarto, cada disciplina impone unos modos, unas

formas y unas prácticas de enseñanza de su respectivo saber. (Fonseca, 2012)

Ello nos introduce a la comprensión de que aunque la didáctica general contempla aspectos en relación al proceso de enseñanza aprendizaje, a su vez se convierte en la base desde la cual se construye la didáctica para cada disciplina partiendo de los referentes conceptuales, el proceso por el que se comunican éstos saberes, los aportes propios de la disciplina y los modos como desde cada saber considera para la transmisión del mismo. Y es por esa razón que luego podemos hablar por ejemplo de la didáctica de las matemáticas.

#### 4.3.2. La Didáctica de las matemáticas como disciplina

Godino, J.D.<sup>26</sup>, menciona el modelo de las relaciones de la Educación Matemática con otras disciplinas y que fue propuesto por Higginson (1980), quien considera a la matemática, psicología, sociología y filosofía como las cuatro disciplinas fundacionales de ésta. Visualiza la Educación Matemática en términos de las interacciones entre los distintos elementos del tetraedro cuyas caras son dichas cuatro disciplinas.

Estas distintas dimensiones de la Educación Matemática asumen las preguntas básicas que se plantean en nuestro campo:

- Qué enseñar (matemáticas)

---

<sup>26</sup> Godino, J. D. *Hacia una teoría de la didáctica*, Recuperado el 7 de Noviembre de 2012 desde <http://www.cimn.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/view/426/424>

- Por qué (filosofía)
- A quién y donde (sociología)
- Cuándo y cómo (psicología)

En el trabajo citado, (Godino, J.D.), señala lo descrito por Higginson en relación a las aplicaciones del modelo para clarificar aspectos fundamentales como:

- La comprensión de posturas tradicionales sobre la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas;
- La comprensión de las causas que han producido los cambios curriculares en el pasado y la previsión de los cambios futuros;
- El cambio de concepciones sobre la investigación y sobre la preparación de profesores.

Desde allí menciona Godino, que se reconoce que la necesidad de construir teorías es evidente, ya que constituyen una guía para el planteamiento de problemas de investigación y para interpretar los resultados de las mismas. Un marco teórico permite sistematizar los conocimientos dentro de una disciplina, lo que constituye un primer paso para conseguir una visión clara de la unidad que pueda existir en nuestras percepciones. La teorización es un requisito para que un área de conocimiento alcance la categoría de científica y pueda desempeñar su papel explicativo y predictivo de fenómenos; puede decirse que la investigación científica significativa está siempre guiada por una teoría, aunque a veces lo sea de un modo implícito. El interés y necesidad de que los profesores cuenten con las teorías firmemente basadas en datos empíricos.

#### 4.3.2. Sobre la didáctica de las matemáticas

Para Godino J.D.<sup>27</sup> las teorías científicas no pueden ser realizaciones individuales ni hechos aislados; debe haber una comunidad de personas entre las que exista un acuerdo, al menos implícito, sobre los problemas significativos de investigación y los procedimientos aceptables de plantearlos y resolverlos. Es preciso compaginar la autonomía personal en la elaboración de ideas y conceptos nuevos con la necesidad de que estas ideas sean contrastadas y compartidas. Las teorías son pues frutos o consecuencias de las líneas de investigación sostenidas por una comunidad más o menos grande de especialistas en un campo determinado.

Dentro de la comunidad de investigadores que, desde diversas disciplinas, se interesan por los problemas relacionados con la Educación Matemática, se ha ido destacando en los últimos años, principalmente en Francia -donde sobresalen los nombres de Brousseau, Chevallard, Vergnaud,...- un grupo que se esfuerza en una reflexión teórica sobre el objeto y los métodos de investigación específicos en Didáctica de la Matemática.

Fruto de este esfuerzo ha surgido una concepción llamada por sus autores "fundamental" de la Didáctica que presenta caracteres diferenciales respecto a otros enfoques: concepción global de la enseñanza, estrechamente ligada a la matemática y a teorías específicas de aprendizaje y búsqueda de paradigmas propios de investigación, en una postura integradora entre los métodos cuantitativos y cualitativos. (Godino, J.D.)

---

<sup>27</sup> Godino, J. D. (s.f.) *Hacia una teoría de la didáctica*, Recuperado el 7 de Noviembre de 2012 desde <http://www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/view/426/424>

El estudio de las relaciones complejas entre la enseñanza y aprendizaje, en aquellos aspectos que son específicos de las matemáticas,

- ¿Cómo se puede caracterizar las condiciones que deben implementarse en la enseñanza para facilitar un aprendizaje que reúna ciertas características fijadas a priori?
- ¿Qué elementos debe poseer la descripción de un proceso de enseñanza para asegurar que pueda ser reproducido desde el punto de vista del aprendizaje que induce en los alumnos?

#### **4.3. 3. Concepción de la Didáctica de las matemáticas**

Cuando Godino, cita a *Brousseau (1989)* menciona que la concepción fundamental de la Didáctica de la Matemática es una ciencia que se interesa por la producción y comunicación de los conocimientos matemáticos, en lo que esta producción y esta comunicación tienen de específicos de los mismos.

Menciona también como objetos particulares de estudio:

- las operaciones esenciales de la difusión de los conocimientos, las condiciones de esta difusión y las transformaciones que produce, tanto sobre los conocimientos como sobre sus utilizadores;
- las instituciones y las actividades que tienen por objeto facilitar estas operaciones. (Godino J.D.)

Señala Godino que los didactas que comparten esta concepción de la Didáctica relacionan todos los aspectos de su actividad con las matemáticas. Se



argumenta, para basar ese enfoque, que el estudio de las transformaciones de la matemática, bien sea desde el punto de vista de la investigación o de la enseñanza siempre ha formado parte de la actividad del matemático, de igual modo que la búsqueda de problemas y situaciones que requiera para su solución una noción matemática o un teorema.

Una característica importante de esta teoría, aunque no sea original ni exclusiva, es su consideración de los fenómenos de enseñanza - aprendizaje bajo el enfoque sistémico. Bajo esta perspectiva, el funcionamiento global de un hecho didáctico no puede ser explicado por el estudio separado de cada uno de sus componentes, de igual manera que ocurre con los fenómenos económicos o sociales. (Godino, J.D.)

Citando Godino J.D. a Chevallard y Johsua (1982) afirma que ellos describen *EL SISTEMA DIDACTICO* en sentido estricto formado esencialmente por tres subsistemas:

- Profesor,
- Alumno y
- Saber enseñado

#### 4.3.4. Teoría de situaciones Didácticas: enseñanza – aprendizaje

Como cita Godino J.D., Una situación didáctica es un conjunto de relaciones explícita y/o implícitamente establecidas entre un alumno o un grupo de

alumnos, algún entorno (incluyendo instrumentos o materiales) y el profesor con un fin de permitir a los alumnos aprender - esto es, reconstruir - algún conocimiento.

Para que el alumno "construya" el conocimiento, es necesario que se interese personalmente por la resolución del problema planteado en la situación didáctica. En este caso se dice que se ha conseguido la devolución de la situación al alumno.

El proceso de resolución del problema planteado se compara a un juego de estrategia o a un proceso de toma de decisiones. Existen diferentes estrategias, pero sólo algunas de ellas conducen a la solución del problema y a la construcción por el alumno del conocimiento necesario para hallar dicha solución. Este conocimiento es lo que se puede ganar, lo que está en juego, en la situación. De este modo, la teoría de situaciones es una teoría de aprendizaje constructiva en la que el aprendizaje se produce mediante la resolución de problemas. (Godino J.D)

Considerándose además peculiar característica del conocimiento matemático que incluye según el autor, las siguientes situaciones:

- Situaciones De Acción, sobre el medio, que favorecen el surgimiento de teorías (implícitas) que después funcionarán en la clase como modelos proto – matemáticos.
- Situaciones De Formulación, que favorecen la adquisición de modelos y lenguajes explícitos. En estas suelen diferenciarse las situaciones de comunicación que son las situaciones de formulación que tienen dimensiones sociales explícitas.

- Situaciones De Validación, requieren de los alumnos la explicitación de pruebas y por tanto explicaciones de las teorías relacionadas medios que subyacen en los procesos de demostración.
- Situaciones De Institucionalización: que tiene por finalidad establecer y dar un "status" oficial a algún conocimiento aparecido durante la actividad de la clase. En particular se refiere al conocimiento, las representaciones simbólicas, etc., que deben ser retenidas para el trabajo posterior

#### **4.4. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

La lógica de esta estructura exige que las operaciones básicas sean enseñadas en un orden fijo, puesto que el aprendizaje de las divisiones por ejemplo se apoya en el dominio previo de las más simples: suma, resta multiplicación; explicado de esta forma las fallas en la división podrían estar explicadas en las deficiencias de otra operación básica<sup>28</sup>.

El maestro encontrara casos de simple nivelación, incapacidad específica o compleja. Añádase a esta categoría una serie de deficiencias menores en alumnos totalmente regulares que deberían ser corregidas en el año escolar. Es importante la práctica constante , es esencial la revisión continua de los conocimientos y destrezas.

---

<sup>28</sup> SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). (2008). **Aprendizaje Basado en Problemas**. Madrid

*“Al utilizar metodologías centradas en el aprendizaje de los alumnos, los roles tradicionales, tanto del profesor como del alumnado, cambian.”<sup>29</sup>*

Se describe en el artículo del Servicio de innovación educativa (UPM) del 2008 que el ABP es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor.

Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario.

En general el ABP es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos. Bajo esta metodología, los alumnos se involucran activamente en el proceso de aprendizaje.

Y se menciona en documento de UPM, que:

Prieto (2006) defendiendo el enfoque de aprendizaje activo señala que el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos. Así, el ABP ayuda al

---

<sup>29</sup> SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM).

alumno a desarrollar y a trabajar diversas competencias. Entre ellas, se destaca:

- Resolución de problemas
- Toma de decisiones
- Trabajo en equipo
- Habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información)
- Desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia...
- Identificación de problemas relevantes del contexto profesional
- La conciencia del propio aprendizaje
- La planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender
- El pensamiento crítico
- El aprendizaje auto dirigido
- Las habilidades de evaluación y autoevaluación (SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). 2008)

Otra característica importante es que mediante el sistema de ABP también se favorece el desarrollo del razonamiento eficaz y la creatividad, y favorece el desarrollo de habilidades en cuanto a la búsqueda y manejo de información y además desarrolla las habilidades de investigación ya que, los alumnos en el proceso de aprendizaje, tendrán que, a partir de un enunciado, averiguar y comprender qué es lo que pasa y lograr una solución adecuada denominado también aprendizaje activo.

#### 4.4.1. Características principales del método ABP

En el método *ABP*, según lo citado en el documento del SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA UPM). (2008) responde a una metodología centrada en el alumno y en su aprendizaje. A través del trabajo autónomo y en equipo los estudiantes deben lograr los objetivos planteados en el tiempo previsto.

Bajo esta modalidad los alumnos trabajan en pequeños grupos lo que favorece que los alumnos gestionen eficazmente los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos. Esta responsabilidad asumida por todos los miembros del grupo ayuda a que la motivación por llevar a cabo la tarea sea elevada y que adquieran un compromiso real y fuerte con sus aprendizajes y con los de sus compañeros.

A su vez que se favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas académicas. Para intentar solucionar un problema los alumnos pueden (y es aconsejable) necesitar recurrir a conocimientos de distintas asignaturas ya adquiridos. Esto ayuda a que los estudiantes integren en un “todo” coherente sus aprendizajes. (SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). 2008)

Es importante resaltar que “El ABP puede utilizarse como una estrategia más dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, aunque también es posible aplicarlo en una asignatura durante todo el curso académico o, incluso, puede planificarse el currículo de una titulación en torno a esta metodología.”. (SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). 2008)

#### 4.4.2. El método ABP contextualizado en ambientes Universitarios

Podría considerarse como una razón para incluir las ABP dentro de la enseñanza universitaria y especialmente en relación a una carrera específica, la necesidad de resolver algunos problemas derivados de los métodos tradicionales de enseñanza.

Según la investigación realizada por Moreno M.M.<sup>30</sup> algunos de los problemas detectados como consecuencia de los métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas a nivel universitario es que si bien el conocimiento adquirido por los estudiantes les puede ser útil para resolver ejercicios y problemas rutinarios, en el momento en el que se les enfrenta a contextos y situaciones que requieren mayor conocimiento conceptual, la mayoría falla y no saben cómo abordar la situación, y lo que sucede es que los estudiantes aprenden el “producto del pensamiento matemático]” en vez del proceso. Planteando la siguiente pregunta: *¿Qué pueden aportar las investigaciones de didáctica de las matemáticas al proceso de la enseñanza y aprendizaje en el ámbito universitario?*

Como se menciona en anteriormente en los antecedentes presentados en este trabajo, en nuestro país “se han venido organizando grupos de investigación en los últimos tiempos, en el ámbito de la resolución de problemas, aplicados a la enseñanza de las ciencias experimentales en las Universidades de Antioquía, Pedagógica Nacional, y la Industrial de Santander” (Paz. H. 2009)

---

<sup>30</sup> Moreno M.M. *El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros*. Departamento de Matemática (UdL) Recuperado de 12 de Febrero de 2013. [http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005EI\\_SEIEM\\_81.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005EI_SEIEM_81.pdf)

Dentro de los aportes realizados por éste tipo de metodologías a los procesos de formación en ingenierías, Paz. H. (2009) menciona algunos aspectos, a continuación solamente se citan dos de los mencionados, pero que ilustran los unos de los beneficios de incluir la metodología en la formación de ingeniería. Estos serían

“Formar ingenieros estratégicos y auto regulados, con pensamiento científico y capacidades para analizar, interpretar y resolver problemas de manera creativa, analítica y crítica. ... y Facilitar la formación de profesionales que transfieran conocimiento, teoría y métodos desde el campo aprendido a nuevos campos o campos afines a su saber disciplinar, transformar en los docentes su propio conocimiento del contenido en representaciones pedagógicas que conecten con los conocimientos previos y disposiciones de sus alumnos”. (Paz. H. (2009), p.24)

El ejemplo que se menciona a continuación, aunque no obedece al contexto Colombiano, fue realizado específicamente para el área de Cálculo en ingeniería, y además de ilustrar el uso de la metodología de ABP, también muestra el modo de integrar la cátedra a otras áreas propias de la carrera, lo que resulta interesante, y permitiría pensar en desarrollar actividades que enlacen los conocimientos de una disciplina, incluso llevándolo a procesos de interdisciplinariedad.

**Un ejemplo aplicado en el Ámbito Universitario:** El cálculo en carreras de ingeniería

A continuación se presenta el resultado de una investigación que nos da una idea de lo que se está realizando en otras regiones diferentes a la de nuestro



país, y que pueden servir de ejemplo y motivación para realizar actividades similares desde el aporte de la didáctica dentro del ámbito universitario, la investigación se desarrolló en el área de cálculo intentando contextualizarlo con un problema propio de la carrera en éste caso de ingeniería química. Solo se remite parte del estudio, y se recomienda revisar el documento completo de Zuñiga S.L. (2007).

En atención a los objetivos de la investigación mencionada Zúñiga S.L. (2007) menciona que se decidió aprovechar una situación que desde hace años es un problema ambiental en ciertas zonas aledañas a la ciudad de San Luis Potosí: la contaminación por residuos de sustancias químicas que realizan algunas empresas.

De hecho, algunos casos han sido documentados y dados a conocer a la opinión pública en medios informativos como la prensa y la televisión. Inclusive, científicos de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí han efectuado estudios experimentales (toma de muestras y su análisis) que han sido tema para estudios de posgrado.

Esta problemática se dio a conocer y se discutió con los estudiantes, previo al desarrollo de la experiencia, y constituyó uno de los factores que dieron sentido al problema matemático estudiado en el aula; además, situó el escenario didáctico global en el contexto específico de la ingeniería industrial.

El diseño de la experiencia fue el siguiente:

*Uno de los problemas más desafiantes para el control de la contaminación del agua lo presenta la industria del curtido de pieles. Los desechos de esta industria son químicamente complejos. Se*

caracterizan por valores elevados en la demanda de oxígeno bioquímico, los sólidos volátiles y otras mecialidad mediciones de contaminación. Actualmente, se tiene un problema serio con este tipo de contaminación en las cercanías de la ciudad de San Luis Potosí, y se les está invitando a contribuir en la solución del problema. De acuerdo con los estudios realizados, lo que se necesita en estos momentos es determinar un modelo matemático para el comportamiento de este fenómeno y poder entonces estimar elementos en relación con la contaminación producida. Considérense los datos experimentales de la tabla (que entregaban), los cuales se obtuvieron de 33 muestras de desperdicios que se tratan químicamente en un estudio realizado en la empresa potosina Pielés Naturales del Centro, durante el periodo comprendido entre agosto de 2001 y enero de 2002. Se presentan las lecturas de la reducción porcentual del total de sólidos ( $x$ ) y de la reducción porcentual de demanda de oxígeno químico ( $y$ ) para esas 33 muestras.

*¿Qué modelo matemático propondrían para el comportamiento de estos datos experimentales?*

Se organizó al grupo en cuatro equipos de trabajo, con tres integrantes, mientras que el trabajo se realizó en seis sesiones de 75 minutos cada una. Es importante mencionar que presentamos a los estudiantes el escenario diseñado antes de abordar cualquier contenido de cálculo diferencial en varias variables, con el objetivo de que la situación problemática motivara y diera sentido al estudio de los conocimientos matemáticos necesarios para resolverla.

El análisis e interpretación de la información que se obtuvo mediante las teorías cognitivas utilizadas permitió lograr una descripción detallada sobre el funcionamiento cognitivo del grupo de estudiantes sujeto a la experiencia de aprendizaje. Todo parece indicar que las funciones

*cognitivas y los procesos mentales operativos<sup>6</sup> propician una adecuada codificación e interiorización de la información tratada. De igual manera, aparecen en forma eficiente como producto de la atención y esfuerzo que los estudiantes brindan a las actividades de aprendizaje, lo cual se debe a la motivación cuando abordan el problema en un contexto de su interés. Los resultados del trabajo muestran que, en el escenario contextualizado en la ingeniería que se utilizó, el funcionamiento cognitivo de los estudiantes propició la comprensión de los contenidos de cálculo en el ámbito de su área de especialidad. Tal comprensión se logró tanto por las características de la situación problemática (que fue una tarea potencialmente significativa) como por la actitud positiva de los estudiantes al tratarla, lo cual concuerda con lo que señalan Ausubel, Novak & Hanesian (1978), en el sentido de que un aprendizaje es significativo si el estudiante tiene "una disposición para relacionar de manera significativa el nuevo material de aprendizaje con su estructura existente de conocimiento", y si la tarea de aprendizaje "consiste en sí de un material razonable o sensible y si puede relacionarse de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognoscitiva del estudiante particular".*

*La eficiencia observada en el funcionamiento cognitivo de los estudiantes en esta experiencia en contexto también se debió, en una parte importante, al diseño del escenario y sus implicaciones didácticas; particularmente, a la idea básica de presentar el problema a los alumnos antes de cualquier contacto con los contenidos del cálculo diferencial de dos variables. Esto permitió que la situación problemática, además de proporcionar un contexto específico de interés, fungiera como elemento rector de las acciones a efectuar para resolver la propia situación y representara*

*Un verdadero problema. Así, el nuevo conocimiento fue resultado de la interacción entre los nuevos objetos matemáticos de estudio y el conocimiento previo sobre el cálculo diferencial de una variable real que los estudiantes poseían. El funcionamiento cognitivo estuvo siempre orientado hacia la obtención de nuevas metas y el aprendizaje de las herramientas matemáticas que permitieran a los alumnos solucionar el problema.*

*Además, el texto del escenario didáctico hace explícito el tema (la contaminación provocada por una empresa industrial) y proporciona, en parte, el contexto en la ingeniería. Este es uno de los factores más importantes sobre el aspecto afectivo en los estudiantes, principalmente cuando abordan una experiencia de aprendizaje y tratan de comprenderla. Varios autores lo reconocen, como Schunk (1997), quien señala:*

*"Uno de los factores dirigidos conceptualmente más importantes de la comprensión es el tema general del material. La expectativa del que comprende sobre el tema de un pasaje puede servir como un sistema para la comprensión del material. El tema global de un pasaje puede afectar notablemente a casi todos".*

Se puede indicar como resultado del trabajo que el diseño de una situación problemática en contexto (y de todo el escenario didáctico y la secuencia de actividades a realizar) con fines de aprendizaje –en el sentido como se ha concebido en esta investigación– implica necesariamente la mediación del profesor. Requiere de su intervención para guiar el proceso, explicar aspectos particulares de las ideas, nociones y conceptos que se tratan cuando es necesario, y sobre todo, ayudar al estudiante cuando se enfrenta a una situación de disfunción o ineficiencia de alguna función cognitiva en los actos de aprendizaje.

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

## 5. METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología usada para el desarrollo del presente trabajo es del el tipo de investigación exploratoria. Luego de realizar una revisión de la literatura para intentar abordar el problema planteado, en el presente proyecto.

¿Para qué sirve el Estudio de investigación exploratoria? Desde las ideas compartidas por los autores HERNÁNDEZ SAMPIERI y otros (1994), podría mencionar las siguientes razones:

- Por un lado ayudan a familiarizar con fenómenos que no son tan conocidos.
- Permiten la obtención de información en relación a la viabilidad para desarrollar estudios más profundos.
- Ayudan a realizar una investigación en relación a un problema de comportamiento humanos que resulta fundamental para el profesional de un área determinada
- Establecer prioridades para investigaciones posteriores o la posibilidad de sugerir un postulado que pueda ser verificable, posteriormente.

*Según lo describen* HERNÁNDEZ SAMPIERI y otros (1994), “Los estudios exploratorios tienen por objeto esencial familiarizarnos con un tópico desconocido o poco estudiado o novedoso. Esta clase de investigaciones sirven para desarrollar métodos a utilizar en estudios más profundos.”

Aunque es importante resaltar que al realizar un proceso de investigación dentro de un campo específico de conocimiento pueden incluirse otros tipos de estudio en las distintas etapas de su desarrollo, indicándose como un tipo de estudio exploratorio, pasando luego por etapas propias del estudio descriptivo

y correlacional, y para finalmente terminar como un tipo de estudio explicativo, por ejemplo. Pero no es el caso para el presente trabajo, cuya metodología de la investigación por lo menos desde sus inicios corresponde a un estudio exploratorio hasta donde se presenta.

Una de las características importantes de la metodología del estudio exploratorio es su flexibilidad en comparación a las otras metodologías, pero pudiendo ser más amplia y dispersa que los descriptivos o explicativos.

Este tipo de estudios permiten examinar un tema o bien un problema de investigación que no ha sido abordado antes. Así por ejemplo para el presente trabajo, se encuentra que han sido abordados temas en relación a la didáctica de las matemáticas, a las dificultades del aprendizaje del cálculo, al uso de las ABP, o incluso al planteamiento de propuestas para la enseñanza del cálculo en ingenierías, pero sin una consideración importante en cuando al conocimiento de la pedagogía, especialmente de la didáctica, que pueden tener los profesionales que se desempeñan como docentes en las carreras de ingeniería. O bien aunque hay propuestas para la enseñanza éstos estudios han sido realizados en otro contexto, y con otro enfoque tal como el mencionado por Zuñiga S.L. (2007)

A partir de lo mencionado por los autores HERNÁNDEZ SAMPIERI y otros (1994) citando a Dankhe con la siguiente idea:

*Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el 'tono' de investigaciones posteriores más rigurosas" (Dankhe, 1986, p. 412).*

Puede comprenderse la intención de éste trabajo, que tras hacer la revisión de fuentes propone una metodología didáctica que permita dar solución al problema planteado de modo que sirva para suscitar una posterior investigación más rigurosa, evaluando por ejemplo el aporte real que puede generar la aplicación de la propuesta metodológica didáctica que se propone.

La recolección de datos del presente trabajo, se realiza mediante búsqueda de material bibliográfico, libros, tesis, revistas, guías, modelos didácticos, vídeos, nuevos programas ó herramientas desarrolladas, que se reconozcan como estudios serios y confiables.



## **CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA**

## 6. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DIDÁCTICA

### 6.1. Presentación

El presente diseño surge tras un análisis previo a una clase de cálculo, de la cual se anexa una parte al final del presente trabajo de investigación. Aunque corresponde a la evaluación de la práctica docente de otra persona, el resultado obtenido aborda la respuesta a ¿Cómo enseñar? Que se relaciona con el interés de la Didáctica.

La selección de los contenidos y la metodología propuesta, incluyen apreciaciones personales desde la perspectiva del estudiante estudiante de Ingeniería al reconocer lo que se necesita, y también incluye la experiencia personal en procesos de asesoramiento a estudiantes universitarios desde tutorías particulares. La propuesta, se desarrolla como una serie de fases que pueden trabajarse a modo general para los diferentes temas que deban presentarse en las aulas donde se espera obtener una buena práctica de enseñanza aprendizaje del cálculo sea integral o diferencial.

La idea surge como resultado tras un ejercicio realizado para uno de los seminarios de la Especialización al realizar como ejercicio personal a evaluación de una clase de cálculo vectorial<sup>31</sup>, y la propuesta ó diseño presentado se basa en los puntos realizados al interior del trabajo de análisis que en el documento se encuentran en como “Propuesta para mejorar”.

En el punto de partida se tuvo en consideración la siguiente idea: “La resolución de problemas es el mejor camino para desarrollar estas competencias ya que

---

<sup>31</sup> FERNANDEZ ACOSTA, Elizabeth. Análisis de una sesión de clase de Cálculo Vectorial. (Trabajo presentado para el seminario aportes y corrientes conceptuales sobre la didáctica) 05/09/2012

es capaz de activar las capacidades básicas del individuo”<sup>32</sup> En referencia a las competencias matemáticas, e integrándolo a la propuesta del aprendizaje basado en problemas (ABP), se propone el diseño de la propuesta didáctica.

## 6.2. Desarrollo del diseño

El objetivo de la presente propuesta consiste en aportar una Metodología Didáctica, que pueda llevarse a la práctica de la enseñanza de cálculo en ambientes universitarios en carreras de ingeniería.

Desde una concepción en relación a como podría darse la construcción del conocimiento se plantea que es importante acercarse a la teoría con un objetivo claro, “entender” lo que predispone a que se dé el aprendizaje, y el maestro es un orientador de ese proceso.

El diseño propuesto se orienta a lograr una metodología que permita mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje de cálculo. Se esperaría que una vez puesto en marcha éste diseño se logre:

- ✓ Aplicar propiedades matemáticas necesarias para la resolución de problemas planteados en los diferentes de cálculo diferencial.
- ✓ Resolver ejercicios recurriendo a los diferentes teoremas, que desde el cálculo se presentan
- ✓ Implementar esta propuesta para cualquier módulo, a fin de evaluar y reconocer las mejoras ó continuidad de la propuesta que permitan tener éxito en los proceso de aprendizaje del cálculo.

---

<sup>32</sup> Rupérez Padrón, J. A. Y García Déniz, M. Competencias, matemáticas y resolución de problemas. Números 69. Sociedad Canaria de Profesores de Matemática Isaac Newton, 2008, [Consulta: Abril 2013]. [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas\\_01.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas_01.pdf)

- ✓ Incrementar el aprendizaje de cálculo en el aula por parte de los estudiantes de ingeniería.
- ✓ Introducir una alternativa metodológica para enriquecer la enseñanza de Cálculo en carreras de ingeniería.

Para el desarrollo se precisa de la disposición del maestro, que siendo profesional en el área, no tiene los conocimientos acerca de la pedagogía y su importancia en el proceso de enseñanza. Y que ha de buscar responder a la pregunta de ¿cómo enseñar de facilitando el aprendizaje de sus estudiantes?

La concepción de método que se desea plantear no hace referencia, a una suma de pasos o técnicas que conducen a un fin determinado, como suele definirse desde una concepción positivista, que a manera de *algoritmo* describe una secuencia ordenada de pasos que el investigador debe cumplir sistemáticamente. En este sentido Edgar Morín (1984:347) advierte que: “tenemos la mala costumbre de pedirle al método una receta. Ahora bien, sólo las pequeñas metodologías dan recetas. Un método es: Un viático para pensar solo, para correr los riesgos inevitables de todo pensamiento”.

#### 6.2.1. Fase 1: “Técnicas de Estudio aplicadas para repaso de conceptos”

Si bien aquellos que han sido estudiantes alguna vez se han preguntado, cuál sería la manera más adecuada para estudiar, repasar, entender un tema o prepararse para un examen, a veces se desconocen las herramientas que se proponen para alcanzar los mejores resultados en éstas tareas.

Y otras veces solo se conocen algunas, pero también puede presentarse que el estudiante puede verse frente a una situación en la que aquello que le resulta útil a otra persona para estudiar, a él no le resulta tan beneficioso.

La construcción de los conocimientos en Cálculo puede llegar a verse como un proceso que va de lo simple a lo complejo, se aprenden operaciones básicas, símbolos, luego resolución de ecuaciones sencillas, para finalmente trabajar en problemas más complejos que requieran el uso de esos conceptos que ha adquirido previamente.

Atendiendo a lo descrito en capítulo 4 en relación al Aprendizaje Basado en Problemas, se menciona que “el docente puede encontrarse con casos de simple nivelación, incapacidad específica o compleja” en relación a un tema requerido o necesario para obtener el nuevo aprendizaje.

Y a partir de la idea de J.Biggs (2006) *“Las técnicas de estudio forman parte del sistema de enseñanza y, en consecuencia deben estar apoyadas por el contexto en el que se hayan de utilizarse. Es entonces cuando queda claro por qué son útiles esas estrategias. La construcción del conocimiento es mucho más eficaz cuando las herramientas necesarias para construirlo se utilizan sobre la marcha y con esmero.”*

Se propone el uso de técnicas de Estudio, en el proceso el docente jugará un papel importante en éste proceso, porque ésta es la presentación en sí de las recomendaciones que orientarán al estudiante, de modo que se precisa que realice una investigación referente a las técnicas de Estudio, y seleccione aquellas que cree convenientes, pueden aportar herramientas que permitan construir el conocimiento, de forma ordenada, lógica y que permita luego su aplicabilidad. Para éste punto puede realizarse un ejercicio a modo de prueba, usando para ello “conceptos de repaso” y que sirvan de introducción al tema que se pretende enseñar, ó módulo correspondiente. De ése modo además es posible enlazar conocimiento que ya se tiene, reforzarlo y enlazarlo al nuevo que se desea transmitir.

Es importante hacer una retroalimentación del ejercicio, de modo que los mismos estudiantes desde su experiencia pueda referir aquellas técnicas que les han sido útiles, y que consideran usarán en las actividades siguientes. De esa forma se consigue igualmente ayudar a desarrollar la competencia planteada en las (ABP)<sup>33</sup> que se relaciona con: “La planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender”

#### 6.2.2. Fase 2: “Fuentes o recursos a usar”

Para el desarrollo del tema específico que se desea trabajar. Es preciso identificar aquellos contenidos que se verán, y el orden en que se trabajaran.

Como se mencionó en el capítulo 4, el ABP puede utilizarse como una estrategia más dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, aunque también es posible aplicarlo en una asignatura durante todo el curso académico o, incluso, puede planificarse el currículo de una titulación en torno a esta metodología.

Para esta fase la propuesta es que el docente además de realizar la planificación de su asignatura, presente a sus estudiantes las fuentes, textos, o material de soporte que pueden seguir los estudiantes, sin convertirlos en la única opción, pero que le permitan acercarse a un conocimiento correcto que pueda corroborar los datos obtenidos por otras fuentes.

La intención de ésta fase es la de ayudar al estudiante en el proceso de la selección de información de modo que la que ha sido suministrada le sea pertinente, teniendo presente que desde el conocimiento del docente, esta capacitado para aportar lo que puede ser útil en la construcción de conocimiento que sea adecuado para materia.

---

<sup>33</sup> SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). **Aprendizaje Basado en Problemas.** Universidad Politécnica de Madrid 2008

También ayudaría a prevenir que el estudiante se aleje del conocimiento que quiere ayudarse a construir y consolidar a través del tema que se va a tratar.

### 6.2.3. Fase 3: “Trabajos en Equipo”

En ésta fase en realidad se consideran varios aspectos importantes, por un lado la idea del ejercicio es que el estudiante pueda llegar a la solución de un problema pero desde su trabajo de investigación y reflexión. Tal como se plantea desde el ABP es una metodología se centra en: el aprendizaje, la investigación y la reflexión que siguen los alumnos para llegar a la solución de un problema planteado por el profesor, y busca promover la competencia de la “Resolución de problemas”. Por lo cual tiene un objetivo claro y es el ayudar a desarrollar la competencia en el estudiante para resolver un problema.

De otro lado la dimensión social del ser humano, es un aspecto que no puede olvidarse siempre que hablamos del otro, e incluso de uno mismo. Se ha oído hablar de la importancia de desarrollar y trabajar la parte social en el estudiante para favorecer procesos de aprendizaje, desde las ABP, los alumnos trabajan en pequeños grupos lo que les permite gestionar eficazmente los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos. Esta responsabilidad asumida por todos los miembros del grupo ayuda a que la motivación por llevar a cabo la tarea sea elevada y que adquieran un compromiso real y fuerte con sus aprendizajes y con los de sus compañeros esto involucra además la “Toma de decisiones” y el “Trabajo en equipo” que son otras de las competencias esperadas al introducir las ABP.

Se propone realizar trabajos ó actividades de grupo orientadas por la docente. J.Biggs (2006), cita un aporte de Bligh (1971) y McLeish (1976) tras algunas revisiones de clases magistrales, en las que concluyeron lo siguiente:

*“A los estudiantes les gustan realmente las buenas clases magistrales, pero por regla general, prefieren un trabajo en grupo bien dirigido”*

Este punto es fundamental se propone brindar ejercicios y simultáneamente entregar una respuesta<sup>34</sup>, de esa forma no se promueve la competencia por un logro llamado resultado, sino que puede presentarse para que el estudiante deba abordar el tema, desde una respuesta a una pregunta ¿Por qué el resultado es...? y no ¿cuál es el resultado de...?. Esta actividad se sugiere que sea realizada mediante la conformación de grupos.

#### 6.2.4. Fase 4: “Socialización de la apropiación teórica por parte de los estudiantes”

La importancia de esta fase más que desarrollar habilidades, o competencias al momento de sustentar un trabajo, un resultado o compartir las experiencias, tiene que ver con aportar de alguna forma a reconocer el potencial que como estudiante tiene en el momento de participar activamente de su proceso de aprendizaje.

Por ésta razón una vez Finalizado el ejercicio por grupos planteado en el paso anterior (Fase 3), es preciso dedicar un espacio importante para que se comparta lo que los estudiantes encontraron útil; para de esa forma tener herramientas y sustentar una respuesta. Así se estaría apoyando la siguiente idea:

---

<sup>34</sup> Aporte personal desde la experiencia.



*“La enseñanza a cargo de los compañeros, es un método muy potente, la investigación sobre la enseñanza a cargo de los compañeros ha descubierto que tanto el tutor como el tutelado se benefician en el plano académico, y el tutor más que el tutelado. J. Biggs<sup>35</sup>*

De esa forma se espera alcanzar “Habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información)” que es una competencia esperada al usar las ABP, como ya se cito en el capítulo 4.

Pero que como también se menciona en el presente estudio la idea es ayudar al estudiante para que se haga consciente de su participación en el proceso de construir su conocimiento.

#### 6.2.5 Fase 5 “Orientación por parte del Docente”

El docente cumple una labor muy importante al interior de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, porque es gracias a su orientación que un estudiante puede moverse a través del conocimiento, realmente crecer en relación a los objetivos que se plantean al momento de definir las razones por las cuales se dicta una clase.

Desde un aporte personal es importante *“Hacer que el estudiante se*

---

<sup>35</sup> FERNANDEZ ACOSTA, ELIZABETH. **Análisis de una sesión de clase de Cálculo Vectorial.** (Trabajo presentado para el seminario aportes y corrientes conceptuales sobre la didáctica) 05/09/2012

*concentren en escuchar*<sup>36</sup>, esto le permitirá reconocerlo como orientador y facilitador.

J.Biggs (2006) cita: *“El Dr., Alasair Greig, un profesor ganador del premio “Australian University Teaching Award”, con los más elevados niveles de aprobación de alumnos que haya visto el jurado” su estilo se califica como “infecciosamente entusiasta”, Comienza cada clase con caricaturas, poemas o canciones apropiadas y distribuye apuntes mecanográficas sobre la clase magistral, de manera que los estudiantes puedan concentrarse en escuchar según fuente The Australian Higher Education, 26 de noviembre de 1997. “*

Será posible realizar éste aspecto una vez se hayan desarrollado los pasos previos a ésta quinta fase, siendo la oportunidad para que el docente aclare, exponga, refuerce aquello ya pre – elaborado por sus estudiantes como resultado del ejercicio planteado en el punto tercero y cuarto.

Es posible considerar que la fase 4: *“Socialización de la apropiación teórica por parte de los estudiantes”*, podría desarrollarse simultáneamente con ésta fase *“Orientación por parte del Docente”*, combinando el aporte de los estudiantes con el del docente. Cuando todos han participado de la actividad para alcanzar el ¿cómo llegar a la respuesta que ya tenían? Es preciso compartir, hablar, exponer, dialogar con los otros grupos, y en ello atender a las orientaciones del docente, sin estar pendiente por anotar un procedimiento, una definición, y no perderse en la resolución de un ejercicio matemático.

---

<sup>36</sup> Opt. Cit. FERNANDEZ ACOSTA, Elizabeth

#### 6.2.6. Fase 6: “Periodo de consolidación de conocimientos adquiridos”

En el ABP es importante desarrollar: el pensamiento crítico, el aprendizaje auto dirigido y las habilidades de evaluación y autoevaluación<sup>37</sup>. Pero es importante mejorar la retención de los conceptos involucrados en el proceso “enseñanza – aprendizaje”:

Teniendo presente que *“Un breve periodo de consolidación, después de un aprendizaje prolongado, refuerza en gran medida la retención. Si consigue que los estudiantes hagan un repaso de lo aprendido al final de la clase magistral, la retención será mucho mejor y más duradera que si finaliza la clase y despide a los estudiantes” J.Biggs (2006)*

Se propone en esta fase recurrir a los mismos grupos, y sugerir que aporten sus conclusiones, que serán reforzadas por el docente, quien guiará todo el proceso, orientando sobre lo que deben reforzar como aprendido, logrando de ésta forma el afianzamiento de los conceptos, ideas que debían enseñarse y aprenderse.

#### 6.2.7. Fase 7: “Momento de reforzar lo aprendido”

Aunque el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario<sup>38</sup>. No niega la posibilidad de que el docente a modo de reforzar lo aprendido, y aclarar dudas recurra a una clase magistral, pero esto sería posterior a los pasos anteriores, y en ella es importante tener presente las

---

<sup>37</sup> SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). **Aprendizaje Basado en Problemas**. Universidad Politécnica de Madrid 2008

<sup>38</sup> SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM) (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Universidad Politécnica de Madrid

siguientes propuestas planteadas por Biggs (2006) *para alcanzar mayor eficacia de la clase magistral*:

- Introducción de pausas periódicas ó cambios de actividad: esto con el fin de aclarar y desarrollar el contenido de la clase.
- Mantener el contacto visual con los estudiantes mientras habla.

Estos aspectos son también muy importantes<sup>39</sup> considerando que una clase puede ser vista como un proceso de comunicación, en la que además del lenguaje verbal interviene significativamente el lenguaje corporal.

Por tanto el potencial que tiene esta fase es crucial al momento de ayudar a consolidar ese conocimiento que ha ido aportando conceptos , ideas, expectativas, conclusiones, a lo largo del desarrollo de las fases anteriores, pero que no ha sido garantizada, por decirlo así por una autoridad competente en cuanto al conocimiento que se está consolidando.

### **6.3 Alcances esperados si se implementa la propuesta de la metodología didáctica**

La propuesta de la metodología didáctica está orientada a influir sobre aspectos importantes que deben considerarse en el proceso del cómo enseñar, en su puesta en marcha se esperaría mejorar significativamente el proceso de enseñanza - aprendizaje del Calculo en los ambientes universitarios para las carreras de ingeniería, logrando la participación activa del estudiante, eficiencia en la transmisión de conocimientos ó su refuerzo (a este momento),

---

<sup>39</sup> Desde la experiencia personal.

Representa un nuevo reto para el profesional que se desempeña como docente acostumbrado a sólo transmitir una información, porque el texto ya lo conocerán en parte los estudiantes, posibilitando que el docente logre mantener contacto visual más con los estudiantes que con una pizarra o el medio que use para explicar, en este caso reforzar. El resultado esperado de su aplicación será por consiguiente una experiencia de aprendizaje significativa, y un cambio innovador al interior de las aulas en ingeniería, en las que sigue recurriéndose solamente a métodos expositivos como medio de construcción de conocimiento.

La propuesta presentada considera aspectos importantes formulados desde el Aprendizaje Basado en problemas ABP, en la que cual el estudiante participa activamente del proceso desarrollando y trabajando diversas competencias, tales como la resolución de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, habilidades de comunicación al presentar la información, pensamiento crítico, aprendizaje auto – dirigido, entre otras características de éste método, que conlleva a un aprendizaje permanente.

Con la propuesta didáctica se favorece el desarrollo de habilidades en cuanto a búsqueda y manejo de la información que se corresponde a un objetivo del método de ABP, en la cual el estudiante a partir de un enunciado, busca averiguar y comprender ¿qué es lo que pasa? y lograr una solución adecuada, convirtiéndose en un proceso de aprendizaje activo.

Finalmente la propuesta podría usarse durante todo el curso académico trabajando los diferentes temas propuestos en el plan de estudio para el cálculo al interior de los programas universitarios, que debe ser planeado y dirigido por el docente en calidad de orientador y facilitador de éste proceso.

## **7. CONCLUSIONES**

En el presente proyecto se logro plantear una propuesta de metodología didáctica para contribuir a mejorar la metodología de la enseñanza de Cálculo en carreras de Ingeniería utilizando herramientas del ABP, que puede introducirse en el diseño de unidades didácticas en ambientes universitarios.

Luego de realizar una revisión a partir de la literatura para reconocer algunos antecedentes y problemáticas en relación a la enseñanza de Cálculo en ambientes universitarios, especialmente a las metodologías usadas y a las dificultades del aprendizaje del mismo en carreras de Ingeniería, se reconoció la importancia de que el profesional que se desempeña como docente realice una reflexión en su práctica y considere la posibilidad de vincular herramientas que desde la pedagogía le permitan alcanzar un mejor desempeño para el desarrollo de sus clases, contribuyendo a mejorar sus procesos de enseñanza

Finalmente se realizó el diseño de una metodología para la didáctica de la enseñanza de cálculo en carreras de ingeniería que correspondía al objetivo principal del presente trabajo de investigación.

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE REFERENCIA

- BIGGS J., BURVILLE B.J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. (2da edición), Madrid España: NACEA, S.A. DE EDICIONES.
- HENAO GALEANO, C., LERNER MATIZ, J., GIL CONGOTE, L., & ESTEBAN DUARTE, P. (2012). *Caracterización de las metodologías utilizadas en la enseñanza del cálculo en la Universidad EAFIT*. *Revista Universidad EAFIT*, 40(133), 47-59. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/887>
- DÍAZ M. MUÑOZ, J. A. (1999). *Pedagogía, Discurso y Poder*. Bogotá, Colombia. COPRODIC
- ELLIOT, JHON. (2000). *La investigación - acción en educación* .Ediciones Morata, S. L. Cuarta edición, p.95
- FERNANDEZ A.E. (2012) *Análisis de una sesión de clase de Cálculo Vectorial*. (Trabajo presentado para el seminario aportes y corrientes conceptuales sobre la didáctica) 05/09/2012
- FONSECA A. GUILLERMO. (2010) *La didáctica y su relación con el saber que circula en la clase*. Julio de 2010
- FONSECA AMAYA, GUILLERMO. (2012) *La didáctica una posibilidad para comprender la práctica pedagógica*. Noviembre de 2012
- GALEANO Q. M. *Especial para Universia Colombia, Olga Zuloaga (Pedagogía y Didáctica)*. 11 diciembre 2007 (página 4 ) Consultado el 20 de

Mayo de 2013 de: <http://especiales.universia.net.co/galeria-de-cientificos/ciencias-de-la-educacion/olga-zuluaga/pedagogia-y-dida.html>

- GODINO, J. D. *Hacia una teoría de la didáctica*, Recuperado el 7 de Noviembre de 2012 desde <http://www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/view/426/424>
- GONZÁLEZ DE GALINDO, SUSANA; VILLALONGA DE GARCÍA PATRICIA, MARCILLA MARTA. *Enseñemos matemática favoreciendo la comunicación y la actividad del alumno*. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Prov. de Tucumán (Argentina) <http://www.soarem.org.ar/Documentos/40%20Gonzalez.pdf>
- ICFES (2001). *Portafolio de proyectos 2001*, Bogotá
- UNIVERSIDAD DE ORIENTE. *La investigación – Acción. (Lectura)*. México. Recuperado de <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/tendepeco/pre/pre4.pdf>
- HERNÁNDEZ SAMPIERI y otros (1994). ***Metodología de la investigación***, México, Mc Graw Hill, Cap. 4 y 5.
- LUCIO, R. (1989, julio). *Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: diferencias y relaciones*. *Revista de la Universidad de La Salle*, 11, (17)
- MARDONES, M. I, *Elementos que intervienen en el aprendizaje de cálculo*. Recuperado de: <http://www.psicomisabel.cl/component/content/article/35-principal/98-elementos-que-intervienen-en-el-aprendizaje-del-calculo.html>
- MORIN, EDGAR (1984). *Ciencia con Consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- MORIM EDGAR (2002). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Moreno M.M. *El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros*. Departamento de Matemática (UdL) Recuperado de 12 de Febrero de 2013. [http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005El\\_SEIEM\\_81.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/1325/1/Gonzalez2005El_SEIEM_81.pdf)



- OLGA GARCÍA, JOSÉ LUIS. *Guías de aprendizaje como metodología de enseñanza en laboratorios técnicos del Tec Landívar*. Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar ISSN: 2076-3166. Revista Electrónica No. 14 Octubre, 2009. Páginas 22 a 41 Recuperado de: [http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL\\_14\\_BAS02.pdf](http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_14_BAS02.pdf)
- Paz. H. (2009). *El Aprendizaje Situado Como Una Alternativa en la Formación de Competencias en Ingeniería*. Asociación Colombiana para la investigación en Ciencias Y Tecnología EDUCyT, ISBN: 978-958-99491-0-8 Recuperado el 26 de Mayo de 2013 de: [http://www.educyt.org/portal/images/stories/ponencias1/Sala2/el\\_aprendizaje\\_situado\\_como\\_una\\_alternativa\\_en\\_la\\_formacion\\_de\\_competencias\\_en\\_ingeneria.pdf](http://www.educyt.org/portal/images/stories/ponencias1/Sala2/el_aprendizaje_situado_como_una_alternativa_en_la_formacion_de_competencias_en_ingeneria.pdf)
- RUPÉREZ PADRÓN, J. A. Y GARCÍA DÉNIZ, M. *Competencias, matemáticas y resolución de problemas*. Número 69. Sociedad Canaria de Profesores de Matemática Isaac Newton, 2008, Recuperado en Abril de 2013 de [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas\\_01.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas_01.pdf)
- RICHARD R. SKEMP. *Psicología del aprendizaje de las Matemáticas*, Volumen 15 de la Pedagogía de Hoy. Colección matemática. Ediciones Morata, 1993
- ROJAS S.P. (2010) *El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia metodológica de enseñanza y aprendizaje de la integral indefinida en paralelo con derivadas y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes en informática de INACAP, Chillán*. (Tesis). Universidad del Bío – Bío. Departamento de ciencias Básicas, Recuperado en Octubre de 2012 de <http://joplin.cienciasbasicas.cl/files/projas.pdf>
- RUPÉREZ PADRÓN, J. A. Y GARCÍA DÉNIZ, M. *Competencias, matemáticas y resolución de problemas*. Número 69. Sociedad Canaria de

Profesores de Matemática Isaac Newton, 2008, Recuperado en Abril de 2013 de [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas\\_01.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/69/ideas_01.pdf)

- Salinas, P. & Alanís, J. A. (2009). HACIA UN NUEVO PARADIGMA EN LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DENTRO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 12(3) 355-382. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33511859004>
- SERVICIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA (UPM). (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Madrid.
- TABARES, J. Y LONDOÑO, B. (s.f.) *Propuesta para innovar en unas metodologías de enseñanza Universitaria*. Recuperado el 28 de Mayo de 2013 de: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/File/5651/5072>
- VRANCKEN, S., GREGORINI, M.I., ENGLER, A., MÜLLER, D., Y HECKLEIN, M. (s.f.). *Dificultades relacionadas con el proceso de enseñanza y el aprendizaje del concepto de Límite*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2012 desde <http://www.soarem.org.ar/Documentos/29%20vrancken.pdf>
- ZULUAGA, C. (2005). *Enseñar y aprender*. Bogotá, Colombia: Panamericana Editorial.
- ZUÑIGA SILVA, L. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 10(1) 145-175. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33500107>
- <http://www.slideshare.net/19660902/diseo-de-propuestas-didcticas>
- <http://www.psicopedagogia.com/dificultad-calculo>

- <http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/web/dependencia/?itpad=1254&niv=1&itact=1254&ti=true&dep=14>

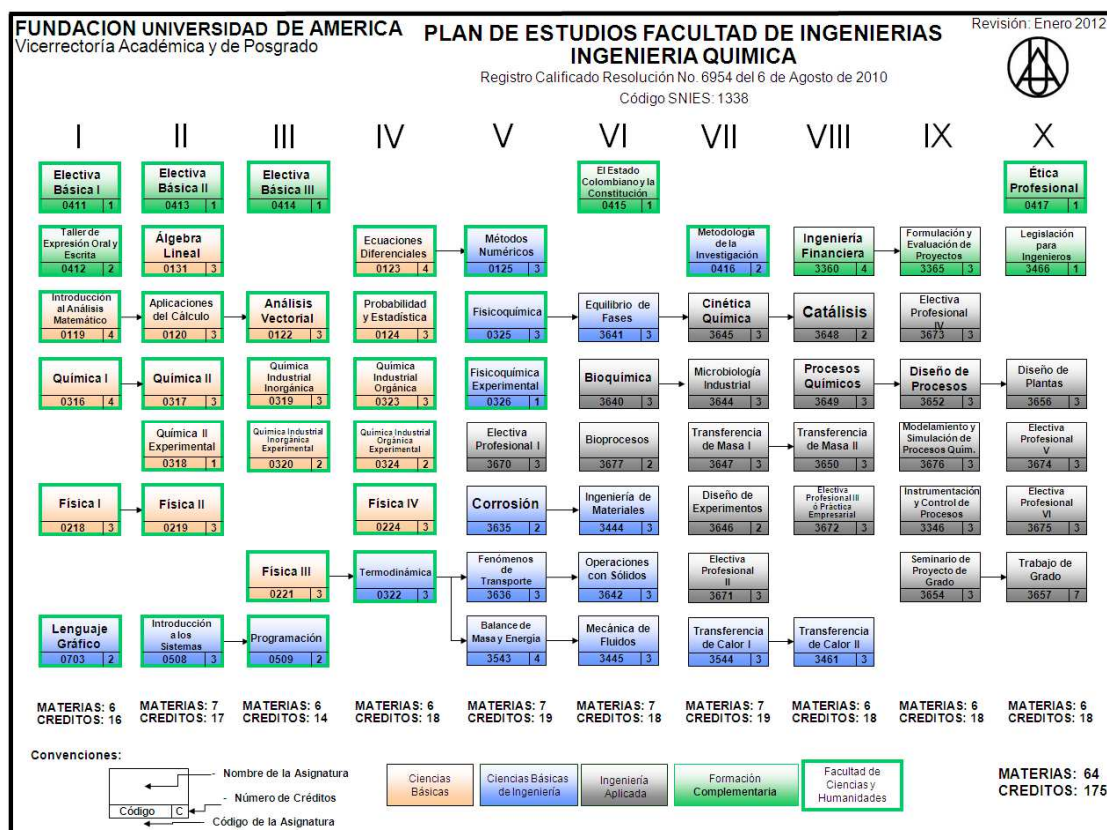
**VIDEOS:**

- <http://www.rtve.es/television/20110629/manera-disruptiva-aprender/444403.shtml>
- <http://www.rtve.es/television/20101213/crear-hoy-escuelas-manana/385896.shtml>

## 9. ANEXOS

### 9.1. PROGRAMAS CURRICULARES

En el siguiente plan curricular de la Universidad de América para la carrera de Ingeniería Química presenta en los recuadros naranjas las “ciencias básicas” en ellas se encuentran las asignaturas de *introducción al análisis matemático* y *aplicaciones del cálculo* que corresponden al **cálculo diferencial e integral** respectivamente, éste mismo plan de “ciencias básicas” se dicta en esta universidad para cuatro carreras de ingeniería. (Química, industrial, de Petróleos y Mecánica).



El programa que se muestra a continuación, de la Escuela Colombiana de Ingeniería, hace una presentación para la materia de **cálculo diferencial**, en su interior se describe la metodología a seguir para su desarrollo, sin embargo no corresponde a un proceso detallado, pero corresponde al método magistral, que es usado para el desarrollo del programa.

**ESCUOLA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**

## PROGRAMA DE MATEMÁTICAS

**ASIGNATURA:**

**Responsable:**

**CÓDIGO:** Mnemónico:  Numérico:

Plan de estudios: 02

**1. OBJETIVOS**

1. Estudiar los conceptos básicos del cálculo diferencial por funciones reales de variable real.
2. Involucrar al estudiante de manera activa en el proceso de aprendizaje mediante lecturas previas de los diferentes temas a tratar y mediante la asignación de problemas que deben ser sustentados en el aula.
3. Propiciar que el estudiante aprenda a trabajar adecuadamente en grupo y también de manera individual.
4. Posibilitar que el estudiante aprenda a usar eficientemente las herramientas tecnológicas a su alcance, en la solución de los problemas.
5. Desarrollar en el estudiante un pensamiento matemático, en el que vayan a la par la comprensión clara de los diferentes conceptos y una experiencia importante en la modelación y resolución de problemas utilizando las técnicas matemáticas.
6. Desarrollar en los alumnos habilidades tanto para la comprensión de la demostración de teoremas como para la obtención de conclusiones sólidas a partir de hipótesis dadas y su capacidad para leer demostraciones.

**2. JUSTIFICACIÓN**

Los conceptos básicos del cálculo diferencial se utilizan en muchos campos de conocimiento, en los que las razones de cambio permiten la descripción de fenómenos variacionales. La comprensión de los modelos generales para la variación y la destreza en hacer cálculos usando las herramientas del cálculo diferencial le facilitarán abordar los problemas de su área de formación específica.

**3. REQUISITOS ACADÉMICOS**  
De acuerdo con la clasificación de ingreso

**4. CORREQUISITOS ACADÉMICOS**

**5. CRÉDITOS ACADÉMICOS**

Tiempo presencial (en horas al semestre)	96
Tiempo independiente (en horas al semestre)	96
Total de créditos académicos	4

**6. INTENSIDAD SEMANAL**

Clase teórica	4.5
Talleres de práctica	1.5
Laboratorio	5.0
Total de horas/semana	12

**7. CONTENIDO PROGRAMÁTICO RESUMIDO**

diferenciabilidad. Modelación y resolución de problemas utilizando las técnicas del cálculo diferencial. Análisis básicos.

**8. CONTENIDO PROGRAMÁTICO DETALLADO**

**1. LOS NÚMEROS REALES Y LOS COMPLEJOS**

Objetivo:

- Realizar operaciones con números reales utilizando las propiedades y la relación de orden.
- Utilizar el método de inducción matemática para hacer demostraciones.
- Realizar operaciones básicas con números complejos.

- 1.1. Números reales.
- 1.2. Propiedades de la adición y multiplicación de reales.
- 1.3. Orden de los reales. Propiedades.
- 1.4. Intervalos.
- 1.5. Desigualdades.
- 1.6. Valor absoluto.
- 1.7. Inducción matemática.
- 1.8. Teorema de binomio.
- 1.9. Números complejos (operaciones básicas).

**2. FUNCIONES**

Objetivo:

Estudiar las funciones básicas (polinómicas, racionales, a trozos, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, trigonométricas inversas, hiperbólicas e hiperbólicas inversas) y sus características desde las representaciones algebraica y gráfica.

- 2.1. Sistema de coordenadas rectangulares.
- 2.2. Gráficas de ecuaciones.
- 2.3. Definición de función. Dominio, rango y gráfica.
- 2.4. Gráficas de funciones y transformaciones de las gráficas (polinómicas, a trozos, racionales).
- 2.5. Operaciones entre funciones (suma, diferencia, producto, cociente, composición).
- 2.6. Funciones inversas e inversas.
- 2.7. Funciones logarítmicas y exponenciales.
- 2.8. Funciones trigonométricas, trigonométricas inversas, hiperbólicas e hiperbólicas inversas.

**3. LÍMITES Y CONTINUIDAD**

Objetivos:

- Introducir el concepto de límite desde la noción intuitiva y la definición formal.
- Calcular límites utilizando sus propiedades.
- Analizar la continuidad de una función.
- Utilizar los teoremas de valor intermedio y de Bolzano para resolver problemas.

- 3.1. Una aproximación intuitiva a la definición de límite.
- 3.2. Definición formal del límite de una función.
- 3.3. Teoremas sobre límites de funciones.
- 3.4. Límites unilaterales.
- 3.5. Límites trigonométricos especiales.
- 3.6. Límites infinitos y límites al infinito. Asíntotas.
- 3.7. Continuidad de una función en un punto.
- 3.8. Continuidad de funciones compuestas y continuidad en intervalos.
- 3.9. Teoremas de Bolzano y del valor intermedio.

**4. LA DERIVADA**

Objetivo:

- Interpretar la derivada como una razón de cambio.
- Estudiar el concepto y las propiedades más importantes de las funciones diferenciables.
- Determinar la ecuación de la recta tangente a una curva en un punto dado.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar el teorema del valor medio para resolver problemas.</li> <li>• Determinar, analíticamente y gráficamente, la derivada de una función dada.</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Definición de derivada.</li> <li>4.2. Derivada y continuidad.</li> <li>4.3. Álgebra de derivadas (suma, producto potencias, cociente)</li> <li>4.4. Regla de la cadena.</li> <li>4.5. Derivación implícita.</li> <li>4.6. Diferenciales y aproximación mediante la recta tangente.</li> </ol>
<p><b>5. DERIVADAS DE LAS FUNCIONES TRANSCENDENTES</b></p> <p>Objetivo: Estudiar algunas de las funciones que aparecen con más frecuencia en problemas de aplicación que modelan fenómenos físicos y económicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Derivada de la función exponencial.</li> <li>5.2. Derivada de la función logarítmica.</li> <li>5.3. Derivadas de las funciones trigonométricas.</li> <li>5.4. Derivadas de las funciones hiperbólicas.</li> <li>5.5. Derivadas de las funciones trigonométricas inversas.</li> <li>5.6. Derivadas de las funciones hiperbólicas inversas.</li> </ol>
<p><b>6. APLICACIONES DE LA DERIVADA</b></p> <p>Objetivo: Modelar y resolver problemas utilizando las técnicas de derivación (trazo de curvas, optimización, tasas de cambio relacionadas, formas indeterminadas y métodos de aproximación Newton y Taylor).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Teorema de Rolle - Teorema del Valor Medio.</li> <li>6.2. Criterio de la primera derivada.</li> <li>6.3. Criterio de la segunda derivada.</li> <li>6.4. Teorema de valor extremo.</li> <li>6.5. Problemas sobre velocidad y otras razones de cambio relacionadas.</li> <li>6.6. Problemas de máximos y mínimos (En Ingeniería, Economía y Administración).</li> <li>6.7. Formas indeterminadas y la Regla de L'Hôpital.</li> <li>6.8. Método de Newton.</li> <li>6.9. Aproximación de funciones por polinomios de Taylor.</li> </ol>
<p><b>7. INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN</b></p> <p>Objetivo: • Introducir el concepto de integral, sus propiedades y la relación que existe con la derivada a través del Teorema Fundamental del Cálculo. • Determinar antiderivadas de funciones elementales.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. Antiderivadas.</li> <li>7.2. Integrales indefinidas.</li> <li>7.3. Integrales definidas: El área bajo la curva. Primer Teorema Fundamental del Cálculo.</li> <li>7.4. Integración por sustitución.</li> </ol>
<p><b>8. METODOLOGÍA</b></p> <p>Un estudiante de la Escuela debe estar en permanente búsqueda del perfeccionamiento en su formación académica, ser un apasionado por el conocimiento, buscar constantemente la excelencia y su independencia intelectual. El estudiante entonces será el principal responsable de su aprendizaje.</p> <p>De acuerdo con estas características, la metodología de los cursos de matemáticas busca involucrar al estudiante de manera activa en el proceso de aprendizaje mediante lecturas previas a los diferentes temas a tratar y la asignación de problemas que deben ser discutidos en el aula.</p>

<p>Se privilegia una metodología que propicie el dominio adecuado de los conceptos matemáticos estudiados y el desarrollo tanto de habilidades de pensamiento como de competencias para la resolución de problemas. Así mismo, debe permitir la incorporación del uso de la tecnología computacional al currículo de matemáticas, para facilitar los procesos de comprensión y representación de los temas matemáticos, y para potenciar el desarrollo de algunas habilidades cognitivas.</p>
<p><b>10. EVALUACIÓN</b></p> <p>La gestión universitaria en la Escuela está enmarcada por la evaluación continua de sus actividades y es integral, coherente, flexible e interpretativa. La evaluación del desempeño de los estudiantes es un proceso permanente que valora el cumplimiento de los objetivos propuestos y los compromisos adquiridos en cada asignatura.</p> <p>Se tienen en cuenta tres tipos de evaluación del aprendizaje de los estudiantes: la sumativa de los avances en el aprendizaje, la del proceso para reflexionar sobre la marcha del proceso educativo y el cumplimiento de las responsabilidades asumidas, y la comprensiva para valorar la calidad del trabajo realizado por el estudiante al finalizar el curso.</p> <p>Las calificaciones son la expresión cuantitativa de los resultados de las pruebas académicas. El semestre se encuentra dividido en tres tercios con porcentajes de 30%, 30% y 40%, respectivamente, y en cada tercio el peso del examen es de por lo menos el 50% y el resto corresponde a las notas asignadas a las demás evaluaciones realizadas como quizzes, trabajos, talleres, participación, etc.</p>
<p><b>11. BIBLIOGRAFÍA</b></p> <p><b>Texto principal</b></p> <p>Stewart, James. CÁLCULO, Transcendentes tempranas. Cuarta edición. Thomson Editores, México, México, 2002.</p> <p><b>Referencias para consulta</b></p> <p>Dimmons George F. Cálculo con geometría analítica. Editorial MacGraw Hill. Segunda edición. España, 2002.</p> <p>Stewart, James. CÁLCULO, Conceptos y contextos. Thomson Editores, México, México, 1999.</p> <p>Purcell, Varberg y Rigdon. Cálculo. Octava edición. Prentice Hall, Pearson Educación, México, 2001.</p> <p>Edwards y Penney. Cálculo, con geometría analítica. Cuarta edición. Prentice Hall, Pearson Educación, México, 2001.</p> <p>Thomas, George; Finney, Ross L. Cálculo con geometría analítica. 3ª Ed. en 2 vol. Addison Wesley, 1999.</p> <p>Leithold, Louis. Cálculo con geometría analítica. Séptima edición. Editorial Harla, México, 1988.</p> <p>Larson, Roland E., Hostetler Robert P. Cálculo con geometría analítica, 6ª Ed. Volumen 1. Mc Graw Hill, 1999.</p> <p>Agostini, Tom M. Cálculo: cálculo con funciones de una variable y varias variables, Segunda Edición. Editorial Reverte S.A. Barcelona, 1973.</p> <p>Slovak, Michael. CÁLCULO, Cálculo infinitesimal. Editorial Reverte S.A. Barcelona, España, 1975.</p>

## 9.2. ANÁLISIS DE UNA CLASE DE CÁLCULO UNIVERSITARIO

El presente anexo es parte del documento presentado para el seminario de Aportes y corrientes conceptuales sobre la Didáctica, presentado el 5 de septiembre del 2012, dentro del programa de la especialización en pedagogía.

### ANÁLISIS DE UNA SESIÓN DE CLASE DE CÁLCULO VECTORIAL

#### 1. DESARROLLO DEL ANÁLISIS

##### 1.1. CONTEXTO INSTITUCIONAL

La institución educativa donde se dicta la clase registrada y que es objeto de éste análisis corresponde a la Universidad Cooperativa de Colombia, cuya misión está definida de la siguiente forma:

*“La universidad Cooperativa de Colombia es una institución de educación superior, de propiedad social, que por su origen y organización pertenece al sector de la economía solidaria.*

*Son sus prósitos fundamentales: LA FORMACIÓN de profesionales con criterios políticos, creativos y solidarios que contribuyan al desarrollo armónico de la sociedad. LA INVESTIGACIÓN, vinculada a la docencia, coo aporte a la solución de problemas científicos y sociales; y LA EXTENSIÓN orientada al servicio público y al vínculo efectivo con el sector público.”<sup>40</sup>*

La educación desde ésta universidad está concebida como un servicio público, que pertenece al “sector solidario”; es decir que se considera como propiedad social y con un sentido social en los programas y proyectos que se dirigen a una población que por otros medios, no tiene acceso a la educación superior.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> Universidad Cooperativa de Colombia. **Proyecto institucional PI.** 25 de Junio de 2010

<sup>41</sup> Universidad Cooperativa de Colombia. **Proyecto institucional PI.** 25 de Junio de 2010 (Principios)

## 1.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES:

Esta materia fue dictada a estudiantes de cuarto semestre de ingeniería de sistemas, cuyo perfil una vez terminada la carrera se plantea por la universidad de esta forma:

*“Sus conocimientos profesionales lo facultan para laborar en organizaciones, sean públicas o privadas, de producción, de servicios, etc., como analizador y gestor del mejoramiento y optimización del sistema, pero manteniendo una búsqueda permanente de alternativas u oportunidades que le permitan ser emprendedor y/o empresario, generador de empleo y dispuesto a correr riesgos cuando sean necesarios para alcanzar estos propósitos.”<sup>42</sup>*

## 1.3. ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA DEL MAESTRO

La clase objeto de este análisis, está orientada por la ingeniera Astrid Bolívar, quien es el maestro tutor para esta área dentro del proceso de formación requerido.

Referente a su especialización, y/o formación no puedo opinar al no poseer la información referente. Por ello en el presente aspecto hago una apreciación del desarrollo de su clase desde el trabajo de la transcripción, que incluye el registro de un vídeo que también es citado en el documento de transcripción.

A mi modo de ver la clase evaluada resulta un tanto monótona, podría decirse aburrida, pero muy común desde mi experiencia personal al interior de un aula durante mi formación en ingeniería.

Al inicio de la clase se ve a un “portador de conocimiento” escribiendo. Que cuando empieza a hablar para explicar recibe una medio audible petición de esperar para copiar, pero aun así se inicia la explicación, sin considerar un espacio adicional.

*Profesora: Están de acuerdo, voy empezar a explicar si quieren.*

---

<sup>42</sup> <http://www.ucc.edu.co/bogota/Paginas/Ingenieriadestemas.aspx>



*Estudiante 1: Hay perdón profe espere... [Sonido difuso].*

*Profesora: eem, Tenemos tres ecuaciones para identificar en un plano ó esa rectas sobre superficies o ya sea las o tres rectas sobre superficies*

No se ve una introducción ó por lo menos un acercamiento de conceptos tratados para dar inicio a la actividad, sino que, el desarrollo consiste en la explicación de un ejercicio, y a partir de allí entrar a definir algunos conceptos e ideas nuevas.

*“La enseñanza se construye sobre lo conocido; no debe rechazarse. En el aprendizaje profundo, el nuevo aprendizaje se conecta con el antiguo, de manera que la enseñanza debe explotar las interconexiones: hacer explícitas las conexiones (“la semana pasada.... Hoy, continuo...,”)...”<sup>43</sup>*

Aunque dentro de la explicación cita ó hace referencia a algo ya visto:

*Profesora: “...Esos valores  $x_1$ ,  $x_2$  y  $x_3$  son las coordenadas del punto. Las ecuaciones paramétricas **esto ya lo habíamos visto**, son ecuaciones que dependen de un parámetro, en este caso o que generalmente siempre es el parámetro  $t$ . Hay una ecuación para  $x$ , otra para  $y$ , y una para  $z$ ....”*

También es posible describir a partir del vídeo de registro que muchas veces habla al tablero sin hacer contacto con los estudiantes.

Sin embargo realiza pausas cortas, durante su desarrollo para preguntar a manera de retroalimentación si hay claridad referente a lo explicado, aunque se presenta y total ausencia de respuesta por parte de los estudiantes.

***Profesora:** ¿Hasta ahí que dudas hay?...  
Hasta ahí ¿qué dudas hay muchachos?... después de eso ya ustedes tienen esto es la ecuación general, listo; van ustedes a sacar las ecuaciones paramétricas.  
Hay una para  $x$ , una para  $y$  y una para  $z$*

---

<sup>43</sup> John Biggs, John Burville Biggs. **Calidad del aprendizaje universitario.** 2da edición, NACEA, S.A. DE EDICIONES 2006 Madrid España

*Lo primero que colocan las coordenadas del punto, luego las coordenadas de  $a$ ,  $b$  y  $c$  con su correspondiente parámetro  $t$ , para poder así sacar las ecuaciones simétricas  
Entonces  $x\dots$  [La profesora escribe en el tablero].  
Listo, ahí tienen la general, las paramétricas y las simétricas  
Revisen y vuelvan a ver, si tienen alguna duda, o algo que no han entendido.*

Esto se debe precisamente a que el estudiante se halla inmerso en su propósito de copiar lo escrito en el tablero, sin realmente hacer un ejercicio reflexivo en relación a lo que está copiando.

Durante el desarrollo de la clase, se realizan algunos ejercicios siendo la oportunidad para establecer un diálogo con los estudiantes que intentan responder a una pregunta, se denota una baja participación, ó seguridad de los estudiantes al responder apenas audiblemente. Teniendo presente que por lo que se muestra en el vídeo los asistentes a esta sesión de clase fueron pocos.

### **1.3.1. MANEJO CONCEPTUAL**

La elección de esa categoría me pareció importante considerando que los conceptos ó ideas que se pretenden transmitir, requieren conocimiento de parte del maestro y desde allí es posible realizar el ejercicio de transmitir ese conocimiento, estableciendo la relación que permite que se dé el proceso de enseñanza cuyo objetivo está orientado al aprendizaje de quien recibe la clase, o por lo menos su acercamiento al mismo.

El tema de la clase que fue registrada para el ejercicio realmente incluye dos partes del programa requerido para la formación en esta etapa. La primera corresponde al concepto de "Planos tangentes y rectas normales a la superficie" y la segunda "Ecuaciones vectorial- paramétrica- simétrica rectas", no hay registro de una explicación de cada uno de los conceptos abordados, pero inicia el desarrollo de un ejercicio "quizás" estoy suponiendo posterior a la definición conceptual, ó a una clase introductoria en la que se hayan visto los teoremas, o definiciones. Con ello entrar a explicar el proceso de resolución de un problema referente al tema.

La profesora denota su conocimiento y dominio del tema, y sabe lo que está expresando. Tiene para ello un ejercicio sobre cual está indicando el procedimiento que debe realizarse.

Así por ejemplo:

*Profesora: ... Tenemos tres ecuaciones para identificar en un plano ó esas rectas sobre superficies o ya sea las o tres rectas sobre superficies --- de tres dimensiones  
La primera es la ecuación general, esa ecuación general se trabaja por medio de derivadas parciales, van a encontrar los valores de a1, de a2 y de a3. Listo*

Hay implícita una teoría, junto a su orientación para desarrollo del ejercicio, La parte teórica implícita podemos incluirla en ésta explicación que generalmente se ofrece como introducción al tema:

Cuando la superficie está definida de manera implícita por la ecuación  $F(x,y,z)=0$ , entonces la ecuación del plano tangente en un punto  $P(x_0, y_0, z_0)$  de la superficie viene definido por la ecuación:

$$\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_P (x-x_0) + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_P (y-y_0) + \left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)_P (z-z_0) = 0$$

y la recta normal por:

$$\frac{x-x_0}{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_P} = \frac{y-y_0}{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_P} = \frac{z-z_0}{\left(\frac{\partial F}{\partial z}\right)_P}$$

Si la ecuación de la superficie está definida de manera explícita  $z = f(x,y)$  entonces la ecuación del plano tangente en el punto  $P(x_0, y_0, z_0)$  viene definida por:

$$z-z_0 = \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_P (x-x_0) + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_P (y-y_0)$$

y la ecuación de la recta normal:

$$\frac{x-x_0}{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_P} = \frac{y-y_0}{\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_P} = \frac{z-z_0}{-1}$$

La ecuación del plano tangente se puede utilizar para calcular el valor aproximado de una función. Gráficamente significa medir el valor de la función sobre el plano tangente y no sobre la superficie.<sup>44</sup>

Aquí se hace explícito el manejo, o relación de las ecuaciones a los planos tangentes y rectas normal a la superficie, así por ejemplo se ve la relación las ecuaciones del plano y la relación a otras rectas mediante sus derivadas parciales. Lo que la docente hace es seguir secuencialmente una serie de pasos para transmitir el modo de resolución de problemas. ¿Qué hacer con las ecuaciones? ¿qué despejar? ¿dónde derivar?, etc.

También manifiesta el haber definido previamente algunos conceptos, por ejemplo:

*Profesora: ...Las ecuaciones paramétricas **esto ya lo habíamos visto**, son ecuaciones que dependen de un parámetro, en este caso o que generalmente siempre es el parámetro t.*

Definición de ecuación paramétrica:

*“Para trazar una curva por puntos, partiendo de su ecuación de coordenadas cartesianas, se comienza por expresar una de las variables en función de otra.*

*En algunos casos conviene expresar as coordenadas de los puntos de una curva en función de una tercera variable, más bien que una función de la otra. Esa tercera variable se llama parámetro, y las ecuaciones que conectan las coordenadas con el parámetro se llaman ecuaciones paramétricas.”<sup>45</sup>*

En el anexo 1, adjunto algunos ejercicios que ayudan a comprender los ejercicios ó procedimientos realizados durante la clase, si bien no son el mismo ejercicio (pues no tengo los datos) hay indicaciones de

<sup>44</sup> Calculo

<sup>45</sup> Anfossi Agustin, Flores Meyer, Marco Antonio. **GEOMETRÍA ANALÍTICA**. Editorial progreso, S.A. de C.V México D, F 18ª reimpresión 2004. P. 169

procedimientos similares a los realizados en el aula, y que incluye el desarrollo de ejercicios de rectas, obtención ó empleo de ecuaciones paramétricas, y de ecuaciones simétricas, al igual que el cálculo de la ecuación vectorial. Lo que no incluye son ejercicios de derivación.

En mi opinión la profesora denota su conocimiento del tema, y sabe exactamente lo que está expresando. .

### 1.3.2. METODOLOGÍA

A mi modo de ver la metodología empleada por la docente corresponde a una clase magistral. La clase que presenta resulta una escena muy común al interior de las aulas universitarias en formación relacionada al programa básico para estudiantes de ingeniería. Donde el docente que es el portador del conocimiento, hace una exposición teórica y planteando una serie de ejercicios a desarrollar que incluye en la explicación. Cabe anotar que la exposición de éstos temas suele ser en “forma” igual ó similar, el desarrollo de la misma puede variar también de acuerdo a la actitud del docente frente al desarrollo de su clase.

“La clase magistral es el método normal de enseñanza cuando las clases son muy numerosas. Sus virtudes radican en la comunicación de a). Información, y b) las interpretaciones personales del profesor, pero que requiere una concentración que reduce drásticamente su valor si no se desarrolla adecuadamente”.<sup>46</sup>

Es así como el estudiante se sitúa frente a una exposición, que le permitirá hacerse a una idea de lo que necesita revisar, para de ese

---

<sup>46</sup> John Biggs, John Burville Biggs. **Calidad del aprendizaje universitario.** 2da edición, NACEA, S.A. DE EDICIONES 2006 Madrid España

modo responder al requisito que se conoce como evaluación. Desde ese punto la clase puede ser vista por parte del estudiante y del maestro como una mera formalidad.

Lo ideal sería ver una actitud en la que el estudiante manifieste su interés real por alcanzar el aprendizaje de lo expuesto, al igual que una actitud docente que denote un interés por transmitir de la mejor manera lo que pretende enseñar.

Es por ello que éste tipo de clases suele convertirse en un requisito que cumplen ambas partes, allí se da “cumplimiento por dictar una clase de parte de un sujeto, y de otro sujeto por asistir”, finalmente el estudiante termina siendo receptor pero no de la totalidad del concepto enseñado, sino de lo que alcanza a copiar. Ello no le permite realizar una reflexión acerca de lo expuesto y de su real entendimiento ó asimilación, ni le permite asumir una actitud de evaluación, de si hubo ó no comprensión.

## 2. ASPETOS POR MEJORAR

No se dan pausas para reflexionar referente a los conceptos recién expuestos por los estudiantes.

La clase parece en su mayoría un monólogo de parte e del docente, con muy pocas participaciones de parte de los estudiantes. Tal como lo plantea J.Biggs *“Desde la clase magistral normal no es un acontecimiento único, con un orador invitado especial y pagado, sino el método regular y habitual de enseñanza.”* En la p 130 de su libro:

La manera como se presenta la sesión de clase escribiendo en el tablero y estableciendo poco contacto visual con los estudiantes, además de mantener una velocidad ó rapidez de mostrar la información de parte del docente, puede ser causa de resultados de bajo nivel.

*“Los resultados de bajo nivel que por regla general, se obtienen con la clase magistral se deben en gran parte a las actividades continuadas de escuchar y tomar apuntes”<sup>47</sup>*

---

<sup>47</sup> John Biggs, John Burville Biggs. **Calidad del aprendizaje universitario.** 2da edición, NACEA, S.A. DE EDICIONES 2006 Madrid España

*Mejorar la participación de parte del estudiante, que aparece como un sujeto pasivo.*

De otro lado me parece importante resaltar la poca asistencia que se ve en clase, y cabe preguntar aquí, si existe una motivación o justificación que explique acertadamente este aspecto, porque a nivel de educación secundaria lo que resulta común, y constante es el hecho de que el estudiante asiste en un horario determinado, sin posibilidades de elegir en que participar y en que no. En el ámbito universitario, existe la idea “*esto no es el colegio*”, que algunos profesores ayudan a remarcar al momento los procesos para formación profesional.

Entonces ¿preciso ir para recibir la información que se encuentra en el texto?, pero quizás puede ser motivante ir porque en realidad se darán orientaciones que aclaren lo que expone el texto?, y que ayudarán el día de presentar la evaluación.

En éste trabajo se usa como material de referencia, el documento presentado previamente para la misma asignatura “M.L. González, M.A. de Luque Villa, E. Fernández. **TRANSCRIPCIÓN DE UNA CLASE DE CÁLCULO VECTORIAL.** 31. Agosto.2012” Usando un registro audiovisual realizado para tal propósito.