

**EL PROYECTO DE AULA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA
PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS
EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA:
PROPUESTA Y APLICACIÓN EN LA ASIGNATURA
MECÁNICA DE FLUIDOS
EN LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA**

**AUTORA: BLANCA LUCÍA CARDONA SALAZAR
ASESORA: DRA. ELVIA MARÍA GONZÁLEZ AGUDELO**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN DIDÁCTICA UNIVERSITARIA**

**MEDELLÍN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
EDUCACIÓN AVANZADA**

2005

*A Rodrigo, Santiago e Ignacio
por su paciencia y colaboración durante
la realización del posgrado.*

Agradecimientos

A la Doctora Elvia María González Agudelo, por su acompañamiento y apoyo permanente durante la realización de esta monografía.

A los alumnos de la asignatura Mecánica de Fluidos de la Corporación Universitaria Lasallista, que permitieron con la realización de su trabajo, el desarrollo de este proyecto de aula.

RESUMEN

Esta monografía expone un proyecto de aula realizado en la asignatura Mecánica de Fluidos, con los estudiantes de Ingeniería de Alimentos e Ingeniería Ambiental de la Corporación Universitaria Lasallista, en el segundo semestre del 2005.

El proyecto de aula que se propone consiste en el planteamiento de problemas al inicio de la asignatura que dan origen a proyectos a realizar en equipos de trabajo. Dichos proyectos se desarrollan paralelamente al desarrollo de la asignatura, de manera que cada tema trabajado permite avanzar en la realización del proyecto.

El desarrollo del proyecto no sólo afianza los conocimientos propios de la asignatura sino, que permite aplicar estos conocimientos de una manera coherente en un contexto real, de manera que se adquieren competencias que permitirán al estudiante desempeñarse como ingeniero en un futuro.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1 ALGUNOS PUNTOS PROBLEMÁTICOS EN LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA	7
2 ACERCA DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS O LA FUNDAMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	14
2.1 MUNDO DE LA VIDA	14
2.2 CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	16
2.3 PROYECTO Y PROYECTO DE AULA	18
2.4 COMPETENCIAS	23
2.5 UN ACERCAMIENTO AL MÉTODO DE LAS CIENCIAS Y MÉTODO HEURÍSTICO EN LAS INGENIERÍAS	30
3 EL PROYECTO DE AULA EN MECÁNICA DE FLUIDOS	36
3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	36
3.2 PROYECTO DE AULA	39
4 MECÁNICA DE FLUIDOS: PROPUESTA DIDÁCTICA GESTIONADA POR PROYECTOS	42
4.1 EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE AULA	45
4.2 RESULTADOS	53
CONCLUSIONES	57
ANEXOS	62
BIBLIOGRAFÍA	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Competencias en ingeniería	29
Tabla 2: Relación Competencias y Estrategias Didácticas en Ingeniería	30
Tabla 3: Mecánica de Fluidos – Proyecto de Aula	40
Tabla 4: Metodología del Proyecto de Aula en Mecánica de Fluidos	46
Tabla 5: Notas de la asignatura (por estudiante)	55
Tabla 6: Parámetros estadísticos	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Listado temas proyecto	62
Anexo 2: Detalle entregas proyecto	63
Anexo 3: Parcial 1	65
Anexo 4: Parcial 2	67
Anexo 5: Evaluación final	69
Anexo 6: Competencias, habilidades, destrezas y estrategias	71

INTRODUCCIÓN

Aunque hoy día las universidades se encuentran realizando reformas curriculares, el efecto de ellas no ha llegado plenamente al trabajo en el aula, conviven el espíritu de una reforma en la universidad y prácticas tradicionales en el trabajo con los estudiantes. Es por eso que desde la asignatura, mecánica de fluidos, se muestra cómo es posible realizar innovaciones didácticas en el aula de clase coherentes con los nuevos currículos de los programas de Ingeniería de Alimentos e Ingeniería Ambiental, de la Corporación Universitaria Lasallista de Medellín que apuntan a educar personas desde el enfoque de competencias.

Desde la ubicación de la asignatura dentro del campo de formación de la ingeniería, y una intención formativa manifiesta en los nuevos enfoques educativos, se encuentra que una manera de educar al estudiante que está cursando las ciencias básicas de ingeniería, es desarrollando proyectos que les permiten articular el mundo académico con el mundo de la vida, evidenciando en los alumnos la adquisición de competencias genéricas, específicas e investigativas necesarias para el desempeño profesional y en su proyecto de vida.

Para lo cual, esta monografía se propone diseñar, aplicar y evaluar un proyecto de aula que articule el mundo de la vida con el conocimiento en Mecánica de Fluidos desarrollando las competencias para identificar e interpretar situaciones del mundo de la vida relacionadas con el campo de conocimiento de la asignatura, explicar adecuadamente su dinámica, relacionar sus variables, diseñar sistemas

de transporte de fluidos, evaluar los mismos, crear soluciones innovadoras, comunicar de diversas maneras el conocimiento.

Se enuncian los conceptos de educación basada en proyectos, mundo de la vida, ciencias básicas de ingeniería, competencias, método científico y método heurístico. Y luego se diseña el proyecto de aula para la asignatura Mecánica de Fluidos, se ejecuta, sistematiza y analiza la información sobre la estrategia y su aplicación.

Como resultado de esta experiencia se puede evidenciar como con la utilización de una estrategia didáctica basada en proyectos, el estudiante logra adquirir las competencias ya enunciadas que le permiten aplicar los conocimientos adquiridos en la materia para resolver situaciones reales en el mundo de la vida de manera creativa; y actuar en equipos de trabajo siendo reconocido por sus compañeros no sólo por su capacidad técnica sino también de relacionarse en un entorno profesional, para actuar de manera propositiva sobre su mundo, el mundo de la vida.

.

.

1 ALGUNOS PUNTOS PROBLEMÁTICOS EN LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA

Hoy en día a raíz de los cambios propuestos por el Ministerio de Educación Nacional en la educación superior en su decreto 2566 del 2003, y a la urgencia que ven los directivos de acreditar su institución, mostrando calidad y excelencia en sus programas, se están realizando reformas curriculares en la mayoría de universidades.

La Corporación Universitaria Lasallista se encuentra en el proceso de reforma curricular de sus programas. Revisando planes de estudio, contenidos de las asignaturas, distribución de las mismas en los diferentes semestres, y organizando semilleros de investigación.

Sin embargo, si se revisa cómo se manejan las asignaturas desde el aula no sólo en esta universidad, sino en general, en las facultades de ingeniería, es preocupante la situación.

Desde la cotidianidad de la enseñanza de la ingeniería la mayoría de profesores de las facultades de ingeniería, cuando fueron contratados sólo se les preguntó si conocían sobre la asignatura que iban a trabajar, si tenían estudios de posgrado, mejor, aunque la especialización o maestría fuera en área diferente a la materia de trabajo, se les entregó un plan de la materia que, en la mayoría de los casos, era una lista de contenidos, se hicieron profesores por la misma práctica; al entrar a la institución se les dieron unas horas de capacitación pedagógica; y muy pocos buscaron más capacitación en ese aspecto.

¿Cómo es la práctica de estos docentes? Empezaron imitando las clases de sus profesores, dieron como bibliografía de referencia unos textos que defienden por clásicos. Al elaborar planes de las asignaturas, proponer estrategias didácticas (objetivo, contenidos, método, forma, medios y evaluación) generalmente se olvidaron de método, forma y medios y mencionaron la "Libertad de Cátedra" (que a veces no es más que disfrazar la ignorancia en temas pedagógicos) para justificar su actividad docente.

¿Cómo se enlazan entre sí las asignaturas? Se confía en que cada profesor durante el semestre aborde los contenidos del plan de estudios de la asignatura, completos. Como no se conocen los profesores entre sí y no fueron consultados al elaborar el currículo, en el mejor de los casos trabajan todos los contenidos pero con orientación distinta (en ingeniería aunque no parece, también hay lugar a diferente forma de enfocar lo mismo), formas diferentes de evaluar, criterios diferentísimos a la hora de valorar resultados. Por los horarios de los profesores de cátedra es difícil que siquiera se encuentren; no hay casi nunca intento de comunidad académica.

Es una enseñanza donde no hay comunicación entre profesor, alumno y el saber. El estudiante sigue el juego de estudiar lo que el profesor que califica la asignatura quiere, y de la forma que él quiere para pasar el curso. Sólo después se pregunta cómo va a aplicar eso en la vida real.

¿Qué se obtiene? Grandes niveles de pérdida, en las facultades de ingeniería pierde el 50% o más de los estudiantes, y se justifica desde la exigencia académica y el hecho de ser una buena universidad, porque no todos pasan, lo cual se interpreta como un indicativo de exigencia académica.

Al final de este proceso educativo, cuando el estudiante se gradúa y llega al mundo del trabajo siente que no sabe nada, no encuentra cómo aplicar los conocimientos adquiridos durante su carrera, no logra interpretar adecuadamente el contexto del trabajo y relacionarlo con sus conocimientos para entrar a identificar las problemáticas a resolver, y proponer soluciones adecuadas a las mismas.

Esta situación la confirman los estudiosos de la docencia universitaria. Al consultar sus publicaciones, se encuentran los siguientes apartes sobre el tema:

Al revisar la Universidad en general se encuentra que esta problemática no es exclusiva de la Ingeniería; algunos autores como Armando Zambrano tratan este problema en sus escritos. A propósito del tema dice: "En la Universidad todo está dado, y no hay posibilidad de descubrir la pregunta que formula y responde. En el espacio pedagógico, las prácticas pedagógicas son menos interesantes que aquellas que se producen en las escuelas. Los docentes universitarios terminan siendo los sujetos activos de una reflexión que debería estar a cargo del propio alumno. Allí no existen ni constructivismos, ni pedagogía diferenciada y mucho menos pedagogía crítica. Es decir, en estos espacios de saber superior se anulan las propias aspiraciones de vida. Significo una aspiración de vida como la forma más natural de preguntarse. En la Universidad la práctica pedagógica está orientada por unos discursos excluyentes. No existen canales de comunicación alternativos, tampoco tiene lugar la interdisciplinariedad " (Zambrano, 2001: 161)

Y en este orden de ideas, presenta a un profesor universitario como "...un técnico de los saberes que, por lo general, domina unos textos de referencia y alguna que otra teoría" (Zambrano, 2001: 162)

El mismo Zambrano hablando del espacio universitario, sostiene: "simbólicamente, las universidades son espacios de saber absoluto, universal. En este espacio se cultiva el "pensamiento" y se hacen todos los esfuerzos para que los que en ella se forman, terminen por no entender nada de la vida, como tampoco de la historia" (Zambrano, 2001: 160)

Según el autor, la relación pedagógica entre docente y alumno es dramática: " el docente en este nivel relacional no reconoce la autonomía del alumno y le resta toda la atención reflexiva que exige pensarse a si mismo y en función de la libertad humana en general " (Zambrano, 2001: 156)

También, a propósito del tema, Jaime Restrepo Cuartas expresa, refiriéndose a la enseñanza universitaria " La enseñanza hoy en día es tubular: el especialista le enseña a los estudiantes lo que él sabe y trata de imponerles un criterio en contra de la característica fundamental del conocimiento que es la visión universal " (Restrepo, 1998: 20)

Y al mostrar la poca conexión de las asignaturas con la práctica, evidencia el poco conocimiento que tienen los profesores de la misma: " Nosotros todavía tenemos muchos profesores universitarios que no han ejercido nunca el oficio de su profesión, siempre han sido profesores de la universidad y les hace falta esa relación con la práctica profesional para retroalimentar la cátedra " (Restrepo, 1998: 23). Además, habla de planes de estudio totalmente rígidos y el poco impulso dado a la investigación dentro de la formación de pregrado.

Otros como Carlos M. Álvarez y Elvia María González, también encuentran lo siguiente al respecto: " El proceso actual de transformación curricular que vive la Universidad de Antioquia ha construido una contextualización de la enseñanza universitaria que ha arrojado como una de sus principales carencias la ausencia

de formación de sus profesores en el campo pedagógico, lo cual ha incidido directamente en la poca implementación de estrategias didácticas para la innovación en la enseñanza superior ” (Álvarez , y González, 2003: 42)

Los mismos autores, al referirse a la forma de las clases y a la incidencia del profesional en la sociedad, dicen: ” En la Educación Superior los docentes forman a sus discentes por medio de un discurso eminentemente teorizante, centrado en la información de los resultados abstractos de las ciencias, en deterioro de la construcción interna, de la posición consciente del que aprende y de su pertinencia social. Los egresados universitarios así formados no inciden en el mundo de la vida para transformarlo en beneficio de la comunidad ” (Álvarez, y González, 2003: 43)

Otro de los aspectos a considerar es el de la falta de preparación de los mismos docentes en su actualización, se evidencia en ”... que la comunidad profesional no se haya reestructurado aún de manera suficiente en torno a la comunidad de investigadores y que la preparación siga guiándose más por el acervo de saberes tradicionalmente requeridos por la profesión que por la asimilación de la producción intelectual reciente de la comunidad de investigadores ”. (Mockus, 1999: 75-76)

Hernández, profesor de la Universidad Nacional, evidencia en sus escritos varios aspectos del problema de la educación superior. Para empezar, muestra ” La docencia repetitiva, que se basa en apuntes leídos semestre a semestre y en la proposición de los mismos ejercicios, es uno de los graves problemas que enfrenta la educación superior [....].lleva a los docentes a una actitud pasiva y poco comprometida con su trabajo ” (Hernández, 2002: 64)

El autor, también enuncia la necesidad de la reflexión sobre su campo del saber y la práctica pedagógica; la cual, en muchos casos, no se da: " Se está así ante una extraña paradoja: "...han dejado de participar en las discusiones de su comunidad precisamente por estar dedicados a la docencia. No son ya en sentido estricto miembros de las comunidades académicas a las cuales pertenecieron y no reflexionan sistemáticamente ni sobre los problemas de su campo ni sobre la docencia. Se encuentran separados de la relación de indagación y construcción que el académico mantiene con el conocimiento y repiten sin entusiasmo las mismas lecciones " (Hernández, 2002: 78)

Además por no planear las sesiones de clase se llega a prácticas que fomentan más la competencia que la cooperación y " Se pierde así un elemento esencial de la cultura académica: la solidaridad de quienes reconocen que los productos más elaborados de la academia son resultado del trabajo en equipo.lo que es más problemático es el efecto de esta dinámica en el compromiso que el egresado pueda tener con la sociedad " (Hernández, 2002: 52)

Adicionalmente a lo ya expuesto, se encuentran elementos de tensión: entre tradición e innovación, entre docencia e investigación, entre docencia y proyección social y entre investigación y proyección social. (Hernández, 2002)

Desde las mismas facultades de ingeniería hay preocupación por la articulación del ingeniero al mundo profesional, en las reuniones de ACOFI (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería), se debaten muchos temas y hoy día a raíz de los cambios que conlleva la aplicación del decreto 2566 del 2003, ya se empiezan a debatir más temas sobre la parte pedagógica.

Desde la última reunión de facultades de ingeniería programada por ACOFI, Julio Cardona Castro, presidente de ACIEM recomienda, para evitar los problemas

actuales de desubicación del ingeniero en su entorno profesional, la necesidad de articulación entre el sistema educativo, e interacción de la universidad con el sector productivo.

A su vez, el viceministro de Educación Nacional Javier Botero Álvarez, en la reunión de Cartagena, explica la necesidad de implementar las directrices que da el decreto 2566 de 2003 donde se pide la estructuración de programas en créditos, debido a que la aplicación del modelo educativo donde se da prioridad al trabajo del docente y el estudiante es receptor pasivo; no fue satisfactoria.

Al revisar todo esto se evidencia la necesidad de un cambio en la enseñanza de la ingeniería, (y de todas las disciplinas en general), no sólo por aplicar una nueva reglamentación para acreditar una institución sino con las consecuencias que conlleva el formar un profesional pensando en el desarrollo de competencias; como son cambiar las formas de enseñar y aprender, para formar un profesional autónomo y responsable. Que no quede como muchas de nuestras reformas que se escriben, pero no se reflejan en la práctica educativa cotidiana.

2 ACERCA DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS O LA FUNDAMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La Universidad busca al educar un profesional que a través de la actividad docente pueda desempeñarse en la sociedad de una manera creativa; que no sólo ejerza laboralmente sino que contribuya a la creación de nuevos conocimientos a través de una actitud investigadora, es decir articular docencia e investigación, lo cual se pretende lograr con el proyecto de aula como estrategia didáctica, donde se reúnen los elementos de la didáctica, la formación por competencias, la interacción en el mundo de la vida y el mundo de los conocimientos en el campo de la Ingeniería.

Es por esto que aquí se establece nuestro marco de referencia con los conceptos de mundo de la vida, ciencias básicas de ingeniería, proyecto de aula, competencias, método científico y método heurístico.

2.1 MUNDO DE LA VIDA

En cada acto de habla se manifiesta la relación de un sujeto con tres mundos: objetivo, social y subjetivo. Como lo explica Habermas: "un hablante al ejecutar uno de los actos de habla estándar, entabla una relación pragmática con algo en el mundo objetivo (como totalidad de las entidades sobre las que son posibles enunciados verdaderos); o con algo en el mundo social (como totalidad de las acciones legítimamente reguladas); o con algo en el mundo subjetivo (como totalidad de las propias vivencias a las que cada cual tiene un acceso privilegiado y que el hablante puede manifestar verazmente) " (Habermas, 1998: 2)

Habermas lo conceptualiza en su obra Teoría de la Acción Comunicativa así: "...el mundo de la vida aparece como un depósito de autoevidencias o de convicciones incuestionadas, de las que los participantes en la comunicación hacen uso en los procesos cooperativos de interpretación. Pero sólo cuando se tornan relevantes para una situación puede éste o aquel elemento, pueden determinadas autoevidencias ser movilizadas en forma de un saber sobre el que existe consenso y que a la vez es susceptible de problematización " (Habermas, 1998: 5)

En el proceso de enseñanza aprendizaje, se debe llegar a definiciones comunes a través de un proceso de definiciones y redefiniciones. Ya que se presentarán las relaciones con los tres mundos: objetivo, social y subjetivo de cada uno de los participantes del proceso educativo, en la comunicación.

El mundo de la vida es importante en la actividad educativa ya que va mediada por la comunicación, y va orientada al entendimiento. Conecta la imagen lingüística del mundo, el lenguaje y la cultura. Y sirve de referente para tomar las situaciones a resolver. Es el horizonte presente siempre en la vida de cada uno, del cual se torna relevante para el conocimiento, el fragmento relacionado con la situación que se pretende resolver.

Para cada uno de los partícipes en una actividad formadora, el mundo de la vida aporta elementos a partir de los cuales se comprende el nuevo aspecto del conocimiento que se trabaja en el momento, y, aunque tengan información incompleta o sesgada permiten mejorar y ampliar la capacidad de integrar los nuevos conocimientos a los ya existentes. Debido a que esas preconcepciones llevan la relación del sujeto con lo externo a él, lo que lo hace partícipe de un grupo social y sus propias vivencias interiorizadas, permiten ir integrando

conocimientos al mundo del sujeto, que cada vez se verá enriquecido con nuevos elementos.

2.2 CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA

En el caso de las ciencias básicas de ingeniería o sea las que reúnen las ciencias básicas (matemáticas, física, química, biología) son las que se refieren a las necesidades y operaciones básicas en un proyecto de ingeniería, como son:

- ✓ mecánica de fluidos, donde se estudia lo relacionado con sistemas de transporte de fluidos
- ✓ transferencia de calor, estudia las situaciones donde hay intercambios de energía debido a diferencias de temperatura, entre sistemas
- ✓ manejo de sólidos, estudia las situaciones donde es necesario manejar sólidos y/o transformarlos
- ✓ transferencia de masa, estudia las situaciones donde se realizan intercambios de materia entre sistemas
- ✓ materiales, donde se estudian los materiales utilizados en los proyectos desde sus propiedades físicas y químicas, y las posibilidades que permiten dichas propiedades para su utilización
- ✓ termodinámica, donde se estudian los intercambios de energía asociados a los diferentes tipos de procesos en ingeniería.

Durante su formación en la etapa inicial el futuro ingeniero adquiere conocimientos en ciencias básicas (matemáticas, física, química, biología). Con estos conocimientos, al llegar a la segunda etapa, inicia su recorrido por las Ciencias Básicas de Ingeniería, aquí adquiere los conocimientos en las operaciones y necesidades que se encuentran en los proyectos y desarrollos de la ingeniería.

Una vez vistas las ciencias básicas en ingeniería, ya es posible entrar a la etapa de formación final, donde reúne en un solo proyecto un conjunto de ciencias básicas de ingeniería. Y se anexa la componente de administrativa al proyecto, con las asignaturas de la línea de administración y economía.

En el caso de la Mecánica de Fluidos, las ciencias básicas dan fundamento a sus desarrollos: la física aporta sus desarrollos, la matemática de herramientas que permiten llegar a ecuaciones y gráficas de especial importancia en las aplicaciones de la asignatura, la química aporta el conocimiento de las sustancias y sus propiedades Y desde otras ciencias básicas de ingeniería también se traen aportes; la termodinámica trae las leyes que cuantifican lo relacionado con los intercambios de energía, y los materiales contribuyen con información que basada en la química y la física permite seleccionar los mas adecuados para los elementos del sistema.

Para los dos programas en los cuales se aplica el proyecto mostrado en esta monografía, Ingeniería Ambiental e Ingeniería de Alimentos, la asignatura es de especial importancia. Para Ingeniería Ambiental aporta la base de los desarrollos que se relacionan con el transporte de agua y aire, como son Hidráulica, Potabilización de aguas, Tratamiento de Aguas Residuales, Sistemas de Ventilación Industrial. En Ingeniería de Alimentos es clave del cálculo de los sistemas de transporte de fluidos en industria, aguas de proceso, fluídos como jugos, gaseosas, salsas, cremas, leche, y cómo además del transporte de fluídos en la industria allí se transforman los insumos en productos, aporta elementos para Transferencia de Calor, Transferencia de Masa, Procesos y Diseño de Planta.

2.3 PROYECTO Y PROYECTO DE AULA

Una estrategia didáctica es un conjunto de actividades, ordenadas y articuladas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de una asignatura. Permite organizar totalmente un curso o utilizarse para trabajar temas específicos dentro de los contenidos del mismo.

En la universidad, se utiliza una variedad de estrategias didácticas, desde la clase magistral que viene desde los orígenes de la misma, hasta, seminarios, debates, estudios de casos, aprendizaje basado en problemas, proyectos, aprendizaje colaborativo, pasantía (práctica en sitios de trabajo), talleres, bibliografía reseñada, uso de tecnologías de información y comunicación (instrucción asistida por computador, uso de software específico, uso de e-mail). Estrategias que se han venido implementando con los sucesivos desarrollos de la reflexión sobre la educación universitaria.

Dependiendo del campo disciplinar y el objetivo de formación, se puede seleccionar una estrategia o una combinación de las mismas, que lleve a que el estudiante logre con una actividad responsable de su parte, una mejor apropiación del conocimiento; y que, motivo de su reflexión sobre éste, logre aplicarlo sobre su entorno de manera propositiva.

La palabra proyecto es un término polisémico, tiene significados y aplicaciones muy diferentes. Su etimología *proiectus*, del latín (*pro* significa hacia delante o hacia el futuro y *edictus* – participio pasado del verbo *iacere*- significa lanzar o arrojar) no ayuda a definirla de una forma precisa. De acuerdo a su uso se dice por ejemplo desde la filosofía *proyecto de vida*, desde la sociología *proyecto de desarrollo*, desde la ciencia *proyecto de investigación*, desde el sector productivo *proyecto empresarial*, y así en todos los campos se encuentran proyectos (en actividades políticas, económicas, tecnológicas, científicas, culturales, educativas).

Todas las acepciones tienen algo en común: " la función de un proyecto es dirigir, encauzar, guiar y orientar las acciones o a las personas hacia un fin determinado". (Cerde, 2001: 11)

En las instituciones educativas el proyecto ha encontrado lugar no sólo para planear la administración educativa sino para realizar de una mejor manera los procesos de enseñanza y aprendizaje, de forma que se vinculan trabajo en el aula e institución educativa, con el entorno social. (Cerde, 2001)

En educación se atribuye el iniciar el método de trabajo por proyectos, a William H. Kilpatrick (1918) " en su libro *The Project Method* concibe el método de proyectos como una actividad que se desarrolla ante una situación problemática, concreta y real, que exige soluciones prácticas " (Cerde, 2001: 120)

Kilpatrick propone este método con el propósito de aplicar las ideas de Jhon Dewey respecto a la educación (práctica centrada en la experiencia); y las de Thorndike sobre psicología del aprendizaje. Le encuentra muchas ventajas porque permite trabajo en grupos, la interdisciplinariedad, e integrar actividades, contenidos y personas en la práctica educativa.

Kilpatrick sistematiza el método, y clasifica los proyectos según sean de producción, su objetivo es producir algún objeto, consumo, su objetivo es utilizar un objeto producido por otros, mejoramiento técnico y aprendizaje, su objetivo es enseñar una técnica o procedimiento y proyectos problema para enseñar a solucionar problemas.

Cerde presenta en su obra cómo algunos autores conciben el proyecto en la educación, por ejemplo Louis Not y Marc Brut hablan de proyecto pensando en la

planeación, implementación, información, procedimiento y además enfatizan en un método no directivo, trabajo de grupo, iniciativa, interacción, integración de materias.

Por su lado los franceses como Laurent Dubois dicen que este tipo de estrategia debe centrarse en las últimas teorías del aprendizaje, ya que modifica sustancialmente el triángulo didáctico maestro-alumno-saber.

En el desarrollo de proyectos educativos, muy pocos describen la estructura de un proyecto desde sus fases, de forma que se evidencie la propuesta de enseñanza y aprendizaje. Muchos docentes proponen proyectos educativos desde la metodología de la investigación, lo cual permite el desarrollo del proyecto pero no la evaluación de la propuesta como estrategia docente, en el campo de la ciencia en la cual se utiliza dicha estrategia.

Maguire y Titon describen las siguientes fases como "básicas" para un proyecto en el aula (Cerde, 2001: 126)

- ✓ Selección y elaboración.
- ✓ Planeación.
- ✓ Previsión de la ejecución.
- ✓ Recolección información y selección del material.
- ✓ Presentación en clase del proyecto para su discusión.
- ✓ Síntesis del trabajo y de la discusión en torno a éste.

Por su parte Elvia María González, estructura un proyecto en tres momentos, así (González, 2001):

- ✓ la contextualización, Aquí se relacionan el objeto (el entorno del problema y sus características), el objetivo (aquello que se desea formar en el

estudiante) y los conocimientos (los conceptos, leyes y teorías que permiten unas visiones del mundo desde la disciplina de trabajo)

- ✓ lo metodológico: estrategias didácticas (pasos que se realizan para desarrollar el proyecto), grupo (relación entre el orientador del proyecto y los estudiantes que lo realizan) y medios (herramientas que se deben utilizar en la realización del proyecto)
- ✓ lo evaluativo. donde se valoran procesos (cómo se van desarrollando las etapas propuestas y su relación con los objetivos propuestos) y resultados o sea el producto (para determinar si con el proyecto en cuestión, se resuelve el problema).

El proyecto de aula reúne todos los elementos de la didáctica: revisemos primero lo que es la didáctica para luego justificar la existencia de la misma en los proyectos de aula en ingeniería : "...se puede definir el proceso docente educativo como aquel proceso, que, como resultado de las relaciones sociales que se dan entre los sujetos participantes, está dirigido de un modo sistémico y eficiente, a la formación de nuevas generaciones con miras a la solución del problema social, que se constituye en el encargo social (objetivo), mediante la apropiación de la cultura que ha acopiado la humanidad en su desarrollo (contenido); a través de la participación activa y consciente de los estudiantes (estrategia didáctica); planificada en el tiempo y observando ciertas estructuras organizativas estudiantiles (forma); y con ayuda de ciertos objetos (medio); y cuyo movimiento está determinado por las relaciones complejas entre estos componentes y de ellos con la sociedad que constituye su esencia ". (Álvarez y González, 2003: 39)

El objetivo es formar un profesional utilizando la resolución de una situación problemática por medio de la estrategia de proyectos de aula. De esta manera es posible relacionando el estudiante con su entorno y con los conocimientos de

ingeniería desarrollar en él las destrezas y habilidades que aunadas al conocimiento le darán las competencias del ingeniero profesional.

El problema a resolver se refiere a alguna parte del mundo en la cual se observa una carencia, o una inconformidad que se puede suplir con la resolución que se espera. Esta parte del mundo portadora del problema es el objeto de estudio.

.El contenido. Teniendo muy claro el objetivo se proponen los contenidos, buscando aquellos principios científicos que permitan llegar a la aplicación de la ciencia y la tecnología en la resolución del problema. El docente al pensar en su asignatura debe tener en cuenta que no es sólo contenidos en un orden y ya, sino en que " Al diseñar el tema de una asignatura el profesor tiene que pensar que competencia hay que formar y en consecuencia qué conceptos y qué relaciones entre ellos posibilitan mostrar esa habilidad ". (Álvarez y González, 2003: 88) Si esto no sucede se pierde el sentido en la formación del ingeniero y se convierte en un acumulador de información tecnológica, " un tema que no tenga preciso el objetivo, la competencia a formar, pierde todo sentido " (Álvarez y González, 2003: 89)

El método. El proyecto de aula exige del estudiante, participación, trabajo en grupo, responsabilidad, como se requiere un sistema de tareas en un orden específico para cumplir con los objetivos del proyecto. Si el método se hace con la lógica del desarrollo de las ciencias se posibilita la formación de un investigador: " si la lógica del proceso didáctico se constituye con base en la lógica, con la cual los conocimientos se han construido, será, entonces, un proceso que conlleva inherente el desarrollo de competencias propias de cada conocimiento en particular, y así se educarán discentes en procesos de investigación formativa " (González, 2002: 10)

La forma. Teniendo en cuenta los contenidos de todo un plan de estudios se han organizado en bloques y asignaturas, cada una debe ser planeada para en un período de tiempo definido y de acuerdo con trabajo presencial, semipresencial o de posgrado, según sea la modalidad educativa en la asignatura. El docente debe planear el conjunto de tareas encadenadas de manera que en el tiempo que se dispone para el curso se logre desarrollar las habilidades que permiten al estudiante llevar los contenidos a la práctica

El medio. Para lograr los objetivos, con los contenidos, método y formas establecidos, se debe pensar en medios que permitan formar al estudiante y lo acerquen a su contexto como profesional; herramientas como el computador con multitud de software para ingeniería y toda la información a la cual se puede acceder por Internet, el uso de la biblioteca con todos los recursos que ofrece, medios audiovisuales que permitan acercar la realidad al aula universitaria, laboratorios que le permitan conocer a fondo procesos y equipos, visitas a sitios de trabajo; seminarios, foros, congresos, presenciales o virtuales. De manera que dentro de un contexto coherente con su futuro quehacer visualice la potencialidad de su profesión para colaborar con el progreso de la sociedad.

La evaluación. Muestra si se logró cumplir con los objetivos del proyecto. Se deben evaluar los conocimientos adquiridos, las habilidades y destrezas desarrolladas así como las competencias adquiridas. Se evalúa durante el proceso y al final, así se garantiza el buen desarrollo del proyecto y se evalúa el resultado.

2.4 COMPETENCIAS

En la utilización didáctica de proyectos se busca que el estudiante alcance las competencias necesarias para desempeñarse profesional y socialmente, lo dice

Hernández: "...la formación en una determinada disciplina consiste precisamente en la adquisición de herramientas lingüísticas y metodológicas que permiten a alguien ser reconocido como miembro de la correspondiente comunidad académica o profesional y actuar como tal respondiendo válidamente a las expectativas sociales, se advierte que la formación puede ser pensada como un proceso de adquisición y desarrollo de competencias " (Hernández, 2002, 68)

De manera general se habla de Competencia Lingüística como la competencia que tiene una persona capaz de producir y comprender el habla. Y de Competencia Comunicativa como: " aquello que un hablante necesita para poder comunicarse de manera eficaz en contextos culturalmente significantes [...] Se refiere a la habilidad para actuar... los estudiosos de la competencia comunicativa consideran a los hablantes como miembros de una comunidad [...] Y tratan de explicar como usan el lenguaje para autoidentificarse y llevar a cabo sus actividades " (Gumperz, citado por Hernández, 2002: 68)

A partir del Proyecto Tuning, en el cual la Asociación de Universidades Europeas y otras universidades del mismo continente no agrupadas, establecieron un espacio de diálogo entre el 2000 y el 2003. para reflexionar sobre la Educación Superior se empezó a hablar ampliamente de competencias en esos niveles educativos, es importante mostrar como se sigue un enfoque integrador: "...las competencias se entienden como conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico, la capacidad de conocer y comprender), saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa del conocimiento a ciertas situaciones), saber cómo ser (los valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto social).... Representan una combinación de atributos que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos" (Informe Tuning, 2003: 80). Este enfoque lleva a la formación de profesionales que uniendo conocimientos y mundo de la vida sean capaces de

mejorar su sociedad. Que tengan no solamente un plan de desarrollo profesional sino un proyecto de vida.

En nuestro país, no hemos sido ajenos a buscar nuevos horizontes a la Educación Superior, así, el Instituto Colombiano de Fomento a la Educación Superior (ICFES) explicita la competencia como: “ un conjunto de acciones que un estudiante realiza en un contexto particular y que cumple con las exigencias específicas del mismo ” (ACOFI, 2005: 21)

También desde las instituciones universitarias, se está trabajando en la conceptualización de la propuesta educativa. Así, por ejemplo, el Grupo de trabajo por Competencias de la Universidad Nacional, define competencia como: “ una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido. La competencia o idoneidad se expresa al llevar a la práctica, de manera pertinente, un determinado saber teórico ” (Texto del grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia, citado en ACOFI, 2005, 21)

Siguiendo lineamientos dados en el Proyecto Tuning, se identifican competencias genéricas, las que se requieren para desempeñarse en cualquier campo del saber y competencias específicas, propias de cada disciplina.

En nuestro país, desde el trabajo que realiza ACOFI (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería) se identifican una serie de competencias genéricas, las cuales debe tener la persona al finalizar sus estudios de pregrado (ACOFI, 2005: 23):

- ✓ Actitud y capacidad para el aprendizaje continuo
- ✓ Actitud y capacidad para trabajar en grupos interdisciplinarios
- ✓ Habilidad para trabajar de manera autónoma

- ✓ Capacidad de análisis, síntesis, planeación, organización y toma de decisiones
- ✓ Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica
- ✓ Excelente capacidad comunicativa
- ✓ Creatividad
- ✓ Ingenio
- ✓ Iniciativa, espíritu empresarial, capacidad de emprendimiento, liderazgo y actitud triunfadora
- ✓ Compromiso con la calidad
- ✓ Dinamismo, agilidad, elasticidad y flexibilidad
- ✓ Ética y responsabilidad social
- ✓ Actitud hacia el desarrollo de acciones para mejorar las condiciones de vida de la población
- ✓ Habilidad y actitud investigativa
- ✓ Habilidad para administrar información
- ✓ Habilidades críticas y autocríticas
- ✓ Habilidades interpersonales
- ✓ Habilidades computacionales básicas

En ingeniería se proponen como competencias específicas (ACOFI, 2005: 24) :

- ✓ Habilidades analíticas fuertes
- ✓ Comprensión de las matemáticas, ciencias naturales y herramientas modernas de ingeniería
- ✓ Capacidad para modelar fenómenos y procesos
- ✓ Capacidad para resolver problemas de ingeniería aplicando el conocimiento y la comprensión de las matemáticas, las ciencias naturales y las herramientas modernas de ingeniería, utilizando un lenguaje lógico y simbólico

- ✓ Capacidad para diseñar, gestionar y evaluar sistemas y procesos de ingeniería, teniendo en cuenta el impacto (social, económico y ambiental)

Además dice: " todas las competencias listadas son objetivos centrales en la formación de ingenieros competitivos [...] son competencias que deben ser desarrolladas y evaluadas de manera explícita, en los currículos de ingeniería ". (ACOFI, 2005: 24)

Pensando en el profesional y la complejidad del mundo que nos rodea, se requiere formación no sólo en el nivel productivo, para resolver problemas con la aplicación de los conocimientos adquiridos, sino también en el nivel creativo que garantice la creación de nuevos conocimientos, para el avance y la transformación de la sociedad. Garantizar desde la docencia éste nivel significa educar para el desarrollo de la inteligencia y potenciar una competencia investigativa, de manera que: "Si la lógica del proceso didáctico se constituye con base en la lógica con la cual los conocimientos se han construido, será entonces, un proceso que conlleva inherente el desarrollo de competencias propias de cada conocimiento en particular; y así se educarán discentes en procesos de investigación formativa que desarrollen la alta inteligencia" (González, 2005: 5). Se trata de potenciar competencias, habilidades y destrezas propias de un investigador desde el hacer de las ciencias.

En momento de evaluar los resultados, pensando en competencias se debe pensar que "...el poseer una competencia o conjunto de competencias significa que una persona, al manifestar cierta capacidad o destreza o al desempeñar una tarea puede demostrar que la realiza de forma tal, que permita evaluar el grado de realización de la misma. Las competencias pueden ser verificadas y evaluadas....una persona ni posee ni carece de una competencia en términos

absolutos, pero la domina en cierto grado, de modo que las competencias pueden situarse en un continuo” (Informe Tuning, 2003: 80)

Para la evaluación de dichas competencias el ICFES propone revisar las competencias básicas y su articulación con la ingeniería (ACOFI, 2005)

- ✓ Competencia interpretativa: interpretar un texto, un problema, una gráfica, un plano, un diagrama de flujo, una ecuación. Pues en éstos se da un contexto. Se muestra la competencia cuando se comprende el contexto y se reflexiona sobre el mismo (implicaciones)
- ✓ Competencia argumentativa: explicar, desarrollar ideas de manera coherente con el contexto del área evaluada. En ingeniería se evidencia en la solución de problemas, diseño, organización y proyección de la información, explicación de sucesos.
- ✓ Competencia propositiva: proponer alternativas a aplicar en un contexto determinado, acordes con las circunstancias que acompañan el evento. Se evidencia cuando se generan hipótesis y se proponen alternativas de solución, cuando se proponen acciones de aplicación, evaluación y optimización en un contexto dado.

Por la complejidad al evaluar, y mirando que no es posible valorar todas las competencias a partir de exámenes individuales y como pruebas masivas, se plantea, desde la propuesta del ICFES en los exámenes ECAES, evaluar de manera integrada y proponer para el examen:

- ✓ Modelamiento de fenómenos y procesos
- ✓ Resolución de problemas de ingeniería
- ✓ Comunicación efectiva
- ✓ Diseño, gestión y evaluación de sistemas

En cada uno los anteriores componentes se encuentran combinadas las competencias básicas (interpretativa, argumentativa y propositiva), como se muestra en la tabla 1.

La competencias de aptitud y capacidad para el aprendizaje, capacidad para trabajar en grupos, creatividad, adaptabilidad, iniciativa, entre otras que no pueden ser evaluadas en pruebas tradicionales, se deben evaluar a través de actividades que permitan evidenciarlas.

TABLA 1: COMPETENCIAS EN INGENIERÍA
COMPONENTE

COMPETENCIA	Modelamiento fenómenos y procesos	Resolución de problemas	Comunicación (hablada, escrita, gráfica y simbólica)	Diseño de sistemas, componentes o procesos	Planeación del diseño y evaluación de impactos
Interpretativa	Identifica aspectos y características relevantes	Identifica y comprende las variables que definen un problema	Lee, comprende, interpreta (textos, gráficos, datos, planos e imágenes)	Identifica y comprende propiedades e interacciones de los componentes	Identifica aspectos relevantes para el diseño en un contexto dado
Argumentativa	Establece y analiza relaciones que representan los modelos	Selecciona métodos apropiados y resuelve el problema	Argumenta ideas técnicas a través de: textos, gráficos, datos, planos e imágenes	Analiza, establece y relaciona elementos de los sistemas, componentes o procesos	Analiza y establece las mejores prácticas aplicables en un proyecto
Propositiva	Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos	Plantea hipótesis y genera alternativas de solución	Propone ideas técnicas a través de: textos, gráficos, datos, planos e imágenes	Selecciona información, herramientas y procedimientos y propone métodos de diseño	Propone formas de gestionar proyectos en un contexto dado

(Icfes, Acofi: 2005)

TABLA 2: RELACIÓN COMPETENCIAS Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN INGENIERÍA			
COMPETENCIAS	HABILIDADES	DESTREZAS	ESTRATEGIAS
Interpretar	Comprender Analizar	Manejar textos Manejar gráficas Manejar símbolos	Consulta técnica Informes Laboratorio Salidas de campo
Explicar	Observar Comparar Clasificar	Ver Escuchar Relacionar	ABP Salidas de campo Laboratorio Análisis de casos
Generalizar	Crear leyes Abstraer Convalidar	Contrastar Refutar Conjeturar	Experimentación Salidas de campo
Pronosticar	Hipotetizar Inferir Inducir Deducir	Manejar datos Calcular Operar	Heurística* ABP
Modelar	Abstraer Simular Diseñar	Calcular Operar	Heurística* ABP
Transferir conocimiento	Comprender Contextualizar Relacionar	Interpretar Adaptar Manejar información	Experimentación Heurística* ABP
Crear (Ingeniar)	Imaginar Diseñar Formular problemas Formular proyectos	Manejar información Calcular Operar Adaptar	Heurística* ABP Diseño de experimentos

Nota: * para algunos teóricos heurística es un método y para otros es una estrategia. Según las perspectivas y claridad con que se utilice puede ser ambas. (González, 2005)

Ver anexo 6.

2.5 UN ACERCAMIENTO AL MÉTODO DE LAS CIENCIAS Y MÉTODO HEURÍSTICO EN LAS INGENIERÍAS

Sólo al final del siglo XVIII se introduce la ciencia en la Universidad Alemana (universidades de Gotinga y Berlín). En Francia se reúnen los científicos en laboratorios de ciencia e investigación. A partir de estos hechos se empiezan a abrir espacios a la investigación (ciencia) en otras instituciones, y a las profesiones que aplican la ciencia desde la tecnología.

El desarrollo tecnológico subsiguiente al desarrollo y aplicación de los principios desarrollados desde la ciencia, ha permitido el desarrollo de las ingenierías como campos de saber que reúnen los conocimientos científicos y a su vez encuentran

tecnologías para aplicarlos. La ingeniería no es ajena a la lógica del pensamiento científico; el cual se caracteriza por: (Ayala y Ruiz, 2000)

- ✓ Busca encontrar regularidades y las expresa en un lenguaje matemático
- ✓ Aprende de fenómenos o eventos de la naturaleza, pero los interpreta desde una teoría previa
- ✓ Permite anticipar acontecimientos a través de los modelos propuestos
- ✓ Permite corregir interpretaciones, aprender del diálogo entre teoría y experiencia
- ✓ Permite planear experiencias para confirmar, corregir o rechazar teorías

En la ciencia se usa el método investigativo a partir de los hechos que no tienen una explicación satisfactoria; "...es una compleja actividad que consiste esencialmente de dos episodios interdependientes, uno imaginativo o creativo, y otro crítico. El tener una idea, proponer una hipótesis, o sugerir lo que puede ser verdadero es un ejercicio creativo. Pero las conjeturas científicas o hipótesis deben, además, estar sujetas a examen crítico y contrastación empírica. El pensamiento científico puede ser caracterizado como un proceso de invención o descubrimiento, seguido por su validación o confirmación " (Ayala y Ruíz, 2000: 16-17)

Para lograr esto desde la metodología de la investigación se proponen una serie de etapas sucesivas, a saber: (Hernández, Fernández, Baptista, 1991)

1. Concepción de la idea
2. Plantear el problema a investigar (objetivos, preguntas, justificación)
3. Elaborar un marco teórico (revisión literatura y construcción del marco teórico)
4. Definir tipo de investigación y alcance de la misma
5. Establecer hipótesis de trabajo (detectar variables y sus relaciones)
6. Seleccionar diseño (experimental o no experimental)

7. Selección muestra (determinar universo a estudiar)
8. Recolección de datos (elaborar instrumento de medición y aplicarlo)
9. Análisis de datos
10. Presentación de resultados (elaborar y presentar el reporte de la investigación)

Si se revisan otros autores, ellos pueden proponer más o menos pasos, pero todos tienen en común el hecho de partir de un cuerpo previo de conocimientos, para llegar a un resultado que nunca es el último, sino un eslabón más en la cadena del conocimiento.

O sea que todo lleva a nuevos conocimientos, los cuales darán lugar a nuevas ideas para investigación. Si al estudiante se le guía en el desarrollo de su proyecto por esta senda, aprenderá la forma de investigar y adquirirá la competencia investigativa.

Es tema de la ingeniería el aplicar las ciencias, pero la tecnología que se desarrolla al aplicarlas en la práctica, resulta del enfoque científico de los problemas prácticos y es fuente de conocimientos nuevos. Lo expresa muy bien Bunge cuando dice: " Todo avance tecnológico plantea problemas científicos, cuya solución puede consistir en la invención de nuevas teorías o de nuevas técnicas de investigación que conduzcan a un conocimiento más adecuado y a un mejor dominio del asunto. La ciencia y la tecnología constituyen un ciclo de sistemas interactuantes que se alimentan el uno del otro. El científico torna inteligible lo que hace el técnico y éste provee a la ciencia de instrumentos y de comprobaciones; y lo que es igualmente importante el técnico no cesa de formular preguntas al científico, añadiendo así un motor externo al motor interno del progreso científico" (Bunge, 1959: 37)

Así, la tecnología debe realizar sus procesos de investigación sobre circunstancias concretas y, al tiempo que provee soluciones a problemas o necesidades de la sociedad, aporta cuestionamientos que motivan el avance de la ciencia. De esta manera en Ingeniería se debe realizar un cambio sobre una situación concreta, con la información que se tiene, no sólo la referente a lo técnico sino también desde su percepción de lo que la sociedad quiere, de la mejor manera posible. (Koen, 2000)

Bunge muestra en sus escritos, cómo el método científico se puede usar en todas las actividades humanas donde la razón y la experiencia se junten, además muestra cómo desde los campos que aplican las ciencias, se utiliza en la investigación operativa, en la cual se sistematiza la forma de encontrar los problemas y llegar a tomar las decisiones que permiten resolverlos. (Bunge, 1959)

Desde las ciencias que hablan de investigación, se establece el Método Heurístico para guiar sistemáticamente la búsqueda de soluciones al problema que se ha identificado. Desde esta perspectiva los problemas nunca vienen dados, hay que descubrirlos y formularlos, de manera que se debe preparar para el "arte de hacer del problema un problema" (Izquierdo, 1999: 2). Cuando se ha definido un problema, se va en camino a su solución, pues se ha limitado y comprendido la situación. Se buscan resultados que sugieren miradas múltiples y la seguridad de que siempre hay un paso más y lo encontrado nunca es lo último.

La palabra heurística viene del griego *heurisk-ein* y significa encontrar, inventar. Se relacionan el método científico y la heurística en tanto el contexto del descubrimiento.

El profesor Adolfo Izquierdo explica que debido a su sentido de descubrimiento, la heurística tiene vínculos con la pedagogía, la ciencia y lo operativo; lo explica así:

“ En su connotación pedagógica el método heurístico es un método autodidáctico que consiste en hacer descubrir al estudiante lo que se le quiere enseñar, en su connotación operativa el método heurístico es un método de exploración que procede por evaluaciones sucesivas e hipótesis provisionales, llamadas también hipótesis heurísticas y en su connotación científica el método heurístico es un método de búsqueda fundado sobre la aproximación progresiva a un problema dado y que corresponde a la heurística en tanto parte de la ciencia que tiene por objeto el descubrimiento de hechos ” (Izquierdo, 1999: 1-2)

Entendiendo la heurística como un método de descubrimiento, se puede decir que “un heurismo es cualquier cosa que provea una ayuda o dirección confiable en la solución de un problema, [...] Se usa para guiar, para descubrir y divulgar” (Koen, 2000: 17)

También se habla de heurística crítica cuando se pretende que se reflexione críticamente sobre problemas y soluciones ya dados. Así el método heurístico no sólo busca problemas no resueltos para solucionarlos sino que puede ser utilizado para reflexionar sobre una situación a la que se le ha dado ya una respuesta para buscar formas de mejorarla. Así el Ingeniero normaliza sus acciones con su percepción personal, su mundo de la vida, de lo que considera el mejor método en ingeniería. (Koen, 2000)

En una concepción de proyecto se requiere la búsqueda para encontrar la situación problemática que va a generar el proyecto para resolverla, ya sea un problema nuevo o uno aparentemente ya resuelto. Y una vez delimitado el problema seleccionar los métodos más adecuados para cumplir con los objetivos planteados. De esta manera se usa el método heurístico para producir el mejor cambio posible, con los recursos disponibles, en una situación pobremente estudiada”. (Koen, 2000: 91). Siguiendo un camino riguroso aprovechando el

método heurístico, no sólo se da respuesta, sino que también se aprende el método para otros proyectos, se desarrolla la capacidad investigativa.

3 EL PROYECTO DE AULA EN MECÁNICA DE FLUIDOS

3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Utilizar una estrategia didáctica en Mecánica de Fluidos, implica claridad sobre la intención formadora en la carrera, y la importancia de la asignatura, dentro del plan de estudios para lograr formar el ingeniero.

El profesional, además, debe concebirse desde su entorno multicultural, en un mundo en cambio constante, globalmente intercomunicado, con urgencia de establecer un equilibrio entre el desarrollo humano y el desarrollo de la naturaleza que lo rodea, donde ya no es posible concebir separada cada disciplina, sino que en todo se nos muestra una relación de ciencias y disciplinas, que hace que para resolver un problema sea necesario incluir elementos desde todas, pues en el caso de la ingeniería prima no sólo el aspecto técnico sino también los impactos en la sociedad, el ambiente; lo cual implica colaboración desde otros campos del conocimiento. (Max Neef, S.F)

Teniendo esto claro es indudable que se requiere formar un individuo libre, autónomo, creativo, capaz de trabajar individual y colectivamente, con alto sentido de su responsabilidad como individuo, como ser social y como integrante de una especie, *Homo sapiens*

Para responder de una manera coherente a esta intención formadora y avizorar las estrategias que permitirían formar dicho profesional, es necesario, de plano, pensar en los modelos que apunten a desarrollar las competencias, habilidades y destrezas que tal ingeniero requiere para habitar con sentido el mundo de la vida.

De tal manera que se requieren modelos que propicien el desarrollo del pensamiento (aprender y desarrollar las habilidades cognitivas en un contexto enmarcado en la vida) y la solución de problemas y/o el progreso social (desde el cambio, la reflexión, el trabajo colectivo y la investigación), todo aunado a su propio desarrollo personal (desde su afectividad, su sensibilidad y su inteligencia).

Si consideramos que un proyecto se genera a partir de un problema, podemos pensar como una buena estrategia la de Aprendizaje Basado en Proyectos para este caso. Esto lo confirma González cuando dice: " El proyecto de aula es una propuesta didáctica fundamentada en la solución de problemas " (González, 2001: 124) y a continuación: " los proyectos de aula surgen de una situación problémica " (González, 2001: 126)

La asignatura en la cual se pretende utilizar el proyecto de aula como estrategia didáctica, Mecánica de Fluidos, está ubicada dentro de la parte básica propia de la ingeniería, y es uno de los fundamentos de las operaciones básicas de ingeniería y de las materias del ciclo profesional . Reúne elementos de las ciencias básicas (matemáticas, física, química) y permite su aplicación en proyectos concretos en una sociedad (redes de tuberías para aguas –desde la toma del agua en la fuente, hasta la distribución del agua potable-, sistemas de alcantarillado, redes de gas, redes de tuberías en industrias –todos los líquidos y gases se transportan por tuberías-, redes de transporte de sólidos suspendidos en líquidos o gases, selección y utilización de equipos y accesorios en los sistemas que requieran conducción de fluidos)

Por sus características, esta asignatura permite realizar pequeños proyectos donde se resuelva un problema para una comunidad específica, aplicando los conocimientos adquiridos en la misma.

El trabajo por proyectos se presta para lograr este propósito; combina proyectos, investigación y el hecho de preguntarse constantemente, desde la realidad y desde lo irreal, pues permite llegar a entender el mundo de la vida por el contraste o la exageración de las mismas situaciones que se presentan desde la pregunta y/o los textos que la apoyan.

Para formular proyectos de aula que permitan al estudiante estructurarse desde la intención formadora expuesta, es necesario anclar los proyectos en problemas del entorno que requieran en un alto grado el concurso de la disciplina en estudio para su solución; de esta forma el alumno para solucionar el problema, debe aprender y comprender muy bien la materia en cuestión, con el fin de lograr el objetivo: resolver el problema.

Durante el proceso de encontrar una solución al problema, el hombre o mujer en el proceso universitario, no puede quedarse sólo en el hecho tecnológico, sino que leyendo su entorno socio cultural, se pregunta ¿qué se debe hacer?, de forma que la solución tenga en cuenta la sociedad en la cual está inmerso.

Y desde ahí planificar, ¿cómo lo puede hacer?, o sea desde su disciplina, qué elementos tiene para resolver el problema y cómo estos elementos aunados tanto a la lectura de los elementos sociales que atraviesan la problemática como a los contenidos de las ciencias que apoyan el desarrollo de la ingeniería permiten encontrar y/o desarrollar una solución pertinente.

Una asignatura basada en el desarrollo de un proyecto a partir de un problema identificado, requiere desarrollar una estrategia de identificación de problemas pertinentes a la disciplina académica en cuestión, el plantear para los mismos los objetivos (desarrolladores, instructivos y educativos), y ubicar en la asignatura los

contenidos que se deben trabajar para que el estudiante pueda lograr los objetivos. (González , 2000)

De manera que la materia puede tener varias problemáticas y corresponde a cada docente guiar a los estudiantes en la búsqueda de situaciones que puedan resolverse aplicando los contenidos de la asignatura, los objetivos para el mismo, el método a seguir en los encuentros, las actividades a desarrollar y los medios a utilizar, como también la manera de evaluar y hacer un seguimiento a este proceso. Así lo describe Elvia María González (2000, 2001) en sus publicaciones sobre esta estrategia didáctica, donde muestra, además, un caso de asignatura trabajado con ella.

3.2 PROYECTO DE AULA

Un proyecto se debe estructurar de acuerdo con criterios establecidos previamente, para darle unidad, coherencia y orden. En este caso, se trata de una estrategia didáctica de trabajo por proyectos, y aunque hay mucho escrito sobre proyectos, sólo en los textos de Hugo Cerda Gutiérrez y Elvia María González se encontró una sistematización desde la didáctica.

Por encontrar una mejor organización en la propuesta de Elvia María González, se seleccionó ésta para la presentación didáctica de la monografía: " El proyecto de aula se estructura en tres momentos: la contextualización, lo metodológico y lo evaluativo. " (González, 2001: 125). En la tabla 2 se presenta el proyecto de aula en mecánica de fluidos en sus tres aspectos.

TABLA 3 : MECÁNICA DE FLUIDOS – PROYECTO DE AULA

MOMENTO	OBJETO DE ESTUDIO	Los sistemas de transporte de fluidos
	PROBLEMA	¿Cómo conectar el mundo de la vida y el conocimiento en Mecánica de Fluidos desde el diseño o revisión de un sistema de transporte de fluidos ? Adquirir herramientas que permitan al estudiante, empezar a ser reconocido por la comunidad de Ingenieros, de manera que responda validamente a las expectativas sociales.
	OBJETIVO (COMPETENCIAS, CONOCIMIENTOS Y VALORES)	Que el estudiante adquiera durante el aprendizaje de ésta asignatura: • Competencias comunicativas • Competencias discursivas • Capacidad creadora. • Capacidad para trabajar un proyecto en un equipo de trabajo • Competencia para identificar e interpretar situaciones del mundo de la vida, dónde se pueden aplicar los conocimientos de mecánica de fluidos para mejorar la vida de la comunidad (Competencia interpretativa) • Competencia para ingeniar, diseñar sistemas de transporte de fluidos (Competencias argumentativa y propositiva) • Competencia para interpretar y explicar (revisar) un sistema existente transporte de fluidos, e ingeniar cambios que lo mejoren (optimizarlo) (Competencias interpretativa, argumentativa y propositiva) • El concepto de fluido • Propiedades de los fluidos: viscosidad, densidad, peso específico, gravedad específica, temperatura. • El concepto de transporte de fluidos y los parámetros básicos que lo determinan: presión, viscosidad, velocidad de flujo, flujo volumétrico, altura, geometría del sistema • Qué es un tubo, una tubería y clases de tubos y tuberías y los criterios a considerar para selección de tuberías • Ecuación de Bernoulli y sus aplicaciones • Ecuación general de energía • Número de Reynolds, tipos de flujo (laminar, turbulento) • Pérdidas por fricción y pérdidas menores • Medidores, tipos de medidores y su selección • Bombas, tipos de bombas, selección • Sistemas de transporte de fluidos, redes de tuberías
	CONTEXTUALIZACIÓN	
METODOLÓGICO	CONCEPTOS, LEYES Y TEORÍAS	
	MÉTODO	heurístico • Textos mecánica de fluidos • Situaciones en la industria y la comunidad donde se requiere transporte de fluidos
	MEDIOS	• Folletos sobre tuberías, bombas, instrumentación y accesorios para sistemas de transporte de fluidos • Utilización de Internet, programas de texto (Word) y hojas de cálculo (Excel). • Grupo: 31 estudiantes, organizados en 11 equipos (9 de 3

		alumnos y 1 de 4); los equipos son conformados libremente por los alumnos
	FORMA	• Tiempo: 4 horas a la semana de actividad presencial obligatoria para todo; en dos sesiones de 2 horas cada una; y 2 horas semanales de asesoría, las cuales son opcionales. Las visitas se realizan en tiempo extraclase. • Espacio: aula CUL, sala de sistemas CUL, laboratorio de Hidráulica Eafit, instituciones a visitar según tema proyecto
EVALUATIVO	EVALUACIÓN	En los siguientes momentos (de acuerdo a la normatividad institucional): • Durante el semestre 2 exámenes parciales de 20% cada uno, en fechas fijadas por la institución (aproximadamente cuarta y octava semanas del semestre). Todos los exámenes se realizan en tiempo extraclase. • Un examen final (después de finalizadas las 16 semanas de clase) con un valor de 30% • El proyecto con un valor de 30%

4 MECÁNICA DE FLUIDOS: PROPUESTA DIDÁCTICA GESTIONADA POR PROYECTOS

El proyecto de aula presentado en la tabla 3, se ejecutó de acuerdo con la programación que se anexa, en la tabla 4, en ésta se especifica para cada sesión: actividad, contenidos, medios, producto y qué se evalúa en el tipo de trabajo desarrollado.

Para la ejecución, se realizaron las siguientes actividades:

Construcción de marco conceptual: a través una corta explicación inicial sobre los contenidos a trabajar en la sesión, para dar contexto al tema, y solución de situaciones problémicas por parte de los estudiantes en grupos de trabajo, y la propuesta de temas a repasar, problemas a resolver, y tema a leer para la clase siguiente. A partir de éste marco, los estudiantes tienen herramientas que facilitan la comprensión e interpretación de las diversas situaciones que se proponen.

Elección de tema de consulta, para desarrollarlo ubicándose en la carrera de su estudio (ingeniería de alimentos o ingeniería ambiental), en los equipos con estudiantes de una solo programa eligen tema sobre su campo profesional, en los equipos con integrantes de las dos ingenierías negocian entre ellos y eligen sobre una de ellas. De esa manera, se colocan seis temas (tuberías, bombas, instrumentación, accesorios, tanques, empaques) y se trabaja cada uno en el ámbito de las dos carreras involucradas. (ver listado temas trabajados en el anexo 1). Aquí el estudiante se capacita en la búsqueda, interpretación y manejo de la información, en sus diferentes formas, textos, gráficos, símbolos utilizados.

Consulta a través de entidades vendedoras de tuberías, bombas, instrumentación, tanques, accesorios y empaques; utilizando visita personal a la entidad y/o información por Internet.

Búsqueda información en revistas, libros, Internet, otras personas que se desempeñen en el campo de la Mecánica de Fluidos.

Exposición de cada tema por parte de los equipos que representan las dos carreras, utilizando las ayudas que consideren convenientes (video beam, software, videos, diapositivas, folletos, revistas). Cada tema se expone un día diferente, y la secuencia la da el orden de los contenidos trabajados en la materia. Y presentación de trabajo escrito para dar la información a sus compañeros. Aquí se evidencia la capacidad de interpretación, manejo de la información y comunicación oral, así como el uso de recursos en la preparación de su exposición.

Prácticas de laboratorio para lograr un mejor acercamiento a un contexto real (se proponen las siguientes: presión estática, pérdidas por fricción, curvas características de una bomba y punto de operación de una bomba. Realización de informes utilizando hoja de cálculo y realizando gráficas, para un trabajo de análisis e interpretación de datos y resultados donde se evidencie la relación entre las variables que intervienen en el sistema, en un contexto real trabajado por el estudiante. Aquí se evidencia la capacidad de trabajar sobre modelos, identificar variables importantes para la situación, relacionar esas variables y analizar el modelo para relacionarlo con situaciones problemáticas y tomar decisiones sobre ellas.

Diseño o revisión de un sistema completo de transporte de fluidos para un caso concreto, escogiendo ubicación de la línea de fluidos entre las varias posibilidades

que da cada situación, seleccionando tubería (material, diámetro y grosor), seleccionando los elementos de la línea (válvulas, accesorios, instrumentación, medidor(es)), seleccionando bomba y ubicación de la bomba. Y, finalmente, presentación del trabajo escrito donde se presenta todo el trabajo desarrollado durante el semestre. Aquí se evidencia su capacidad de presentar la información destacando los aspectos relevantes, su argumentación técnica, su selección de métodos de trabajo, su capacidad de modelar y explicar el sistema propuesto, su manejo de la comunicación escrita.

Para que el alumno conforme transcurre el semestre elabore su documento final se propone la realización de entregas parciales así (ver detalles anexo 2):

1. Presentación de la situación a trabajar en el proyecto, mostrando contexto y justificando
2. Presentación de los diferentes tipos de conductos que se podrían utilizar en la situación a resolver y selección de la misma, justificándola.
3. Presentación de la selección de válvulas, accesorios, instrumentación necesarios en la línea, y bombas (si se requiere) justificando selección en el contexto de trabajo.
4. Presentación de análisis de un sistema de laboratorio
5. Presentación del proyecto completo, incluyendo selección de medidores.

Al revisar las actividades propuestas, se encuentra que se requiere búsqueda y delimitación de situaciones problemáticas, selección de herramientas y métodos adecuados de trabajo, propuesta de soluciones a sus situaciones específicas; o sea que se debe trabajar con el método heurístico. Así además de resolver una situación problemática, se aprende un método de trabajo propio del campo de la ingeniería como campo del saber que aplica las ciencias.

4.1 EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE AULA

Se lleva a cabo por medio de las siguientes actividades:

- Trabajo en clase sobre la solución de problemas reales y justificación de la solución propuesta (evaluaciones escritas)
- Informes de laboratorio (trabajo que sustenta cada grupo con el docente)
- Exposición de la consulta (evaluación oral)
- Entregas parciales del proyecto (evaluación oral y del trabajo escrito)
- Trabajo presentado en el final de curso (evaluación oral y del trabajo escrito)
- Evaluación sobre el diseño o revisión de un sistema de transporte de fluidos (evaluación escrita). Esta es la evaluación de fin de curso

TABLA 4: METODOLOGÍA PROYECTO DE AULA MECÁNICA DE FLUIDOS (MF)

SESIÓN	ACTIVIDAD	CONTENIDOS	ESPACIO	MEDIOS	PRODUCTO	EVALUACIÓN
Unidad 1. Fluidos y sus propiedades						
1	Presentación del proyecto (profesor). Estudiantes: organización grupos de trabajo	MF en el contexto de la ingeniería, metodología de trabajo, forma de evaluación	Aula	Acetatos, tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulo 1.	Definición grupos de trabajo Presentación situaciones posibles para realización del proyecto Ejercicios de aplicación.	Interpreta situaciones y las explica
2	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Fluidos y sus propiedades (masa, peso, densidad, peso específico, gravedad específica, compresibilidad) Sistemas de unidades y conversiones.	Aula	Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 1.		
3	Explicación inicial del profesor, discusión y realización de ejercicios (situaciones reales) por parte de los estudiantes	Viscosidad (dinámica y cinemática), clasificación de los fluidos según su viscosidad, tablas, unidades y conversiones	Aula, visita al laboratorio de química.	Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. capítulo 1	Situaciones con diferentes tipos de fluidos y ejercicios de aplicación	Interpreta situaciones y las explica
Unidad 2. Presión estática						
4	Explicación inicial del profesor, discusión y realización de ejercicios por parte de los estudiantes.	Presión estática. Unidades, conversiones. Medidores de presión. Su aplicación y selección. Tanques.	aula	Acetatos, tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulo 3.	Situaciones donde se mide presión, y ejercicios de aplicación.	Interpreta situaciones y las explica
5	Taller: Propuesta ejercicios sobre aplicaciones en el medio de los conceptos trabajados (profesor y estudiantes) discusión y realización de ejercicios por parte de los estudiantes	Presión estática	aula	Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 2. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 3.	Realización de ejercicios y discusión de resultados	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
6	Presentación situaciones en el trabajo de un ingeniero dónde se integra todo lo visto	Fluidos y sus propiedades (masa, peso, densidad, peso específico, gravedad específica,	aula	Acetatos, tablero y los capítulos recomendados de la bibliografía	Realización de ejercicios y discusión de resultados	Identifica situaciones. Interpreta situaciones, las

	(sesiones 2 a 5). Propuesta ejercicios Evaluación escrita	compresibilidad), viscosidad, presión estática Sesiones 2 a 6	aula	Libros, apuntes, calculadora	Examen escrito (20%)	explica y propone soluciones Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
Unidad 3. Dinámica de fluidos y Ecuación de Bernouilli						
7	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Ecuación de continuidad, Flujo volumétrico, flujo másico, velocidad. Recomendaciones para diseño.	aula	Acetatos, tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulo 6.	Realización de ejercicios y explicación de resultados	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
8	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Tablas de tuberías Ecuación de Bernouilli. Interpretación de sus términos. Aplicación en medidores	aula	Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 4. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 6.	Realización de ejercicios y explicación de resultados	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
9	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Aplicaciones Ecuación Bernouilli: sifón, puntos de tubería, vaciado de tanques (velocidad de salida y tiempo de vaciado)	aula		Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
10	Explicación inicial del profesor, realización de práctica por parte de los estudiantes. Análisis de las variables que determinan el sistema., y cómo se relacionan	Determinación de cambio de la presión en el fondo con la altura de líquido en el tanque Velocidad de salida y tiempo de vaciado, Sus cambios con la altura de líquido en el tanque	Laboratorios de química y Planta de alimentos de la CUL	Equipos de laboratorio	Informe de laboratorio. Usando hoja de cálculo (2%)	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
11	Exposiciones sobre tanques, tuberías, instrumentos de medición de propiedades. Preparadas por los estudiantes de acuerdo a su énfasis profesional.	Tanques de almacenamiento, tuberías, instrumentos de medición	Salas de exposición CUL	Catálogos industria, información sobre sitios donde se utilizan	Revisión de información e iniciación de selección materiales proyecto Primera entrega (contexto, problema, justificación)	Interpreta y maneja información, la explica usando recursos adecuados oralmente

Unidad 4. Ecuación General de Energía (EEG)

12	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Ecuación general de energía (EEG), dispositivos para añadir o retirar energía, pérdidas.	Aula, visita laboratorios (planta de alimentos, montaje fotocátalisis)	Acetatos, tablero Revistas ingeniería Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulo 7.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
13	Taller: Presentación situaciones de aplicación de la EEG. En las situaciones de trabajo del ingeniero. Ejercicios.	EEG en el contexto de la vida	Aula	Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 4. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 6.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Identifica situaciones Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones

Unidad 5. Pérdidas por fricción

14	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Número de Reynolds. Análisis dimensional.	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulos 8 y 9. Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 6. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 8.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
	Evaluación escrita	Sesiones 2 a 13	aula	Libros, apuntes, calculadora	Examen escrito (20%)	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
15	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por	Pérdidas por fricción, factor de fricción, diagrama de Moody	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones

16	parte de los estudiantes Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Ecuaciones para el factor de fricción, método de Hazen Williams. nomogramas	aula	Capítulos 8 y 9. Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 6. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 8.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
17	Práctica de laboratorio	Pérdidas por fricción y cómo se afectan con la longitud de la tubería y el caudal a manejar	Laboratorio de hidráulica EAFIT	Equipos de laboratorio (sólo medio grupo)	Realización informe en hoja de cálculo (3%)	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones, trabaja sobre modelos y relaciona con mundo de la vida
18	Explicación inicial por parte profesor y realización práctica por parte de los estudiantes. Análisis de las variables que determinan el sistema y su relación.					
Unidad 6. Pérdidas menores						
19	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Pérdidas menores. Dilatación, contracción, válvulas, medidores, accesorios.	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulos 10. Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 6. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 8. Crane. Flujo de fluidos en válvulas, tuberías y accesorios. Ed. McGraw-Hill. México 1992. Tablas de coeficientes de pérdida. Gráfica para factor de fricción a turbulencia total.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
20	Exposiciones sobre válvulas, accesorios, y su	Válvulas, accesorios como elementos de un sistema	Salas de exposición CUL	Catálogos industria, información sobre sitios donde se utilizan	Revisión de información y selección válvulas,	Interpreta y maneja

selección. Preparadas por los estudiantes de acuerdo a su énfasis profesional.

de fluidos

accesorios e instrumentación para proyecto
Segunda entrega (selección tuberías)

información, la explica usando recursos adecuados oralmente

Unidad 7. Sistemas de transporte de fluidos y bombas

21	Explicación inicial del profesor y discusión sobre posibilidades a tener en cuenta en diseños concretos de situaciones reales	Diseño sistema de transporte de fluidos. Pasos a seguir	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulos 15. Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 11. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 11. Crane. Flujo de fluidos en válvulas, tuberías y accesorios. Ed. McGraw-Hill. México 1992. Tablas de coeficientes de pérdida. Gráfica para factor de fricción a turbulencia total. Catálogos de bombas disponibles en el mercado.	Diseño sistema diferente al de proyectos. Discusión sobre selección elementos y procedimiento	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
22	Explicación inicial del profesor y discusión sobre posibilidades a tener en cuenta en diseños concretos de situaciones reales	Bombas. Tipos de bombas, curvas características, selección de una bomba	aula		Selección de bombas en diferentes casos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
23	Explicación inicial del profesor y discusión sobre posibilidades a tener en cuenta en diseños concretos de situaciones reales	NPSH de una bomba. Leyes de afinidad	aula		Con los criterios de ubicación análisis sobre ubicación bombas en casos concretos.	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
24 25	Práctica de laboratorio. Análisis variables que determinan el sistema y su relación.	Construcción curvas características de una bomba y determinación de su punto de operación	Laboratorio de hidráulica EAFIT	Equipos de laboratorio y sus catálogos	Informe de laboratorio usando hoja de cálculo (3%)	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones, trabaja sobre modelos y relaciona con mundo de la vida
26	Exposiciones de los estudiantes sobre la utilización y selección de	Bombas, tipos de bombas, selección .Empaques Casos de aplicación	Salas de exposición CUL	Catálogos industria, información sobre sitios donde se utilizan	Revisión de información y corrección proyecto Tercera entrega (selección	Interpreta y maneja la información, la

bombas y empaques en aplicaciones de la materia en su carrera

válvulas, accesorios y explica usando bomba) recursos adecuados oralmente

Unidad 8. Medidores de flujo

27	Exposiciones de los estudiantes sobre la utilización y selección de medidores en su carrera	Medidores de flujo, tipos de medidores y su selección	Salas de exposición CUL	Catálogos industria, información sobre sitios donde se utilizan	Revisión de información y selección medidores para proyecto	Interpreta y maneja información, la explica usando recursos adecuados oralmente
----	---	---	-------------------------	---	---	---

28	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Medidores. Cálculo de flujo a partir datos de medidores.	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulos 14. Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá 2001. Capítulo 10. Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 8. Catálogos de medidores disponibles en el mercado.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
----	--	--	------	--	---	--

Unidad 9. flujo a régimen permanente en conductos cerrados

29	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre situaciones reales por parte de los estudiantes	Problemas clase I y II	aula	Acetatos y tablero Mott, Robert L. Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1996. Capítulos 11.	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone soluciones
30	Explicación inicial del profesor y realización de ejercicios sobre	Problemas clase III	aula	Streeter, Victor L. Wylie, Benjamin E. Bedford, Keith W. Mecánica de fluidos. Ed. McGraw-Hill. Novena edición. Bogotá	Realización de ejercicios y explicación de resultados y discusión de los mismos	Interpreta situaciones, las explica y propone

situaciones reales por parte de los estudiantes

2001. Capítulo 12.
Fox, Robert W. McDonald, Alan T. Introducción a la mecánica de los fluidos. Ed. McGraw-Hill. México 1997. Capítulo 8.
Crane. Flujo de fluidos en válvulas, tuberías y accesorios. Ed. McGraw-Hill. México 1992. Tablas de coeficientes de pérdida. Gráfica para factor de fricción a turbulencia total.

soluciones

31 32	Exposición proyectos por parte de los grupos de trabajo. Aportes de sus compañeros y sugerencias sobre mejoras o cambios	Proyectos desarrollados	Salas de exposición CUL	Material de ayuda sobre los proyectos	Revisión sobre información presentada y sugerencias de los compañeros y profesores asistentes para corrección entrega final	Interpreta y maneja información, la explica usando recursos adecuados oralmente
	Entrega proyecto. Conversatorio con cada grupo sobre el proyecto realizado	Proyecto desarrollado y corregido	Aula	Proyecto. Cada grupo entrega individual	Sustentación correcciones realizadas Entrega final	Competencias comunicativa, interpretativa, argumentativa y propositiva 30%
	Evaluación final escrita e individual	Todo lo visto en la aula asignatura		Libros, apuntes, calculadora	Examen escrito	

Nota: paralelamente al desarrollo de la asignatura los estudiantes van desarrollando su proyecto, con los elementos que van adquiriendo en la misma. Cuentan con asesoría a solicitud de cada grupo de trabajo en hora y fecha que se concertan entre el grupo de proyecto y el profesor.

4.2 RESULTADOS

Los resultados se valoraron de dos maneras: trabajo individual (2 parciales de 20% cada uno y un final de 30%) y en grupo (proyecto desarrollado sobre el diseño o revisión de un sistema de transporte de fluidos, con valor de 30%)

Los porcentajes asignados a cada momento evaluativo, los define la Corporación Universitaria Lasallista. A las asignaturas que contemplan la realización de un proyecto por parte de un estudiante o grupo de estudiantes, se les asignan los valores ya mencionados.

Los momentos de parciales y final constituyen momentos únicos y se basan en exámenes escritos, individuales. El proyecto se trabaja en varias entregas y se valora cada una; en total se realizaron cuatro entregas parciales, cada una por 4% o 6% de la nota definitiva, según el trabajo a realizar; y la entrega final donde se muestra todo el trabajo realizado en un documento escrito, tiene más valor (la tercera parte de la nota del proyecto, 10% de la definitiva de la asignatura).

En cada evaluación se trata de demostrar el grado de apropiación del tema trabajado, y el desarrollo de competencias.: (ver detalles en evaluaciones anexas),

- ✓ Identifica los aspectos relevantes.
- ✓ Identifica las variables que definen cada problema.
- ✓ Interpretar textos, gráficos y datos.
- ✓ Establece relaciones entre las variables.
- ✓ Selecciona métodos apropiados para resolver los problemas.
- ✓ Argumenta ideas técnicas al explicar sus respuestas.

- ✓ Propone las mejoras al sistema propuesto argumentando sus cambios técnicamente.

En la evaluación final se combinan elementos del trabajo de proyecto y de las prácticas de laboratorio, de forma que al resolverlo el estudiante ponga en evidencia las competencias adquiridas durante el proceso y sea capaz de resolver la situación que se muestra. (ver anexo 5, evaluación final)

En la tabla 5, se muestran las notas del curso durante el semestre (ver tabla notas curso) y se muestra el promedio de los parámetros estadísticos en la tabla 6.

El promedio de notas aumentó a partir del primer parcial, como se muestra en la tabla de resumen de estadísticas y en la gráficas 1. Sólo se presentan promedios inferiores a nota aprobatoria en el primer parcial, realizado en la cuarta semana del semestre, y en el final realizado el último día de finales, después de otros dos exámenes.

La mediana muestra el valor por debajo del cual se encuentra el 50% de los estudiantes del grupo, en el primer parcial es 1,7; en el segundo parcial 4,0, en el final 2,8, en el proyecto 4,1 y en la definitiva 3,2. aumenta significativamente a partir del segundo parcial, la misma tendencia muestran los otros parámetros, estando los valores más bajos en el primer parcial y final en su orden.

Al terminar semestre se encuentra que sólo pierden la asignatura siete estudiantes (20%), cuando en semestres anteriores la cifra era más alta (entre 30% y 40%), de acuerdo a los registros de notas de los mismos,

TABLA 5: NOTAS DE LA ASIGNATURA (POR ESTUDIANTE)

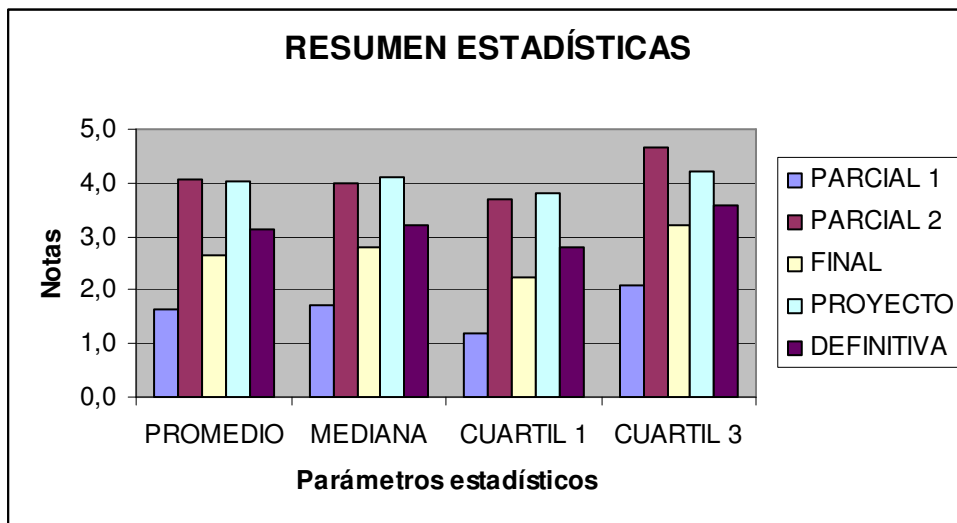
ESTUDIANTE No	PARCIAL 1	PARCIAL 2	FINAL	PROYECTO	DEFINITIVA
1	1,6	3,8	3,1	4,4	3,3
2	2,3	4,7	2,0	4,1	3,2
3	2,5	2,5	3,5	4,1	3,3
4	1,7	4,7	3,1	4,0	3,4
5	1,2	3,7	3,6	4,0	3,3
6	2,0	5,0	1,8	3,1	2,9
7	1,3	3,2	3,0	4,0	3,0
8	2,1	5,0	0,9	3,7	2,8
9	2,2	5,0	3,4	4,1	3,7
10	1,7	3,7	2,5	4,2	3,1
11	0,7	4,0	2,5	3,4	2,7
12	0,8	5,0	2,8	3,8	3,1
13	0,8	2,8	3,2	4,8	3,1
14	1,0	4,5	1,5	4,0	2,8
15	2,3	4,7	3,4	3,8	3,6
16	2,1	5,0	2,3	3,7	3,2
17	1,7	3,8	3,7	4,4	3,5
18	2,2	3,9	2,2	4,1	3,1
19	0,3	2,8	3,8	4,8	3,2
20	1,2	3,0	3,4	4,4	3,2
21	1,6	4,6	1,3	3,8	2,8
22	1,3	4,0	2,5	4,2	3,1
23	1,8	4,2	3,2	4,1	3,4
24	1,4	3,7	2,6	4,1	3,0
25	0,8	4,5	3,2	4,2	3,3
26	2,0	4,0	1,5	4,1	2,9
27	2,3	4,3	2,3	3,1	2,9
28	3,7	4,4	2,8	3,8	3,6
29	0,7	3,9	3,1	4,1	3,1
30	1,7	3,4	1,3	4,4	2,7

Dado que el proyecto es un trabajo en equipo, se presenta en cada uno un estudiante líder, otros que trabajan y aportan ideas, y en ocasiones, los que van al lado, no participan en gran cosa y al tener que trabajar solos, como en los exámenes, no pueden hacerlo por no haber hecho el esfuerzo de aprendizaje requerido durante el semestre.

TABLA 6: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

	PARCIAL 1	PARCIAL 2	FINAL	PROYECTO	DEFINITIVA
PROMEDIO	1,6	4,1	2,7	4,0	3,1
MEDIANA	1,7	4,0	2,8	4,1	3,2
CUARTIL 1	1,2	3,7	2,2	3,8	2,8
CUARTIL 3	2,1	4,7	3,2	4,2	3,6
DESVEST	0,7	0,7	0,8	0,4	0,6
DESVPRO	0,5	0,6	0,7	0,3	0,5
COEF_ASIM	0,5	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4
MÁXIMO	3,7	5,0	3,8	4,8	4,3
MÍNIMO	0,3	2,5	0,9	3,1	1,8

GRÁFICA 1: RESUMEN ESTADÍSTICAS



CONCLUSIONES

Después de aplicar esta estrategia didáctica, proyecto de aula, durante el semestre; se puede concluir que:

- ✓ Se demuestra la adquisición de competencias básicas en ingeniería, como son interpretar adecuadamente una situación, explicar con argumentos técnicos su dinámica, manejar información, seleccionar herramientas y métodos de trabajo, trabajar sobre modelos y relacionar variables, proponer soluciones, ingeniar aplicaciones novedosas, comunicar usando herramientas adecuadas, trabajar en equipo. (ver anexo 2, entregas proyecto)
- ✓ Se muestra la articulación entre el proyecto de aula y el proyecto de cada equipo de estudiantes, sin una planeación adecuada en el proyecto de aula que diseña el profesor sería difícil pedir resultados coherentes a los estudiantes. Es básico ese norte que impone el proyecto de aula
- ✓ El aplicar la estrategia didáctica de proyecto de aula, lleva a un nivel de participación más alta por parte de los alumnos, pues deben siempre estar dispuestos al análisis de situaciones, solución de problemas y discusión de las propuestas de solución
- ✓ Se rescata el seguimiento del proceso durante la realización del proyecto, de cada entrega hay inquietudes y correcciones que deben ser resueltas para proseguir con el trabajo. se evidencia en los buenos resultados obtenidos en el trabajo del proyecto

- ✓ El estudiante se vuelve más autónomo, debe ir trabajando en su proyecto con cada uno de los contenidos que se van viendo, no espera que se lo digan y solicita la asesoría en el momento que lo requiere
- ✓ Siempre se está relacionando la asignatura con el entorno pues se debe ir averiguando con las entidades que se dedican al comercio de elementos de sistemas de transporte de fluidos, los que van a tener en cuenta en su proyecto; y realizando visitas a entidades para analizar sobre sistemas ya existentes
- ✓ Se encuentra un nivel de satisfacción más alto con la asignatura, los estudiantes dicen que aprenden mucho en una asignatura que permanentemente les relaciona universidad y entorno, y se sienten muy bien cuando encuentran que pueden aplicar sus conocimientos en situaciones reales (ver temas de los proyectos trabajados en anexo 1)
- ✓ Los estudiantes se vuelven más creativos, y cuando encuentran dificultades las van resolviendo con mayor habilidad a medida que va avanzando el proyecto
- ✓ Se vuelven más recursivos, en tanto buscaron entidades o lugares donde tuvieran situación parecida a la del proyecto para analizar su propio trabajo
- ✓ Se mejora el trabajo en equipo, y cada uno va identificando sus fortalezas y debilidades al trabajar en grupo, lo cual lleva a una mejor planeación y distribución de las actividades dentro del proyecto
- ✓ Se incrementa el uso de tecnologías de información y comunicación. Por los tiempos disponibles para asesoría, se llegó a implementar dicha actividad

por correo a solicitud de los estudiantes. Además mejoró muchísimo el uso de la herramienta para trabajar en equipo, pero cada uno en un sitio diferente

- ✓ Mejora de procesadores de texto, hojas de cálculo y software de gráficos.
- ✓ Mejoró su capacidad comunicativa. Se vio una gran diferencia entre las exposiciones iniciales y las de final de semestre
- ✓ Al finalizar el curso, hay menos niveles de pérdida 7 estudiantes de 30 (23%), cuando en semestres anteriores se dieron cifras más altas 12 de 28 (42%) el semestre anterior y si seguimos hacia atrás el nivel de pérdida estaba entre 30% y 45%.
- ✓ Terminando el semestre se encontró satisfacción con el método de trabajo, heurístico, aunque inicialmente les parecía muy riguroso, encontraron pautas claras para el desarrollo ordenado del proyecto. Algo muy difícil inicialmente fue la definición del problema, pero encontraron que una vez definido y delimitado, se vislumbraba ya la vía de solución.
- ✓ El conectar desde el inicio del curso el mundo de la vida con el conocimiento les permitió a los estudiantes tener referentes más claros para ellos, ir aprendiendo los contenidos desde casos concretos e identificando, explicando, solucionando sobre situaciones que tenían sentido desde sus vivencias.
- ✓ El curso se evalúa desde la institución de dos maneras, durante la primera mitad del semestre en un conversatorio de los profesores asignados por la corporación con los estudiantes, y hacia el final del semestre con una

encuesta escrita. La evaluación en el conversatorio, por parte de los estudiantes fue muy positiva, sienten que están aprendiendo, el método de trabajo lo hacen extensivo a otras asignaturas, el desarrollo del proyecto los lleva a desarrollar habilidades computacionales, les es de utilidad la búsqueda de información que se propone, aprenden a escoger métodos y herramientas de trabajo. En la encuesta escrita les preguntan sobre el profesor: manejo conceptual, si perciben que sabe la materia; manejo pedagógico, si a su juicio la estrategia didáctica empleada es adecuada para un mejor aprendizaje; aspecto relacional, si hay una relación respetuosa y de diálogo; y gestión académica; si se maneja adecuadamente el tiempo; aquí dan notas de 4.6; 4.3; 4.2 y 4.4 en su orden, sobre 5. En esta encuesta hay conceptos difíciles de manejar para ellos y confunden una buena estrategia didáctica con ver películas, y acetatos. En la encuesta no se pregunta sobre su aprendizaje y si mejoró su nivel de comprensión de los temas, si encontró relación entre la materia y el trabajo del ingeniero, si conoció nuevas formas de aprender y de trabajar.

Como recomendaciones, quedarían:

- ✓ Realizar este tipo de trabajo desde varias universidades en cursos similares, para desde una evaluación transversal a las instituciones, tener más elementos para mejorar estas estrategias didácticas.
- ✓ Formar grupos de trabajo entre los profesores, comunidad académica, que impulsen el desarrollo de estrategias didácticas en ingeniería que apunten al desarrollo de competencias
- ✓ Que se apoye este tipo de trabajos, dando un poco más de libertad para la distribución porcentual de la nota; pues se realiza mucho trabajo

independiente, se consolida un proyecto y sólo cuenta como un 30% de la nota definitiva

ANEXOS

ANEXO 1

LISTADO TEMAS PROYECTO

- ✓ Diseño sistema transporte de agua desde la línea de EEPPM al restaurante de la salada (Sena –Caldas-), línea que hoy no existe
- ✓ Diseño sistema de transporte de fluidos para la Planta de Vegetales de la CUL, en su sección de jugos
- ✓ Revisión sistema de distribución de agua en las pesebreras de la finca San Julián
- ✓ Diseño de sistema para distribución de agua en una planta de germinados
- ✓ Diseño redes de tubería en una futura planta de potabilización de agua en el sector de La Primavera (Caldas)
- ✓ Diseño de sistemas de transporte de fluidos en una planta de Aceite de Cardamomo
- ✓ Revisión del diseño de las redes de vapor y condensado en la empresa de Dulces Flower
- ✓ Diseño del sistema de tuberías para la futura planta de potabilización de la Finca San Nicolás
- ✓ Diseño de los sistemas de transporte de fluidos en una planta de jugo de naranja
- ✓ Revisión del sistema de transporte de agua tratada a la planta de pinturas en Sofasa
- ✓ Revisión del sistema de transporte de aguas potables y residuales en el Hostal El Gaitero (Sopetrán -Antioquia-)
- ✓ Revisión del sistema de transporte de fluidos del Licor de Café al proceso de producción de café soluble en Colcafé
- ✓ Diseño del sistema de transporte de leche en la planta de Lácteos de la CUL

ANEXO 2

DETALLE ENTREGAS PROYECTO

PRIMERA ENTREGA:

- ✓ Presentación de la situación a la cual se le diseñará o revisará el sistema de transporte de fluidos
- ✓ Justificación
- ✓ Problema a resolver

SEGUNDA ENTREGA

- ✓ Consulta sobre materiales utilizados en sistemas de transporte de fluidos
- ✓ Selección material a utilizar en la propuesta del proyecto
- ✓ Selección tipo de tanque (si lo requiere) y dimensionamiento del mismo
- ✓ Selección tubería (diámetro y calibre)

TERCERA ENTREGA

- ✓ Consulta sobre bombas, válvulas y accesorios que se utilizan en un sistema de fluidos (según ingeniería que se cursa)
- ✓ Selección válvulas y accesorios para el proyecto
- ✓ Selección de labomba a utilizar (si se requiere)

CUARTA ENTREGA

- ✓ Análisis del funcionamiento del sistema de laboratorio: trabajo en hoja de cálculo
- ✓ Presentación de modelo de cálculo, tablas de resultados, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

QUINTA ENTREGA (ÚLTIMA ENTREGA) RESUMEN DEL PROYECTO

- ✓ Problema presentado en contexto
- ✓ Justificación
- ✓ Plano del sistema
- ✓ Selección materiales
- ✓ Selección tuberías (diámetro, calibre, material)
- ✓ Selección válvulas y accesorios
- ✓ Selección bomba (si se requiere), y ubicación de la misma
- ✓ Evaluación económica (costos materiales, montaje y funcionamiento del sistema)
- ✓ Conclusiones
- ✓ Recomendaciones
- ✓ Bibliografía y/o fuentes de información

Con el proyecto se pretende que el estudiante vaya relacionando continuamente la asignatura con el entorno de trabajo del ingeniero, y, a través del trabajo, vaya demostrando que:

- ✓ Identifica situaciones donde se pueden resolver problemas utilizando los elementos vistos en la asignatura
- ✓ Identifica las variables que definen el problema y sus relaciones
- ✓ Interpreta información técnica que le permite tomar decisiones sobre su trabajo (textos, gráficos y datos)
- ✓ Selecciona métodos apropiados de trabajo, según situación a resolver
- ✓ Encuentra soluciones y de ellas selecciona una argumentando desde el campo de estudio de mecánica de fluidos su elección

ANEXO 3

EVALUACIÓN PRIMER PARCIAL

PARCIAL ☐ SEGUIMIENTO ☐ FINAL ☐

ALUMNO: _____ CÓDIGO _____

ASIGNATURA: Mecánica de Fluidos

PROGRAMA: Ingeniería Ambiental _____

Ingeniería de Alimentos _____

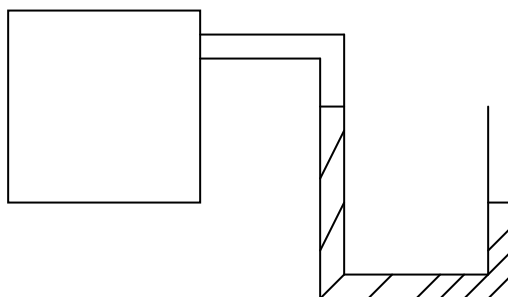
PROFESOR: Blanca Lucía Cardona Salazar

FECHA: Agosto 22/2005

- 1) Un tanque cilíndrico cuyas medidas internas son de 1.5 m de diámetro y de 2.5 m de altura, se utiliza para el almacenamiento de agua. El tanque está construido con láminas de acero de 9 mm de espesor, la densidad del acero es de 7.86 g/cm^3 . Temperatura de trabajo 30°C . Determine:
 - a) la presión manométrica en el fondo. si el nivel del líquido es el 90% de la altura total
 - b) Si para mover el tanque se utiliza un sistema de flotación de aire, qué presión de aire se necesita debajo del tanque vacío, para apenas levantarlo y cambiarlo de lugar?

Nota: trabajar el problema en Sistema Internacional de Unidades.

- 2) En un proceso se tiene un tanque de gas a presión reducida. La mínima presión para realizar el proceso es de 2.9 psia. Se conecta un manómetro de mercurio e indica una lectura de 64.5 cm, mientras que el barómetro de la empresa marca 750 Torr. ¿es posible realizar el proceso a esta presión? (explicar su respuesta) Temperatura de trabajo 77°F . Nota: trabajar el problema en Sistema Británico de Unidades.



- 3) Clasifique los siguientes fluidos, por su viscosidad de acuerdo a la siguiente información y explique el por qué de su clasificación.

Fluido A

dv/dy	s^{-1}	0	1	3	5
τ	KN/m^2	15	20	30	40

Fluido B

dv/dy	s^{-1}	0	0.5	1.1	1.8
τ	N/m^2	0	2	4	6

Fluido C

dv/dy (s^{-1})	0	0.3	0.6	0.9	1.2
τ (lb/ft^2)	0	2	4	6	8

Notas:

- ✓ Sus cálculos deben tener las unidades correctas y datos que tome de la literatura debe indicar su procedencia.
- ✓ Indicar manejo de unidades, colocando los factores de conversión que utilice y la fuente de los mismos
- ✓ Su procedimiento de trabajo debe estar en orden y suficientemente claro.

Información importante:

- ✓ Para la presentación de esta evaluación, pueden tener: calculadora, libro abierto, fichas de fórmulas y tablas de conversión de unidades.
- ✓ El tiempo de duración del examen es de 2 (dos) horas

En esta evaluación el estudiante debe demostrar su grado de apropiación del tema sobre fluidos y sus propiedades:

- ✓ Identifica los aspectos relevantes
- ✓ Identifica las variables que definen cada problema
- ✓ Interpreta textos, gráficos y datos
- ✓ Establece relaciones entre las variables
- ✓ Selecciona métodos apropiados para resolver los problemas
- ✓ Argumenta ideas técnicas al explicar sus respuestas

ANEXO 4
EVALUACIÓN SEGUNDO PARCIAL

PARCIAL ☐

SEGUIMIENTO ☐

FINAL ☐

ALUMNO: _____ CÓDIGO _____

ASIGNATURA: Mecánica de Fluidos

PROGRAMA: Ingeniería Ambiental _____

Ingeniería de Alimentos _____

PROFESOR: Blanca Lucía Cardona Salazar

FECHA: Octubre 5/2005

En un tanque elevado y abierto se recoge agua lluvia para utilizarla en una empresa. El agua se bombea, utilizando una bomba centrífuga con una eficiencia del 62%.

En la línea de succión de $1\frac{1}{4}$ de pulgada de DN, calibre 40; las pérdidas son 1.5 veces la cabeza de velocidad en dicha tubería.

En la línea de descarga de $\frac{3}{4}$ de pulgada de DN, calibre 40, las pérdidas son de 6.5 veces la cabeza de velocidad en la tubería. La velocidad del fluido medida en la línea de descarga es de 3.93 m/s.

La presión en el punto de entrada a la empresa es de 200 KPa. Y la temperatura de trabajo es de 25 °C.

La diferencia de alturas entre la entrada a la bomba y el nivel de líquido en el tanque es de 30 m. Y la diferencia de alturas entre la entrada a la empresa y el nivel de líquido en el tanque es de 12 m.

- 1) Calcule:
 - a) Presión de succión (presión de entrada a la bomba)
 - b) Presión de descarga (presión de salida de la bomba)
 - c) Potencia de la bomba
- 2) ¿Qué cambios propone Usted para este sistema? (justificar técnicamente)

Notas:

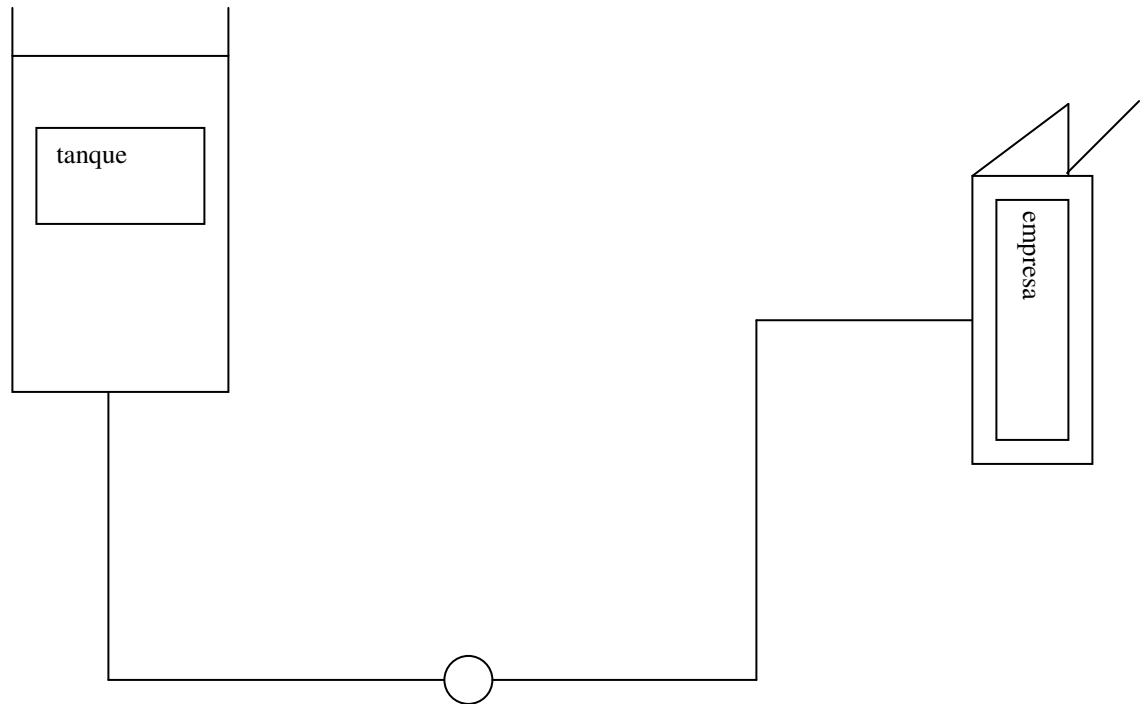
- ✓ Sus cálculos deben tener las unidades correctas y datos que tome de la literatura debe indicar su procedencia.
- ✓ Indicar manejo de unidades, colocando los factores de conversión que utilice y la fuente de los mismos
- ✓ Su procedimiento de trabajo debe estar en orden y suficientemente claro.
- ✓ Indicar en el diagrama los puntos de referencia para la ecuación general de energía, cada vez que la aplique

Información importante:

- ✓ **Para la presentación de esta evaluación, pueden tener: calculadora, libro abierto, fichas de fórmulas y tablas de conversión de unidades.**
 - ✓ **El tiempo de duración del examen es de 1:50 h (una hora y cincuenta minutos)**
-

✓ Lea por completo el examen antes de empezar a contestarlo

ESQUEMA MONTAJE SISTEMA DE TRANSPORTE DE FLUIDOS



En esta evaluación el estudiante debe demostrar su grado de apropiación del tema sobre dinámica de fluidos, y la importancia de los elementos que constituyen el sistema:

- ✓ Identifica los aspectos relevantes
- ✓ Identifica las variables que definen cada problema
- ✓ Interpreta textos, gráficos y datos
- ✓ Establece relaciones entre las variables
- ✓ Selecciona métodos apropiados para resolver los problemas
- ✓ Argumenta ideas técnicas
- ✓ Propone las mejoras al sistema propuesto argumentando sus cambios técnicamente

ANEXO 5
EVALUACIÓN FINAL

PARCIAL ☐

SEGUIMIENTO ☐

FINAL ☒

ALUMNO: _____ CÓDIGO _____

ASIGNATURA: Mecánica de Fluidos PROGRAMA: Ingeniería Ambiental _____

Ingeniería de Alimentos _____

PROFESOR: Blanca Lucía Cardona Salazar

FECHA: Diciembre 2/2005

Notas:

- ✓ **RESPUESTAS SIN PROCEDIMIENTO QUE LO SUSTENTE NO VALEN**
- ✓ Sus cálculos deben tener las unidades correctas y datos que tome de la literatura debe indicar su procedencia.
- ✓ Indicar manejo de unidades, colocando los factores de conversión que utilice y la fuente de los mismos
- ✓ Su procedimiento de trabajo debe estar en orden y suficientemente claro.
- ✓ Indicar en el diagrama los puntos de referencia para la ecuación general de energía, cada vez que la aplique
- ✓ **Cualquier suposición que haga debe estar técnicamente justificada**

Información importante:

- ✓ **LEA COMPLETAMENTE LA EVALUACIÓN ANTES DE EMPEZAR A CONTESTARLA**
- ✓ **Observe muy bien los esquemas anexos y las notas que le indican datos del sistema.**
- ✓ **Para la presentación de esta evaluación, pueden tener: calculadora, libro abierto, fichas de fórmulas y tablas de conversión de unidades.**
- ✓ **El tiempo de duración del examen es de 3:00 h (tres horas)**
- ✓ **Lea por completo el examen antes de empezar a contestarlo**
- ✓ **VALOR PUNTO 1 : 70% Y PUNTO 2: 30%**

-
- 1) En una empresa de bebidas tienen requerimientos muy específicos sobre las propiedades que debe tener el agua para la elaboración de bebidas envasadas, por lo cual reciben el agua de EEPPM y vuelven a realizar el proceso completo de potabilización.

En este momento por razones de mantenimiento el mecánico bajó la bomba del sistema y la colocó al lado de otras bombas en el taller; ahora no recuerda cuál es porque no marcó el equipo. (ver datos adicionales, con detalles del sistema)

- a) Usted debe determinar cuál es la bomba que va en este sistema; y confirmar las características de la bomba (usan las bombas del catálogo que Usted tiene, catálogo NOWA) a 1750 rpm. Y además verifique si la ubicación de la bomba es buena, pues según el mecánico hay problemas. En caso de no tener problemas explique al operario de mantenimiento el caso.

- b) Si Usted es propuesto para realizar la práctica profesional en esa empresa y le piden una evaluación de ese sistema de transporte de fluidos ¿Qué cambios sugeriría Usted? (Justificar técnicamente cada cambio sugerido)
- 2) En la misma empresa en la sección de elaboración de la bebida, toman agua; ya con todas las características necesarias y primero le incorporan el azúcar antes de adicionar el resto de ingredientes de la bebida. Para facilitar la adición del azúcar van a utilizar agua tibia. (ver datos adicionales, con detalles del sistema)
- a) Cuál es la temperatura máxima de bombeo del agua en esta sección, si el NPSH de la bomba de esa sección es 5,2 m?

DATOS ADICIONALES:

PROBLEMA 1: Flujo volumétrico 150 lts/min, temperatura 30 °C.

Tubería de succión: hierro galvanizado, DN ¾ pulg calibre 40

En la línea de succión hay un codo 90° estándar, una válvula de compuerta abierta ¾, una universal y una tee donde va el manómetro.

Longitud de la línea de succión 4 m

Tubería de descarga: hierro galvanizado, DN 1 plg calibre 40

En la línea de descarga hay: una tee con un manómetro, una universal, una válvula de verificación tipo bola, un medidor de flujo (k 0 7.5), un codo estándar, una dilatación súbita a 1 ¼ plg cal 40, una válvula de globo completamente abierta, y una tee.

Longitud tubería de 1plg 7 m, longitud tubería de 1 ¼ plg 7 m.

La distancia entre la superficie de l agua en los dos tanques es de 9 m.

PROBLEMA 2: flujo volumétrico 70 lts/min

Tubería de succión DN ¾ plg, acero inoxidable, calibre 40.

En la línea de succión hay dos válvulas mariposa abiertas completamente, una tee estándar haciendo las veces de codo de 90 °, una universal, una tee con un manómetro.

La distancia entre el nivel de líquido y el eje de la bomba es de 3.5 m, el eje de la bomba por debajo del nivel de líquido.

En esta evaluación el estudiante debe demostrar su grado de apropiación del tema sobre dinámica de fluidos, y la importancia de los elementos que constituyen el sistema:

- ✓ Identifica los aspectos relevantes
- ✓ Identifica las variables que definen cada problema
- ✓ Interpreta textos, gráficos y datos
- ✓ Representar el sistema que se describe para cada problema
- ✓ Establece relaciones entre las variables
- ✓ Selecciona métodos apropiados para resolver los problemas
- ✓ Argumenta ideas técnicas
- ✓ Propone las mejoras al sistema propuesto argumentando sus cambios técnicamente

ANEXO 6

COMPETENCIAS, HABILIDADES, DESTREZAS Y ESTRATEGIAS

Se presenta en este anexo la interpretación que en desarrollo de este trabajo se le asignó a los conceptos de competencia, habilidad, destreza y estrategia. Esta definición se considera importante por constituir una base en la construcción de la concepción didáctica desarrollada.

El desarrollo de competencias en el proceso educativo se puede considerar como un constructo formado por diferentes niveles secuenciales en el desarrollo de procesos de pensamiento altamente creativos y eficaces socialmente.

Tales niveles tienen su base en la interacción con el mundo de la vida, a través de las estrategias didácticas, las cuales permiten la sucesiva construcción de los siguientes niveles, es decir en su orden destrezas, habilidades y competencias.

Este constructo se debe entender como un proceso cíclico que parte de las estrategias, llega a las competencias y regresa enriquecido a las estrategias en un proceso permanente de desarrollo y consolidación.

Dentro de esta forma y en el contexto presentado, se presentan las siguientes definiciones:

Estrategias son un conjunto de actividades ordenadas y articuladas para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, planificadas para exponer al estudiante con los elementos del mundo de la vida vigentes en el momento de realización de esas acciones.

Destrezas son un conocimiento sintético de segundo nivel que resulta directamente de la aplicación juiciosa de las estrategias. Y que permiten aprovechar los resultados de éstas durante la aplicación de otras actividades o de las mismas estrategias aplicadas en otros campos.

Habilidades son las capacidades de realizar procesos mentales creativos que facilitan la síntesis de juicios válidos sobre el mundo de la vida.

Competencias son procesos de pensamiento altamente creativos y que incluyen los niveles anteriores, y que se manifiestan como idoneidad socialmente reconocible en un área del conocimiento y que implican un desarrollo manifiesto de la inteligencia.

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI, Marco de fundamentación conceptual y especificaciones prueba ECAES.

Ingeniería de Alimentos. Versión 6.0. julio 2005 en

www.acofi.edu.co/archivospdf/063/ALIMENTOS.pdf

Consultado en Octubre 10 de 2005

ACOFI. Relatoría conversatorio: " Visión gremial sobre las Competencias

Profesionales en Ingeniería " en la XXV Reunión Nacional de Facultades de

Ingeniería. Cartagena. Septiembre 22/2005. en

www.acofi.edu.co/eventos_XXII_reunión.htm

Consultado en Octubre 10 de 2005

Álvarez de Zayas, Carlos M. González Agudelo, María Elvia. Lecciones de Didáctica General. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2003. 121 p

Ayala, Francisco J. Ruíz, Rosaura. El método en las ciencias. México: Fondo de Cultura Económica, 2000. 216 p.

Botero Álvarez, Javier. " El Modelo de Formación de Ingenieros en Colombia ", Presentación en la XXV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería.

www.acofi.edu.co/eventos_XXII_reunión.htm

consultado en Octubre 5 de 2005

Bunge, Mario. "La ciencia su método y su filosofía" Conferencias tomadas del libro de Charles C Thomas "Metascientific Queries" 1959. Bogotá: Orión Editores, Bogotá. S.F

Cerda Gutiérrez, Hugo. Como elaborar proyectos. Diseño, ejecución y evaluación de proyectos sociales y educativos. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2001. 151 p.

Cortés Morató, Jordi. Martínez Riu, Antonio. Diccionario de Filosofía. Ed Herder S.A. Barcelona. 1996-99 en CD-ROM.

De Zubiría, Miguel; De Zubiría, Julián. Biografía del Pensamiento. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio. Segunda edición (tercera reimpresión), 2002. 137p .

Flórez Ochoa, Rafael. Pedagogía y Verdad. Medellín: Secretaría de Educación y Cultura, Dirección de Extensión Cultura, 1989. 368 p.

González Agudelo, Elvia María. " Un currículo basado en la solución de problemas para la formación de profesionales ". Medellín: Folleto UdeA, 2000. 24 p.

González Agudelo, Elvia María. " El proyecto de aula o Acerca de la formación en investigación " en: Revista Universidad de Medellín. N.º 73. Octubre 2001. Pags. 124 - 132

González Agudelo, Elvia María; y otros. " La formación en investigación para la docencia en educación superior ". Investigación UdeA. Facultad de Educación. Medellín. 2002.

González Agudelo, Elvia María. "La investigación formativa o acerca del desarrollo de competencias científicas en la Educación Superior" Conferencia del Encuentro

Internacional de Educación Superior: Formación por Competencias. Medellín Junio 2005. Memorias del Encuentro en CD ISBN 958655863-0

Habermas, Jurgen. Lectura de Jurgen Habermas " El concepto de mundo de la vida y el idealismo hermenéutico " tomada de su " Teoría de la Acción Comunicativa " Ed Taurus. Buenos Aires. 1998. Tomo II. Pag 169 a 214. en:

www.filos.unam.mx/LICENCIATURA/esp_v/LECTURAS22.htm

consultado en Octubre 20 de 2005

Hernández Sampieri, Roberto. Fernández Collado, Carlos. Baptista Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. México: Ed McGraw-Hill, 1991. 505 p.

Hernández, Carlos Augusto. Universidad y Excelencia en Educación Superior Sociedad e Investigación. Bogotá: Conciencias,. 2002. Pg 19 – 148

Informe Tuning. Texto en formato pdf de la publicación hecha en España por la Universidad de Deusto. 2003. en:

www.reInt.deusto.es/TUNINGProjet/Spanish/doc-fase1/Tuning20%Educational.pdf

consultado en Octubre 20 de 2005

Izquierdo Uribe, Adolfo. "Heurística Crítica, complejidad y nueva racionalidad" Notas de clase. Bogotá Abril de 1999, en:

http://izquierdo.uniandes.edu.co/Documentos/Heurística_crítica_complejidad_y_nueva_racionalidad.pdf

Consultado en noviembre 23 de 2005

Koen, Billy Vaughn. El método de Ingeniería. Universidad del Valle, Acofi. Cali 2000.96 p.

Max Neef, Manfred. " Saber y comprender " Conferencia en la Universidad de Antioquia. Folleto UdeA. S.F 12p

Mockus. Antanas. Pensar la Universidad. Medellín: Eafit, 1999. 203 p.

Restrepo Cuartas, Jaime. Cartas del Rector. U. De A. 1998. 27 p

Villaveces Cardoso, José Luis . " Prospectiva de investigación en la Universidad Colombiana " en: Revista Nómadas #17. Octubre 2002. Pags. 169 - 181.

Zambrano Leal, Armando. Pedagogía, educabilidad y formación de docentes. Cali: Editorial Nueva Biblioteca Pedagógica,. 2001. 172 p.