

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE RESISTENCIA DE
MATERIALES I EN INGENIERÍA MECÁNICA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS DEL SECTOR PRODUCTIVO AL AULA**

JORGE ANDRÉS MUÑOZ PINZÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.006

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE RESISTENCIA DE
MATERIALES I EN INGENIERÍA MECÁNICA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS DEL SECTOR PRODUCTIVO AL AULA**

JORGE ANDRÉS MUÑOZ PINZÓN

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

ADOLFO LEÓN ARENAS LANDINEZ

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.006

A Dios de quien proviene la sabiduría y la inteligencia; para Él sea la honra y la gloria.

A mi madre quien me ha apoyado y me ha motivado para no desmayar hasta alcanzar las metas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Adolfo León Arenas quien fue mi tutor durante la ejecución de este proyecto, gracias por sus consejos y por compartirme de su valiosa experiencia, que Dios le bendiga.

RESUMEN

TITULO:

DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE RESISTENCIA DE MATERIALES I EN INGENIERÍA MECÁNICA A TRAVÉS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DEL SECTOR PRODUCTIVO AL AULA*

AUTOR:

JORGE ANDRÉS MUÑOZ PINZÓN**

PALABRAS CLAVES:

Competencias, resolución de problemas, aprendizaje, diseño, campo laboral.

DESCRIPCION:

Los continuos y crecientes avances en los conocimientos científicos y tecnológicos hacen inviable la metodología tradicional de la enseñanza basada en la transmisión de información y plantean como reto el encontrar nuevas aproximaciones a los procesos educativos que le permitan al individuo desempeñarse como un adulto autónomo y productivo para el ejercicio de la ciudadanía, para la productividad en el trabajo y para comprender la ciencia y la tecnología.

Es así que el principal objetivo de este proyecto es lograr que el estudiante adquiera ciertas destrezas, habilidades y conocimientos que le permitan desempeñarse en forma satisfactoria no solo en la asignatura sino también en su ejercicio como profesional. Ahora bien si el profesional de ingeniería mecánica se va a desenvolver en el área del diseño mecánico es necesario que desarrolle conocimientos y destrezas o mejor competencias en lenguaje simbólico, competencia espacial, en cálculo de elementos de máquinas y competencia para seleccionar materiales empleados en la construcción de elementos de máquinas, que pueden desarrollarse tempranamente en la asignatura Resistencia de Materiales respaldados fuertemente por la metodología de resolución de problemas.

Para este propósito se definieron las competencias a desarrollar y se realizó una caracterización inicial de las mismas, se plantearon situaciones problemáticas muy similares a las que los profesionales enfrentan de manera cotidiana; en las temáticas de carga axial, flexión y torsión como estrategia para la construcción y desarrollo de competencias. Por último se realizó la caracterización final del grupo de alumnos, con el objeto de identificar la eficacia de la estrategia implementada y evaluar el desarrollo de las competencias identificadas en los estudiantes de la asignatura.

* Proyecto de grado modalidad docencia

** Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas; Escuela de Ingeniería Mecánica; Ingeniero Mecánico Adolfo León Arenas Landinez.

SUMMARY

TITLE :

COMPETENCIES DEVELOPMENT IN STRENGTH OF MATERIALS I STUDENTS OF MECHANICAL ENGINEERING BY THE PROBLEM RESOLVING FROM PRODUCTIVE SECTOR TO CLASSROOM*

AUTHOR :

JORGE ANDRÉS MUÑOZ PINZÓN**

KEY WORDS :

Competencies, problem resolving, learning, design, labor field.

DESCRIPTION:

The continuous and growing advances in scientific and technological knowledge make inviable the traditional methodology of the teaching based on the transmission of information and they present like challenge finding new approximations to educational processes that permit to person perform as an autonomous and productive adult for citizenship practice, for production in the work, and understanding science and technology.

It is so the main objective in this project is to achieve the student to acquire certain skills, abilities and knowledge that allow it to act in satisfactory form not alone in the subject but also in their exercise like professional. Now then if the professional of mechanical engineering is going to work in mechanical design field is necessary that develop knowledge and skills or better competencies in symbolic language, spatial competence, calculus of elements of machinery and competence for choosing materials used in their construction; that can be reached in the strength of materials subject supported strongly by the methodology of resolution of problems.

For this purpose were defined the competencies to develop and it was made an initial characterization of the same, they were established the problem situations very similar to those that professional confront in a daily way; in themes of axial, flexion and torsion loads like strategy for the competencies construction and development. Finally the final characterization of students group was made in order to identify the efficacy of implemented strategy and to evaluate the competencies development in the students of this subject.

* Degree Project in education.

** Physical-mechanical Engineers Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Adolfo León Arenas Landinez.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	1
1. COMPETENCIAS	3
1.1 ORIGENES Y DESARROLLO DE CONCEPTO DE COMPETENCIA	3
1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS	12
1.3 COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS EN EL AREA DEL DISEÑO MECÁNICO	18
1.3.1 Proceso de diseño de máquinas	21
1.3.2 Proceso de diseño y cálculo de elementos de máquinas.....	25
1.3.3 Desagregación de las competencias del ingeniero mecánico en su función de diseñador	28
1.3.3.1 Unidad de Competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.....	31
1.3.3.2 Unidad de Competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	32
1.3.3.3 Unidad de Competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas.....	33
1.3.3.4 Unidad de Competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	37
1.3.3.5 Unidad de Competencia: Realizar el análisis topológico de elementos y sistemas mecánicos	41
1.3.3.6 Unidad de Competencia: Elaborar el análisis cinemático de sistemas mecánicos	42
2. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	44
2.1 PROCESO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	46
2.1.1 Enseñanza en la Resolución de Problemas.....	50
2.1.2 El modelo de Resolución de Problemas como Investigación	51
3. PROPUESTA	54
3.1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	54
3.2 PROPOSITOS	55
3.3 ESTRATEGIA	55
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.4.1 Investigación – Acción.....	57

3.4.2	Población objeto.....	58
3.4.3	Instrumentos	59
3.4.4	Análisis e interpretación	61
3.4.5	Caracterización inicial del nivel de las Unidades de competencia	65
3.4.6	Observación	70
3.4.7	Caracterización final del nivel de las unidades de competencia	75
3.4.8	Contrastación de resultados.....	83
4.	CONCLUSIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	32
Tabla 2 Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	33
Tabla 3 Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas	36
Tabla 4 Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	40
Tabla 5 Créditos matriculados por estudiante en el segundo semestre de 2004	59
Tabla 6 Indicadores por competencia	64
Tabla 7 Niveles de la competencia	65
Tabla 8 Especificación de calificación por indicadores	65
Tabla 9 Especificación de calificación por indicadores	65
Tabla 10 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	66
Tabla 11 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	67
Tabla 12 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas	68
Tabla 13 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	69
Tabla 14 Porcentaje de estudiantes por niveles en cada competencia	70
Tabla 15 Evaluación grupal inicial por cada indicador	73
Tabla 16 Caracterización final de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	75
Tabla 17 Caracterización final de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	76

Tabla 18	Caracterización final de la unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas	77
Tabla 19	Caracterización final de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	78
Tabla 20	Porcentaje de estudiantes por niveles en cada competencia	79
Tabla 21	Evaluación grupal final por cada indicador	82
Tabla 22	Contrastación de Resultados por cada estudiante	83
Tabla 23	Resultados Cuestionario diferencial Semántico	86
Tabla 24	Valoración estadística del Diferencial Semántico	87

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 Clasificación de las competencias	13
Figura 2 Actividades del Ingeniero relacionadas con el mundo de la máquina	18
Figura 3 Pasos básicos del proceso de diseño de una máquina	22
Figura 4 Proceso general del diseño de elementos de máquinas	27
Figura 5 Etapas de desagregación de competencias	30
Figura 6 Factores a considerar en el dimensionamiento de una Pieza	34
Figura 7 Factores a Considerar en la Elección del Material	37
Figura 8 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	71
Figura 9 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	71
Figura 10 Caracterización inicial de la unidad de competencia Calcular y dimensionar elementos de máquinas	72
Figura 11 Caracterización inicial de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	72
Figura 12 Caracterización final de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	79
Figura 13 Caracterización final de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.	80
Figura 14 Caracterización final de la unidad de competencia Calcular y dimensionar elementos de máquinas	80
Figura 15 Caracterización final de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas	81
Figura 16 Comparación de niveles de unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	84
Figura 17 Comparación de niveles de unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	84
Figura 18 Comparación de niveles de unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas	85

Figura 19 Comparación de niveles de unidad de competencia:
Seleccionar materiales para la construcción de elementos de
máquinas

85

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Evaluación Diagnostica	96
ANEXO B Talleres de Control	99
ANEXO C Situaciones problemáticas de corto alcance	113
ANEXO D Cuestionario de evaluación individual final	122

INTRODUCCIÓN

El mundo moderno en general, y nuestro país en particular, demanda la aplicación en las aulas de nuevas estrategias que permitan la introducción al mundo laboral de personas con alta capacidad innovadora, poseedora de recursos intelectuales, técnicos y científicos, capaces de solucionar problemas inherentes a su campo profesional, trabajar en grupo y relacionarse con superiores y subalternos y con la comunidad académica de su disciplina, conscientes y sensibles a la realidad social en la que se hallan inmersos, ciudadanos autónomos. Ello exige que la universidad prepare a sus estudiantes en una forma integral.

En los últimos años se ha producido un “revolcón” en todos los campos, “los cambios científicos y tecnológicos no han sido solamente cuantitativos sino cualitativos, es decir, no sólo han producido un mayor número de conocimientos y técnicas, sino que los nuevos conocimientos han conducido a una nueva visión del hombre y su universo” y esta nueva visión ha hecho que la educación en sus distintos niveles haya sido replanteada, puesto que debe enfatizar sobre la formación básica general y priorizar los procesos de aprendizaje, de suerte que el futuro graduando esté dotado de los recursos para seguir educándose por sí mismo. Estos son los recursos que se necesitan para que el estudiante de la asignatura Resistencia de Materiales I pueda desempeñarse adecuadamente y seguir autoformándose, se sintetiza en las competencias que en este proyecto nos hemos propuesto construir y desarrollar.

Para lograr esto es necesario que la universidad prepare a sus estudiantes en una forma integral, tanto teórica como práctica y a la vez creando comunicación o enlace con el campo empresarial que es donde finalmente el ingeniero desarrollará y afianzará sus competencias para el bien y desarrollo del país.

Con base en estos planteamientos e impulsados por los avances tecnológicos y científicos la Escuela de Ingeniería Mecánica pretende a través de la estrategia de resolución de problemas favorecer el desarrollo de las competencias en los estudiantes de Resistencia de Materiales I que el sector productivo demanda, utilizando como fuente de problemas situaciones problemáticas reales con los que se encuentran los profesionales actualmente en ejercicio.

Este trabajo esta enfocado en el desarrollo de competencias y en la resolución de problemas, buscando principalmente:

- *Integrar un entendimiento de los conceptos e ideas implícitamente en términos del aprendizaje previo.* Los retos de aprendizaje que enfrentan los estudiantes de Resistencia de Materiales I de Ingeniería Mecánica resultan enormes; cada nuevo concepto se conforma con base en muchos otros. En resistencia de Materiales I, se presta mucha atención a ayudar a que los estudiantes reconozcan como los nuevos conceptos e ideas se adaptan en conjunto con los aprendidos con anterioridad.
- *Subrayar la relación entre el entendimiento conceptual y los métodos de solución de problemas.* El desarrollo de las habilidades de solución de problemas de los estudiantes de Resistencia de Materiales como ya se expresó es uno de los principales retos de este proyecto. No se trata de dar a los estudiantes modelos de procedimientos para resolver problemas sino que se debe destacar la resolución de problemas como un proceso de pensamiento en donde se aplica la comprensión conceptual a la solución de un problema práctico.
- *Proporcionar a los estudiantes un sólido fundamento de las practicas de ingeniería.* Este proyecto es una gran oportunidad para introducir a los estudiantes a experiencias de ingeniería del mundo real y una aproximación a lo que sería el desempeño en su ejercicio profesional.

En el primer y segundo capítulo se revisa el estado del arte de los conceptos de Competencia y Resolución de Problemas. En el capítulo tres se estudia la propuesta desarrollada en el curso, instrumentos, análisis y resultados.

Se debe entonces resaltar que es posible abordar la formación profesional a partir de estrategias coherentes con los retos de la vida laboral, que involucren el desarrollo de competencias, entendidas en tres dimensiones: el saber, el saber hacer, el saber ser que se integran para permitir resolver con eficiencia los problemas que el sector productivo enfrenta de manera cotidiana.

1. COMPETENCIAS

1.1 ORÍGENES Y DESARROLLO DEL CONCEPTO DE COMPETENCIA

Recientemente se ha visto que tanto en el ámbito nacional como internacional existe un interés creciente por el tema de competencias, su desarrollo y evaluación; se plantea una necesidad de formar personas competentes o la necesidad de desarrollar ciertas competencias en los alumnos.

Los actuales estudiantes de ingeniería realizarán sus carreras profesionales en un siglo lleno de cambios, compitiendo con retos y oportunidades muy diferentes de aquellas a las que la mayoría de ingenieros practicantes se han enfrentado en sus vidas profesionales. Las necesidades de una competencia profesional son la mayor fuerza motriz de empleo en ingeniería; las oportunidades ofrecidas por la tecnología inteligente permiten ser más creativos y realizar un “trabajo más inteligente” en una infraestructura social en expansión que requiere talento para la complejidad; un ambiente de trabajo tolerante que cambia permanentemente exige habilidades interpersonales cautelosas, de aquí la importancia de que los ingenieros requieran habilidades que van más allá de la tradicional preparación científica que ha caracterizado la educación en ingeniería en el pasado medio siglo.

El concepto de competencia surge de la necesidad de valorar no sólo el conjunto de los conocimientos apropiados (*saber*) y las habilidades y destrezas (*saber hacer*) desarrolladas por una persona, sino de apreciar su capacidad de emplearlas para responder a situaciones, resolver problemas y desenvolverse en el mundo. Igualmente, implica una mirada a las condiciones del individuo y disposiciones con las que actúa, es decir, al componente actitudinal y valorativo (*saber ser*) que incide sobre los resultados de la acción.

La palabra *competencia* conjuga dos partículas que provienen de dos términos latinos: La partícula *com* que viene de *cum* y la partícula *petencia* que viene de *petere*. *Cum*, en latín, quiere decir “en compañía de”, “ponerse de acuerdo con”, “encontrarse en un mismo punto”; *petere* significa “tratar de lograr”, “buscar obtener algo”.

El término competencia tuvo sus orígenes en el campo jurídico y en el campo lingüístico. En el campo jurídico el término competencia se refería al hecho de que un tribunal compuesto por varias personas tenía la atribución, la autoridad para emitir un juicio. Por extensión el término se empezó a utilizar para referirse a alguien que tiene los conocimientos necesarios para tomar decisiones. En este último sentido, una persona competente es aquella que sabe sobre algo o que sabe hacer algo, que puede pronunciarse sobre algo, o que puede emitir un juicio acertado, apropiado, sobre algo.

Los expertos sitúan los orígenes del concepto contemporáneo de competencia en la filosofía griega clásica. Los filósofos griegos abordaron los temas de estudio desde problemas contextualizados, lo cual coincide con la interrogación de la realidad, que es la base de la resolución de problemas en la conceptualización actual de las competencias. Además, la filosofía griega buscaba aprehender la realidad de sus conceptos mediante el establecimiento de relaciones y conexiones entre diversos temas y problemas, del mismo modo que en la formación de competencias actual se plantea la necesidad de articular los saberes de distintas disciplinas.¹

De acuerdo con Aristóteles,

*hay dos clases de ser: el ser en potencia y el ser en acto; todo cambio se realiza pasando de uno a otro (...). Todo proviene del ser, pero sin duda, del ser en potencia, es decir, del no-ser en acto.*²

Ahora en el campo lingüístico, el término competencia fue introducido por el lingüista norteamericano Noam Chomsky, para explicar el carácter creativo del lenguaje o capacidad de un hablante para construir, comprender y generar una serie infinita de oraciones y expresiones lingüísticas a partir de un sistema de signos y reglas finitas; y para dar cuenta de la extraordinaria facilidad con que el niño se apropia del sistema lingüístico. Chomsky propone el término de competencia como aquella capacidad que posee todo hablante para apropiarse del conocimiento de su lengua y así producir y entender enunciados y significaciones siempre nuevas.

¹ TOBON, Sergio. **Formación basada en competencias**. Ecoe Ediciones, 2004. Bogotá.

² Citado por: DE ZUBIRÍA, Julián. **Las competencias argumentativas. La visión desde la educación**. Colección Aula Abierta – Magisterio, 2006. Bogotá.

La competencia lingüística formulada por Chomsky, puede entenderse como el conocimiento de las reglas o principios abstractos que regulan el sistema lingüístico, el cual suponemos está representado en la mente de los hablantes. Este conocimiento no es accesible a la conciencia de quien lo usa y sólo tenemos evidencia de él a través de la actuación o desempeño lingüístico. Es a ese conocimiento de carácter formal al que Chomsky denomina competencia y el cual resultaría de la especialización de un conocimiento lingüístico aún más abstracto: La gramática universal o dispositivo para la adquisición del lenguaje, el cual sería un conocimiento especificado en la información genética de la especie. Por ello la competencia lingüística es parcialmente innata, en el sentido de que tiene como punto de partida un conocimiento que no deriva de la experiencia.

En este sentido la competencia lingüística formulada por Chomsky tendría dos componentes:

Por un lado es un conocimiento universal y común a todas las lenguas y todas las personas entendido como un dispositivo innato para la adquisición del lenguaje, especificado en la información genética de la especie.

Y por otro lado es un conocimiento especializado de la estructura profunda o gramática particular de una lengua que requiere de la experiencia social y cultural.

De los anteriores planteamientos se pueden resaltar los rasgos esenciales o características del concepto de competencia lingüística postulado por Chomsky:

- ◆ Se trata de un conocimiento especializado o competencia de carácter específico; es decir, que dicha competencia guarda información exclusivamente lingüística solo para este tipo de actividad.
- ◆ Es un conocimiento implícito o de carácter no declarativo que se expresa en un saber hacer, que se expresa en la actuación lingüística, es decir, cuando es utilizado.
- ◆ No deriva totalmente de un proceso de aprendizaje, aún cuando requiere de la experiencia social y cultural. Es un conocimiento al menos parcialmente innato.

Además, la competencia lingüística se manifiesta en actos supremos de *creatividad* individual. Con base en un conjunto finito de reglas gramaticales, de fonemas y morfemas, de símbolos y signos, el hablante oyente es capaz de *crear*, en sus actos de habla, un número infinito de significaciones.

Esta propuesta de Chomsky acerca de la competencia lingüística enriquece la concepción sobre la noción y la adquisición de una competencia; propone, a partir de la adquisición y desarrollo del lenguaje, la fusión de la experiencia social y la capacidad individual en los procesos de aprendizaje.

“ La competencia lingüística se plantea entonces como un conocimiento de carácter universal que poseen todos los sujetos de la especie, quienes son considerados hablantes-oyentes ideales inmersos en una comunidad lingüística homogénea, en donde la presencia de una lengua gramaticalmente adecuada, permite el despliegue y el uso del conocimiento lingüístico que el niño tiene codificado de manera innata (Chomsky, 1983)”.

Los planteamientos de Chomsky fueron complementados por Dell Hymes (1980), quien estableció el concepto de competencia comunicativa. A diferencia de la competencia lingüística del primero, en la competencia comunicativa se tienen en cuenta los contextos específicos en donde se da la interacción. Así, una persona competente en el lenguaje es aquella que lo emplea para integrarse con otras personas, entendiéndolas y haciéndose entender de ellas.³

La competencia comunicativa, en tanto proceso contextual, se desarrolla, no cuando se manejan las reglas gramaticales de la lengua (competencia lingüística), sino cuando la persona puede determinar cuándo sí y cuándo no hablar, y también sobre qué hacerlo, con quién, dónde y en qué forma... La competencia comunicativa tiene en cuenta las actitudes, los valores y las motivaciones relacionadas con la lengua, con sus características y usos; así mismo, busca la interrelación de la lengua con otros códigos de conducta comunicativa (Hymes, 1996).⁴

La extensión de la competencia lingüística a la competencia comunicativa abrió un campo infinito a la educación. Si tanto los docentes como los alumnos poseen la

³ TOBON, Sergio. **Formación basada en competencias**. Ecoe Ediciones, 2004. Bogotá.

⁴ TOBON, Sergio. **Op. cit.**

competencia comunicativa, entonces se debe potenciar tal capacidad con el fin de mejorar el aprendizaje y la interacción social.⁵ En este sentido, Manfred Jourdan (1984) señaló:

La educación se realiza por medio de la comunicación. O dicho en términos más generales y formulado como un enunciado universal: no existe ningún comportamiento humano o acción (pedagógicamente relevante) que no sean transmitidos por el medio omnicomprensivo de la comunicación.⁶

De este modo, a partir de la competencia lingüística y la competencia comunicativa se introdujo el concepto de competencia en diversas áreas de la educación formal y se empezó a consolidar el concepto de competencias matemáticas, competencias sociales y competencias en ciencias naturales, entre otras. Así, a través de las competencias se empezaron a buscar nuevas metodologías que superaran las metodologías tradicionales basadas en la memorización, privilegiando los procesos cognoscitivos de percepción, atención, comprensión, inteligencia y lenguaje y las habilidades cognitivas de interpretación, argumentación y proposición.⁷

En forma paralela a la aplicación de las competencias en la educación formal se ha desarrollado el concepto de las competencias laborales. La necesidad de las empresas de prepararse para un estado continuo de competencia local, regional y global ha impulsado en muchos países, desde la década de los 80, la creación de sistemas de formación para el trabajo que permitan, entre otros aspectos: fortalecer la competitividad laboral, flexibilizar la fuerza laboral, facilitar la educación continua de acuerdo con los requerimientos de las empresas, orientar los sistemas educativos para que respondan a las necesidades empresariales y posibilitar la certificación de las competencias laborales independientemente de los estudios realizados.⁸

En el campo de la sociología según lo expresa Wittgenstein : “Conocer una ciencia, no es sólo conocer sus reglas, sino ponerlas en acción en situaciones diversas”.

⁵ MALDONADO, Miguel Ángel. **Las competencias, una opción de vida**. Ecoe, Ediciones, 2003. Bogotá.

⁶ Citado por: MALDONADO, Miguel Ángel. **Op. cit.**

⁷ TOBON, Sergio. **Formación basada en competencias**. Ecoe Ediciones, 2004. Bogotá.

⁸ TOBON, Sergio. **Op. cit.**

Según la psicología cognitiva, se están realizando una serie de importantes aportes a la comprensión de las competencias, a partir de conceptos tales como inteligencia, procesamiento de la información, procesos cognitivos, habilidades de pensamiento, estrategias cognitivas, heurísticos y esquemas, entre otros. Así mismo, en los últimos años se ha propuesto en esta área el término *competencias cognitivas*, referidas a procesos mediante los cuales se procesa la información acorde con las demandas del entorno, poniéndose en acción esquemas cognitivos, técnicas y estrategias, lo cual permite al ser humano conocer, percibir, explicar, comprender e interpretar la realidad.

Por otro lado, hoy en día surge en el mundo el enfoque de competencia laboral como respuesta a la necesidad de mejorar permanentemente la calidad y pertinencia de la educación y la formación de recursos humanos, frente a la evolución de la tecnología, la producción y, en general, la sociedad, y elevar así el nivel de competitividad de las empresas y las condiciones de vida y de trabajo de la población.

La educación orientada por el concepto de competencia laboral ha implicado para los distintos países iniciar procesos de reforma de sus sistemas de educación y capacitación; para las empresas, modernizar las formas de capacitación de sus trabajadores, adecuándolas a los cambios en la organización de la producción; y para el individuo, adaptarse a nuevos perfiles ocupacionales, al trabajo en equipo y al desarrollo de competencia laboral, mediante la adquisición y actualización continua de conocimientos y habilidades que le permitan lograr un desempeño eficiente y de calidad, acorde a los requerimientos de los centros de trabajo.

En consecuencia, el enfoque de competencia laboral surge en un marco de transformación de la producción y del trabajo, y de nuevas exigencias respecto a la forma de desempeño del individuo en el sitio de trabajo. Pero, ser más competitivo no sólo significa atender mecánicamente las necesidades del mercado de trabajo, sino las necesidades mismas del individuo, es decir, su formación integral. Poseer los conocimientos fundamentales, las habilidades sociales y las actitudes que permitan al individuo resolver problemas y enfrentar situaciones de contingencia, así como transferir su saber, su saber-hacer y su saber-ser a distintos contextos. Este es el sentido de la competencia laboral.

Se entiende la **competencia laboral** como una capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una tarea o labor. La competencia no se refiere a una potencialidad no realizada o a una probabilidad de éxito en la ejecución de una

labor determinada; se refiere a una capacidad demostrada por el hecho de haber podido llevar a término exitosamente la labor en cuestión.

O bien: « El concepto de competencia hace referencia a la capacidad real del individuo para dominar el conjunto de tareas que configuran la función en concreto. Los cambios tecnológicos y organizativos, así como la modernización de las condiciones de vida en el trabajo, nos obligan a centrarnos más en las **posibilidades** del individuo, en su capacidad para movilizar y desarrollar esas posibilidades en situaciones de trabajo concretas y evolutivas, lo que nos aleja de las descripciones clásicas de puestos de trabajo» (Reis, 1994).

Existen múltiples y variadas definiciones en torno a la competencia laboral. A continuación se detallarán varias definiciones sobre competencia laboral:

- ◆ *CONOCER* (México): Capacidad productiva de un individuo que se define y mide en función del desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; éstas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo.
- ◆ *INEM* (España): "las competencias profesionales definen el ejercicio eficaz de las capacidades que permiten el desempeño de una ocupación, respecto a los niveles requeridos en el empleo. "Es algo más que el conocimiento técnico que hace referencia al saber y al saber-hacer". El concepto de competencia engloba no sólo las capacidades requeridas para el ejercicio de una actividad profesional, sino también un conjunto de comportamientos, facultad de análisis, toma de decisiones, transmisión de información, etc., considerados necesarios para el pleno desempeño de la ocupación.
- ◆ *POLFORM/OIT*: La competencia laboral es la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo en una situación real de trabajo que se obtiene no sólo a través de la instrucción, sino también –y en gran medida- mediante el aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo.

Cabe mencionar que la OIT ha definido el concepto de "Competencia Profesional" como la idoneidad para realizar una tarea o desempeñar un puesto de trabajo eficazmente por poseer las calificaciones requeridas para ello. En este caso, los conceptos competencia y calificación, se asocian fuertemente dado que la calificación se considera una capacidad adquirida para realizar un trabajo o desempeñar un puesto de trabajo.

- ◆ *PROVINCIA DE QUÉBEC*: Una competencia es el conjunto de comportamientos socio-afectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un papel, una función, una actividad o una tarea.
- ◆ *CONSEJO FEDERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN (Argentina)*: Un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionados entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional
- ◆ *AUSTRALIA* : La competencia se concibe como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño de situaciones específicas. Es una compleja combinación de atributos (conocimiento, actitudes, valores y habilidades) y las tareas que se tienen que desempeñar en determinadas situaciones.
- ◆ *ALEMANIA* : Posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destrezas y aptitudes necesarios para ejercer una profesión, puede resolver los problemas profesionales de forma autónoma y flexible, está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo.

Es así que uno de los principales objetivos del enfoque de competencia laboral es ayudar a romper con las inercias y obstáculos que a la fecha han inhibido la dinamización de la formación y capacitación del personal.

Esto obedece parcialmente a los problemas que enfrentan las empresas para poner en práctica programas de formación, en ocasiones dado que no saben dirigirlos adecuadamente para alcanzar sus objetivos, por los costos de los programas o por el temor de alterar la estructura de jerarquías y remuneraciones. El hecho de que la competencia signifique resolver un problema o alcanzar un resultado con criterios de calidad, exige que la enseñanza sea de tipo integral: que combine conocimientos generales y específicos con experiencia de trabajo.

Desde el punto de vista conceptual, el término “competencia laboral” y su extrapolación a “formación basada en competencia laboral” no es, sin embargo, plenamente claro. Se utiliza con diversos sentidos, contextos y con una variedad de énfasis en sus componentes esenciales. No obstante, poco a poco los individuos se aproximan a un cierto consenso respecto a este concepto complejo, que reúne y sintetiza insumos, procesos y resultados; a la capacidad productiva de

un individuo, medida y definida en términos de desempeño real, y no meramente de una agregación de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes necesarios, pero no suficientes para un desempeño productivo en un contexto laboral.

La competencia laboral es para cada individuo el elenco multifacético de competencias de que dispone para desempeñar satisfactoriamente funciones de empleo. Incluye conocimientos generales y específicos, y habilidades técnicas como las calificaciones tradicionales, pero contempla además la capacidad para enfrentar y resolver con éxito situaciones inciertas, nuevas e irregulares en la vida laboral.

La competencia laboral es el resultado de la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo en una situación real de trabajo que se obtiene no sólo a través de la instrucción, sino también mediante el aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo.

El enfoque de competencia refuerza el punto de enlace entre mercado educativo y mercado de trabajo, ya que se sitúa a medio camino entre la producción y el consumo de competencias por parte del sector productivo.

En resumidas cuentas, los individuos requieren de ciertas habilidades en el momento de enfrentarse a una gran diversidad de situaciones problemáticas y conflictos en la vida cotidiana. La capacidad para hacerlo de manera coherente, efectiva y exitosa es básicamente la competencia. Esta idea llega al campo de la educación para designar aquellos logros del proceso enseñanza-aprendizaje, relacionados con el desarrollo de ciertas capacidades generales. La competencia además de ser un saber hacer, es hacer sabiendo, soportado en múltiples conocimientos que vamos adquiriendo en el transcurso de la vida; es la utilización flexible e inteligente de los conocimientos que poseemos lo que nos hace competentes frente a tareas específicas, en otras palabras, quien es competente lo es para una actividad determinada. Por ello, el concepto de competencia es diferente de los conceptos de aptitud o de capacidad mental, pues no se trata de una habilidad intelectual que se tiene o de lo cual se carece desde el nacimiento, que se manifiesta siempre y de manera idéntica, razón por la cual su falta de exteriorización equivale a su ausencia.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

La clasificación más corriente de las competencias en la educación superior las divide en competencias básicas, genéricas y específicas. Sin embargo, también es común la clasificación en competencias interpretativa, argumentativa y propositiva, quizás más usada en la educación básica.

Tobón propone la siguiente clasificación de las competencias, para la formación laboral y profesional:

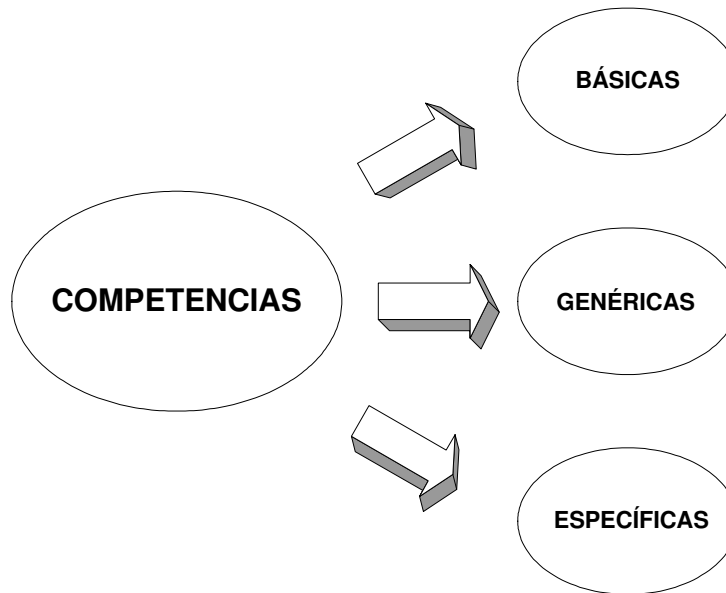
COMPETENCIAS BÁSICAS. Son las competencias fundamentales para vivir en sociedad y desenvolverse en cualquier ámbito laboral. Por ejemplo, la competencia comunicativa, la ética, la competencia matemática, el liderazgo, el afrontamiento del cambio.

COMPETENCIAS GENÉRICAS. Son aquellas competencias comunes a varias ocupaciones o profesiones. Por ejemplo, las profesiones de áreas tales como la administración de empresas, la contaduría y la economía comparten un conjunto de competencias genéricas tales como: análisis financiero y gestión empresarial... Este tema comienza a ser de gran importancia en la educación universitaria, la cual debe formar en los estudiantes competencias genéricas que les permitan afrontar los continuos cambios del quehacer profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS. Son aquellas competencias propias de una determinada ocupación o profesión. Tienen un alto grado de especialización, así como procesos educativos específicos, generalmente llevados a cabo en programas técnicos, de formación para el trabajo y en educación superior.⁹

⁹ TOBON, Sergio. **Formación basada en competencias.** Ecoe Ediciones, 2004. Bogotá.

Figura 1. Clasificación de las competencias



Fuente: el autor

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la Argentina, en su XXXVII reunión plenaria (2005), determinó las competencias que deben tener los estudiantes que ingresan a una carrera de ingeniería, además de las que deberán adquirir a lo largo de la carrera, estableciendo una clasificación similar a la planteada por Tobón:

COMPETENCIAS BÁSICAS. Deben ser requeridas a los aspirantes a ingresar a una carrera de ingeniería. Son lectura comprensiva y rápida, escritura, expresión oral y matemáticas básicas. En matemáticas se espera que posean las competencias para formular y resolver problemas de operaciones, de geometría espacial, de tratamiento de datos y situaciones aleatorias, de uso del sistema métrico. En lenguaje la competencia lingüística se extrapola a la competencia comunicativa al abarcar diversas competencias: gramatical, semántica, textual, pragmática o sociocultural, enciclopédica, literaria. Al mismo tiempo, el alumno deberá desarrollar habilidades mentales diversas, tales como: observar, describir, argumentar, interpretar, proponer.

COMPETENCIAS GENÉRICAS. Deberá poseer los conocimientos generales para realizar comportamientos laborales y habilidades que empleen tecnología. Para alcanzarlas es ineludible la coherencia entre los programas curriculares, el desempeño natural y el trabajo real de ese profesional en el ámbito local, nacional e internacional. Es el caso del manejo de algunos equipos y herramientas.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS. Deberá poseer los conocimientos especializados para realizar labores concretas propias de una profesión o disciplina que se aplican en determinado contexto laboral.

COMPETENCIAS LABORALES. Se incluyen en esta categoría a aquellas que son la articulación de conocimientos, aptitudes y actitudes en el mundo del trabajo. Estas competencias se refieren a la capacidad de una persona para aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas relacionados con situaciones del mundo laboral, a su destreza para manejar ciertas tecnologías y para trabajar con información, así como relacionarse con otros, trabajar en equipo, y a cualidades personales como responsabilidad, adaptabilidad, honestidad, creatividad.¹⁰

A continuación se presenta una propuesta de competencias genéricas de educación superior según la **ABET** (*Accreditation Board for Engineering and Technology - Abet*) que es una organización que acredita programas de ciencias aplicadas, computación, ingeniería y tecnología en los Estados Unidos. Es una de las organizaciones de acreditación más respetadas en el mundo, pues tiene una tradición de más de 70 años y está organizada como una federación de 30 asociaciones profesionales y tecnológicas.

Entre los criterios generales para la acreditación de programas de ingeniería, para evaluaciones hechas durante el ciclo de acreditación 2005 – 2006, la *Abet* incluye los resultados que deben obtener los programas que aspiren a ser acreditados. Como parte de esos resultados se debe describir lo que se espera que los estudiantes sepan y sean capaces de hacer cuando se gradúen como ingenieros. Esto hace referencia a las habilidades, los conocimientos y los comportamientos que los estudiantes deben adquirir a su paso por el programa. Así, los programas de ingeniería deben demostrar que sus graduandos alcanzan:

¹⁰ CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA. **Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías.** Confedi, XXXVII reunión plenaria, 2005. Argentina.

- a) La capacidad de aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- b) La capacidad de diseñar y dirigir experimentos, así como de analizar e interpretar datos.
- c) La capacidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer determinadas necesidades, teniendo en cuenta restricciones prácticas de tipo económico, ambiental, social, político, ético, y de salubridad, seguridad, fabricación y sostenibilidad.
- d) La capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.
- e) La capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- f) La comprensión de la responsabilidad profesional y ética.
- g) La capacidad de comunicarse eficazmente.
- h) Una educación suficientemente amplia para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- i) El reconocimiento de la necesidad y la capacidad de aprender a lo largo de toda la vida profesional.
- j) El conocimiento de los problemas contemporáneos.
- k) La capacidad de utilizar las técnicas, las habilidades y las herramientas modernas de ingeniería que sean necesarias para la práctica de la ingeniería.

En cuanto a las competencias específicas de un Ingeniero Mecánico, en este trabajo de grado solamente se tratará lo relacionado con el campo del diseño de elementos mecánicos pues la ingeniería mecánica tiene otros campos de desempeño que no se tratarán aquí (Fluidos, térmicas, mantenimiento, etc.).

En el caso de la educación superior, dado su mayor nivel de complejidad y movilidad, se recomienda identificar las competencias globales, las cuales consisten en desempeños de un mayor nivel de generalidad que agrupan las unidades de competencia y estas a su vez en elementos de competencia.

Con frecuencia, es necesario *desagregar* las competencias en enunciados que sean menores en alcances y que los logros conjuntos permitan lograr la solución del problema que afronta la competencia global. Entonces surgen las unidades de competencias, siendo todas las intermedias entre la competencia global y el elemento de competencia.

La OIT, en un paralelo a este modelo para diseño curricular, pero basado en análisis funcional, se refiere a las unidades de competencia así: “El proceso de análisis funcional se realiza, como se anotó antes, desagregando las funciones identificadas a partir del propósito principal bajo la lógica problema-solución, en el

que cada una de las funciones desagregadas se constituyen en “soluciones” para resolver el “problema” planteado en la función precedente.”¹¹ Y se interpretan FUNCIONES, como COMPETENCIAS, para aproximar una definición a este planteamiento

Se dice que se encuentra un *elemento de competencia*, al desagregar las competencias globales y llegar a la descripción de resultados que los profesionales pueden lograr con su desempeño, por medio de contribuciones individuales. Si se responde afirmativamente la pregunta ¿Esto lo puede realizar satisfactoriamente un solo profesional?, entonces se ha detectado un elemento de competencia. Estos elementos pueden ubicarse en cualquier nivel después de la competencia global, ya que algunos pasan directamente, sin unidad de competencia. Es algo incierto, no es obligatorio completar la estratificación.

Esos elementos de competencia, se pueden seguir desagregando para permitir identificar acciones puntuales de aprendizaje que se espera desarrollar en el estudiante. En este punto, con la misma estructura gramatical, aparecen los SABERES.

Según el CIEBC¹²:

También se entienden las competencias como procesos a través de los cuales las personas realizan actividades o resuelven problemas de la vida cotidiana y del contexto laboral-profesional con idoneidad, mediante la articulación de tres tipos de saberes: saber hacer, saber conocer y saber ser, consecuencia de la articulación de conocimientos teóricos de las personas, o el “saber”, con ciertas destrezas prácticas o el “hacer” convirtiéndolo en un “saber hacer”, que facilitará sin duda el mundo de la educación superior y el mercado laboral.

SABER: - Representa lo cognitivo.
- Se refiere a hechos, teorías y principios del conocimiento. Comprende los contenidos conceptuales que deben ser descritos por medio de la misma terminología del área en diseño. Son los conocimientos científicos y tecnológicos que son requeridos como

¹¹ Vargas Zuñiga F. Pregunta 13, Parte B Identificación de Competencias, 40 preguntas sobre Competencia laboral, CINTERFOR - OIT. Montevideo, 2004

¹² Congreso Internacional de Educación Basada en competencias, Bogotá 2006

fundamentos para el SABER HACER, no su memorización. Es análisis y re-construcción.

- Los procesos que se sugieren para aparecer en estos saberes son: Procesos de Atención, adquisición, recuperación, transferencia y Evaluación sobre instrumentos cognitivos como: nociones, proposiciones, conceptos, categorías, clases, símbolos, teorías disciplinares.

SABER HACER: - Representa lo procedimental y motriz.

-Relaciona los procedimientos, técnicas, métodos, habilidades y destrezas que son necesarias desarrollar en el estudiante. Es el saber de la actuación en la realidad, solucionando los problemas, sobre el contexto determinado.

- Los procesos de desempeño se sugieren para estos saberes, sobre instrumentos de actuación, es decir técnicas¹³ y procedimientos cognitivos, cognitivos-motrices, algorítmicos (basados en acciones secuenciales) y heurísticos.

SABER SER:- Representa lo actitudinal.

- Se refiere a un elemento muy importante para incluir en el proceso de formación integral, por que es la descripción del aspecto afectivo-motivacional en actitudes, valores y comportamientos que se espera del estudiante en pleno proceso de aprendizaje.

- Los procesos que se sugieren para aparecer en estos saberes son: Sensibilización, personalización, cooperación, sobre instrumentos afectivos como: ética Valores, actitudes, normas técnicas y sociales, ambientales, de seguridad, de higiene y de responsabilidad, que rigen el área.

¹³ TÉCNICAS, son acciones específicas para alcanzar metas planeadas, que no necesitan grandes dosis de planificación, porque gracias al aprendizaje anterior, algunas habilidades y destrezas se encuentran automatizadas y pertenecen a algún procedimiento. Ej: Mantenimiento General de un Vehículo, Técnicas: Cambio de aceite, revisión de motor, etc. Sergio Tobón 2004.

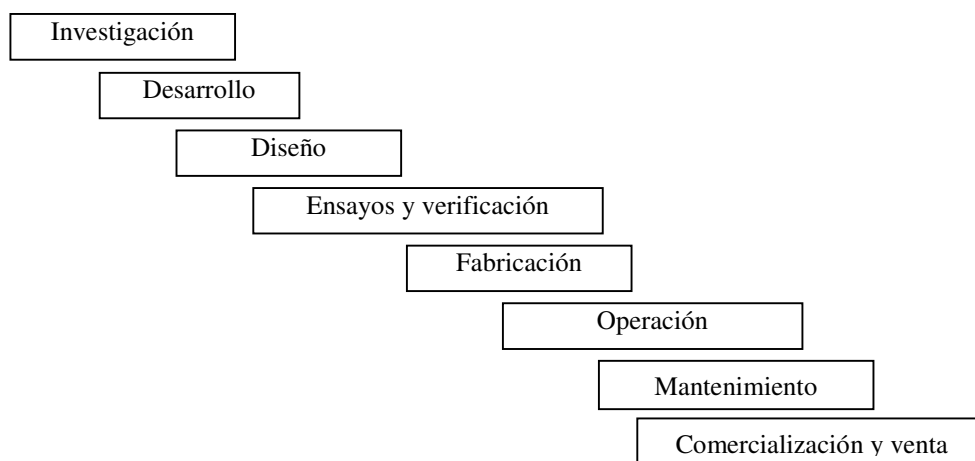
1.3 COMPETENCIAS EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS EN EL ÁREA DEL DISEÑO MECÁNICO

La ingeniería Mecánica se divide principalmente en las áreas de Termofluidos, Diseño Mecánico, área de automatización, control y optimización de procesos. Dentro de cada una de estas ramas, las cuales abarcan una enorme cantidad de campos de desempeño, el profesional en Ingeniería Mecánica se enfrentará a tareas tales como la concepción, planificación, selección, estudio, diseño, construcción, evaluación, innovación, instalación, control, optimización, conservación y administración de recursos y medios de producción y servicio.

Para lograr esto es necesario que la universidad prepare a sus estudiantes en una forma integral, tanto teórica como práctica y a la vez creando comunicación o enlace con el campo empresarial que es donde finalmente el ingeniero desarrollará y afianzará sus competencias para el bien y desarrollo del país.

En la figura 2 se muestra esquemáticamente las diferentes actividades relacionadas con el mundo de la máquina, y con la mayoría de las cuales el ingeniero mantiene un papel de actor principal.

Figura 2. Actividades del Ingeniero relacionadas con el mundo de la máquina



Fuente: CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. Pag 20.

Con base en lo anterior observamos que el futuro profesional deberá desempeñarse en forma satisfactoria en cada una de estas áreas por lo cual se hace necesario e indispensable que desde el punto de vista del aprendizaje, la universidad capacite a sus alumnos dándoles las herramientas y el espacio para permitir que estos desarrollen las competencias.

La universidad y la empresa tienen mucho que ganar abriendo la posibilidad a la construcción de equipos mixtos de académicos universitarios y académicos de la empresa en donde la empresa pueda mejorar sus condiciones con el saber de la universidad y el saber de la universidad se enriquezca con los problemas y las herramientas académicas desarrolladas para resolver esos problemas por la empresa.

La universidad de hoy tiene fines nuevos y conserva fines antiguos; debe comprender el mundo y debe proyectar estrategias de resolución de problemas; debe preparar en el ejercicio profesional, debe apropiarse permanentemente de las herramientas que le aseguren el acceso al conocimiento continuo; pero esto implica naturalmente, capacidad para reconocer la innovación y participar en los procesos que la hacen posible. Esto quiere decir que, la universidad debe ser selectiva en sus trabajos, obedeciendo a criterios académicos; debe realizar asesoría y consultorías que no solamente permitan resolver problemas sino que hagan a la universidad más pertinente en la medida en la cual reconoce mejor los problemas del entorno y elabora teorías. Debe trabajar en la comunidad para preparar a sus egresados para la vida profesional, para aprender de la comunidad y para desarrollar también la sensibilidad social de los estudiantes.

Todos estos planteamientos nos llevan a preguntarnos ¿Qué competencias deben poseer y desarrollar los ingenieros mecánicos desde el punto de vista del diseño mecánico?.

Para poder dar respuesta a esta pregunta es necesario extraer del entorno laboral y de la realidad académica e institucional, los requerimientos exigidos a un profesional como son conocimientos y destrezas suministrados por la formación académica y por otro lado un eficiente desempeño de sus funciones en el campo laboral.

Como primera medida en el campo laboral se demanda del ingeniero mecánico realizar funciones tales como (según la ACIEM):

1. Calcular, seleccionar, dimensionar y diseñar elementos y sistemas mecánicos.
2. Seleccionar, implementar y controlar procesos de fabricación industrial de piezas o elementos y seleccionar los materiales adecuados.
3. Organizar, administrar, planear y controlar las actividades de mantenimiento en plantas industriales.
4. Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener instalaciones, máquinas y equipos térmicos e hidráulicos.
5. Seleccionar, calcular, evaluar, operar y mantener sistemas básicos de medición, automatización y control de procesos industriales.

Se observa que aparece en primer lugar la función *“Calcular, seleccionar, dimensionar y diseñar elementos y sistemas mecánicos”*, función que será la base para definir claramente las competencias en el campo del diseño mecánico.

Las necesidades mundiales requieren el diseño y entrega de productos de clase, procesos y servicios de alta calidad, que sean competitivos en el mercado y entregados a tiempo. Todos los procesos para generar un producto deben ser racionalizados y mejorados continuamente.

Los seres humanos siempre han diseñado cosas. Una de sus características básicas es que elaboran una amplia gama de herramientas y otros artefactos para que se adapten a sus propios propósitos. A medida que cambian dichos propósitos y a medida que las personas reflexionan sobre los aparatos de que disponen, realizan mejoras e idean y fabrican clases completamente nuevas de artefactos.

El deseo de diseñar cosas es, por lo tanto, inherente a los seres humanos, y “diseñar” no es algo que siempre se haya considerado que necesite o requiera habilidades especiales. En las sociedades tradicionales, basadas en la artesanía, “diseñar” no está separado realmente de “fabricar”; es decir, generalmente no hay

una actividad previa o de dibujo o elaboración de modelos antes de la actividad de fabricación del artefacto.

En las sociedades internacionales modernas, las actividades de diseño y fabricación de los artefactos generalmente están bastante separadas. El proceso de fabricar algo no puede iniciarse antes de que se haya completado el proceso de diseño.

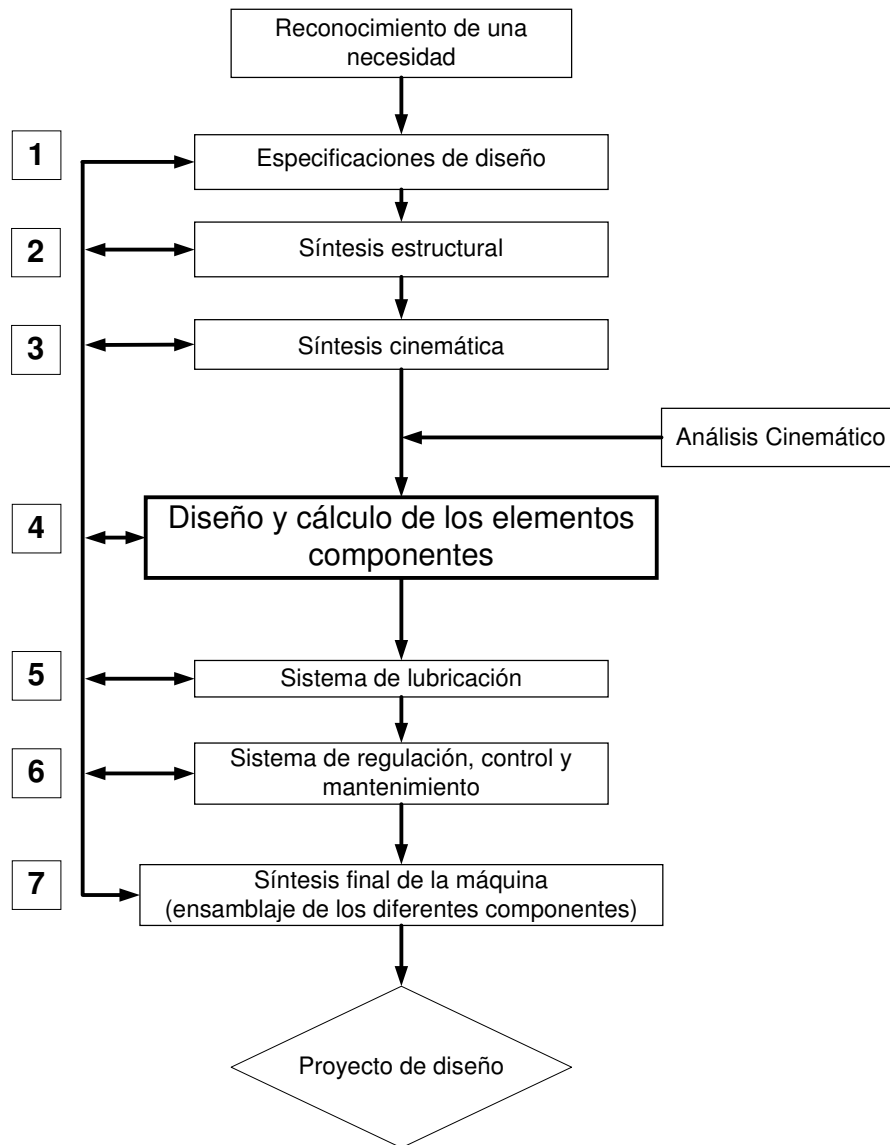
Ya identificada la función que el ingeniero mecánico deberá cumplir, la institución educativa tiene el compromiso de brindar los conocimientos relacionados con el diseño de máquinas y de elementos de máquinas, componente fundamental de las competencias en el diseño mecánico. En los siguientes numerales se estudiará el proceso de diseño de máquinas y el proceso de diseño de elementos de máquinas para extraer finalmente las competencias relativas al diseño mecánico.

1.3.1 Proceso de Diseño de Máquinas.

El proceso de diseño de máquinas puede definirse como el proceso teórico - práctico que, partiendo del reconocimiento de una necesidad, llega a su satisfacción por medio de la construcción de una máquina.

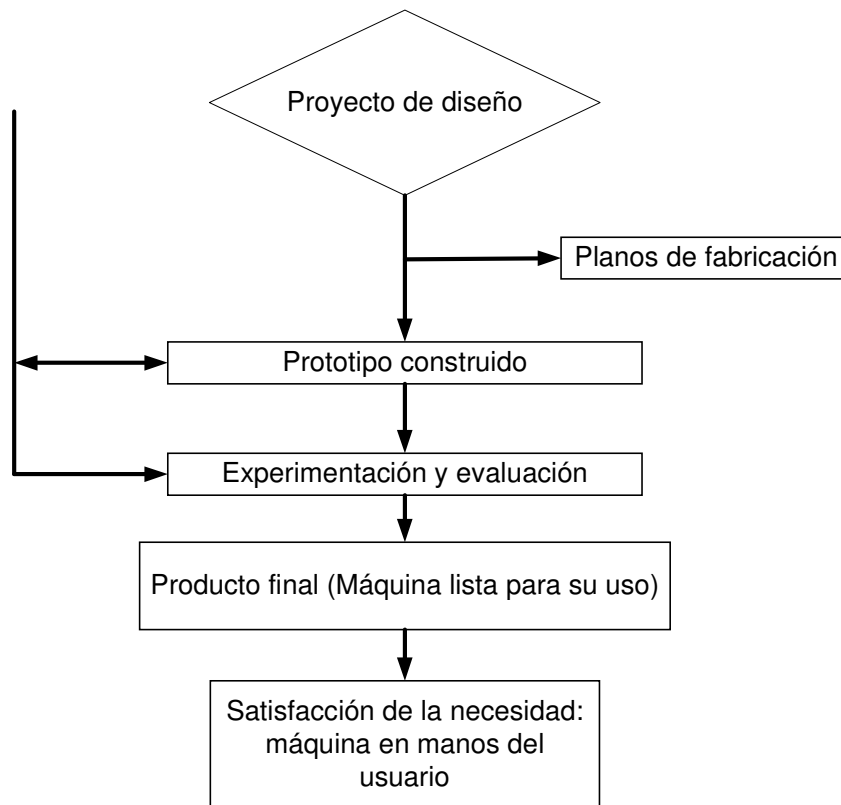
El diseño de una máquina es un proceso bastante complejo que no solamente aplica conocimientos relativos al análisis y síntesis de mecanismos y máquinas, sino que además requiere la aplicación directa de otros muchos conocimientos y disciplinas tanto tecnológicas como de otro tipo.

Figura 3. Pasos básicos del proceso de diseño de una máquina



Fuente: CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. Pag 494.

Figura 3. Pasos básicos del proceso de diseño de una máquina (continuación)



Fuente: CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. Pag 495.

De acuerdo a la figura 3 la primera etapa está constituida por la selección y cuantificación de las especificaciones de diseño, a partir, directamente, de las necesidades a satisfacer.

La segunda etapa la constituye la síntesis estructural, en la cual se define el tipo de mecanismos y subsistemas que la han de componer, desde un punto de vista topológico, así como los diferentes elementos de máquina que cada uno de ellos engloba.

La tercera etapa la constituye la síntesis cinemática en la cual se definen las dimensiones de los diferentes miembros que componen las distintas cadenas cinemáticas (mecanismos), de manera que se cumplan los requisitos de movilidad

de los miembros móviles (desplazamientos, trayectorias, velocidades, aceleraciones).

Esta etapa de síntesis requiere, en muchos casos, la comprobación de los resultados con el correspondiente análisis cinemático.

La cuarta etapa la constituye el diseño y cálculo de todos y cada uno de los elementos (piezas) constitutivos de la máquina.

La quinta etapa la constituye la definición de sistema de lubricación, que puede ser un sistema único, centralizado, o estar formado por varios sistemas, atendiendo cada uno a una parte o subsistema específico de la máquina. Una vez definido el sistema se procede al cálculo de sus elementos, tanto desde el punto de vista mecánico como principalmente por consideraciones hidráulicas (mecánica de fluidos) y termodinámicas (eliminación del calor producido en los rozamientos).

La sexta etapa la constituye la definición del sistema de regulación, control y mantenimiento de la máquina, de manera que esta opere dentro de ciertos valores preestablecidos, obedezca las instrucciones del operador y pueda conocerse su estado en todo momento, en prevención de los posibles fallos o para su fácil arreglo en el caso de que éstos ocurran. Ello requiere la colocación de un conjunto de sensores (de fuerza, aceleración, o de otros tipos) que detecten la situación de algunos parámetros de control, y de los correspondientes actuadores y sistemas de bloqueo que corrijan o detengan las maniobras defectuosas.

Finalmente la séptima etapa que conduce directamente al *proyecto de diseño de la máquina*, la constituye el ensamblaje entre sí de los diferentes subsistemas, definiendo sus posiciones relativas, sistemas y modos de fijación, bastidor común (o básico) si lo hubiera, etc.

De todo lo anterior, no sólo se desprende la complejidad del proceso de diseño de máquinas sino además su enorme multidisciplinaridad.

En efecto, el diseñar una máquina que satisfaga una necesidad requiere un profundo conocimiento de ésta, lo que lleva aparejado tener en cuenta aspectos psicológicos, políticos, culturales, medioambientales, etc.

Por otro lado el diseño de una máquina requiere considerar todos los aspectos relativos a su fabricación, tales como materiales disponibles, procesos y equipos de fabricación, recursos humanos y capacitación etc.

Asimismo, los aspectos económicos y de marketing (mercados, costos, etc.), también pueden influir decisivamente en el diseño de una máquina.

Desde otro punto de vista el diseño de máquinas modernas requiere la aplicación de conocimientos en los campos de la electricidad, electrónica, fluídica, etc., relacionados con el control, la regulación y el mantenimiento de las máquinas y, en general, con el proceso continuo de automatización de las mismas. (sistemas de regulación electrónicos, servomecanismos, sensores para detectar el estado de la máquina, etc., componen un conjunto creciente de sistemas no mecánicos incorporados a las máquinas y que hacen impensable un diseño de éstas en que tales aspectos no fueran considerados.).

Finalmente, es interesante resaltar también que el diseño de máquinas puede ir desde un simple proceso de rediseño de la misma (o incluso, de alguno de sus componentes), para adaptar un modelo ya existente a una necesidad no prevista inicialmente, hasta complejas tareas implícitas en un nuevo diseño, que lleva aparejada tareas de investigación y desarrollo (sobre sistemas, materiales, modelos matemáticos, técnicas de optimización, etc.).

1.3.2 Proceso de diseño y cálculo de elementos de máquinas.

En esencia, el diseño y cálculo de cualquier componente elemental de una máquina (pieza) será la respuesta a dos interrogantes:

- ¿Qué material ha de emplearse?
- ¿Qué dimensiones ha de tener?

Evidentemente, ambas cuestiones están íntimamente relacionadas entre sí y, a su vez, con muchos otros aspectos, en cualquier caso, el diseño correcto de un elemento de máquina será aquel que consiga un material y unas dimensiones adecuadas (dimensiones mínimas), de manera que el elemento no falle durante la vida útil prevista para el mismo.

Esta definición lleva implícita un conjunto de matizaciones que han de tenerse en cuenta:

1. Algunas formas y dimensiones de los elementos de máquina pueden venir implícitas a partir de su síntesis estructural y su síntesis cinemática.
2. El diseño y cálculo de un elemento de máquinas requiere el previo conocimiento de las acciones que sobre él actúan, y que en última instancia serían las causantes de su fallo.

Tales acciones pueden ser, tanto mecánicas (Fuerzas y pares constantes o variables en el tiempo), como térmicas, químicas (corrosiones) y de otros muchos tipos.

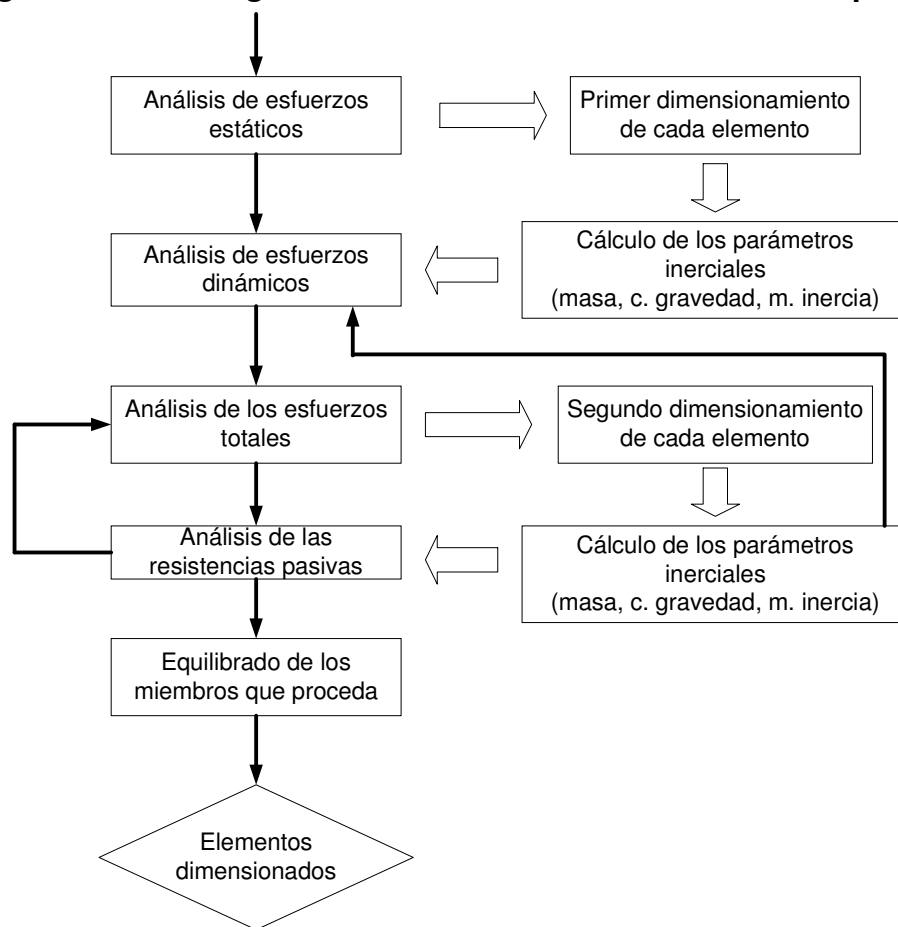
A su vez, las primeras pueden deberse a esfuerzos exteriores aplicados sobre el elemento, o a efectos de su propia masa en movimiento (esfuerzos de inercia).

3. El diseño y cálculo de un elemento de máquina requiere la idealización de éste, la sustitución por un modelo matemático sobre el que formular un conjunto de ecuaciones que ligan los esfuerzos aplicados (exteriores al elemento) con las características resistentes del material elegido y las dimensiones del elemento, para conseguir que este no falle.
4. El diseño y cálculo de un elemento de máquina requiere la previa definición del concepto de fallo, la asunción por el proyectista de unos valores máximos de ciertos parámetros en el material, sobrepasados los cuales se supone que la pieza dejaría de ejercer su función. El fallo puede ser por rotura del material, por deformación, por desgaste y por corrosión, etc.
5. El diseño y cálculo de un elemento de máquina requiere la correcta formulación y aplicación de un conjunto de ecuaciones (ecuaciones de diseño) que ligan los esfuerzos exteriores actuantes, las características resistentes del material, el modelo matemático que representa la elemento, los criterios de fallo seleccionados y las dimensiones del mismo, de manera que por aplicación de las mismas pueda obtenerse las dimensiones desconocidas, en sus mínimos valores o valores seguros.

6. En algunos casos, al diseño y cálculo de elementos de máquinas se le imponen algunas restricciones (por ejemplo que su peso sea mínimo, o su costo sea mínimo etc.). En este caso se recurre a métodos de optimización por medio de los cuales se eligen, simultáneamente, el material y las dimensiones, de manera que tales restricciones puedan cumplirse.

En la figura 4 se expone el proceso general de diseño de elementos de máquinas.

Figura 4. Proceso general del diseño de elementos de máquinas



Fuente: CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. Pag 497.

Como se observa, el profesional que esta involucrado en el proceso de diseño de máquinas y elementos de máquinas debe realizar en forma exitosa una gama de actividades tales como:

- ‖ Análisis topológico de elementos y sistemas mecánicos.
- ‖ Análisis cinemático de mecanismos y movilidad de miembros.
- ‖ Cálculo y dimensionamiento de elementos de máquinas.
- ‖ Un correcto modelamiento y representación de elementos de máquinas (manejo espacial de imágenes y empleo de símbolos correspondientes a diversas disciplinas).
- ‖ Además de las actividades mencionadas anteriormente, que son propias del diseño de elementos de máquinas, se debe resaltar que el diseño de máquinas demanda multidisciplinaridad, es decir se debe tener conocimiento de sistemas de control, regulación, mantenimiento de equipos, aspectos políticos, económicos e inclusive legales entre otros.

En la siguiente sección partiendo de la función del ingeniero mecánico en el campo del diseño mecánico y con el apoyo de las actividades que se deben desarrollar en el proceso de diseño de elementos mecánicos se hará la respectivo desagregación de competencias.

1.3.3 Desagregación de las competencias del ingeniero mecánico en su función de diseñador.

Habiendo estudiado el entorno laboral (funciones que demanda el entorno al egresado en el campo del diseño mecánico) y las bases institucionales y académicas (Conocimientos de diseño de máquinas y elementos de máquinas) se procederá a la etapa de desagregación de competencias. Partiendo de la función “**Cálculo, selección, dimensionamiento y diseño de elementos y sistemas mecánicos**” del ingeniero mecánico en el campo del diseño mecánico (Demanda del sector productivo), se define una competencia global “**Diseñar elementos y sistemas mecánicos a través del cálculo de dimensiones, establecimiento de proporciones y selección de forma, materiales y componentes; para que se satisfagan requerimientos funcionales para la industria manufacturera y para**

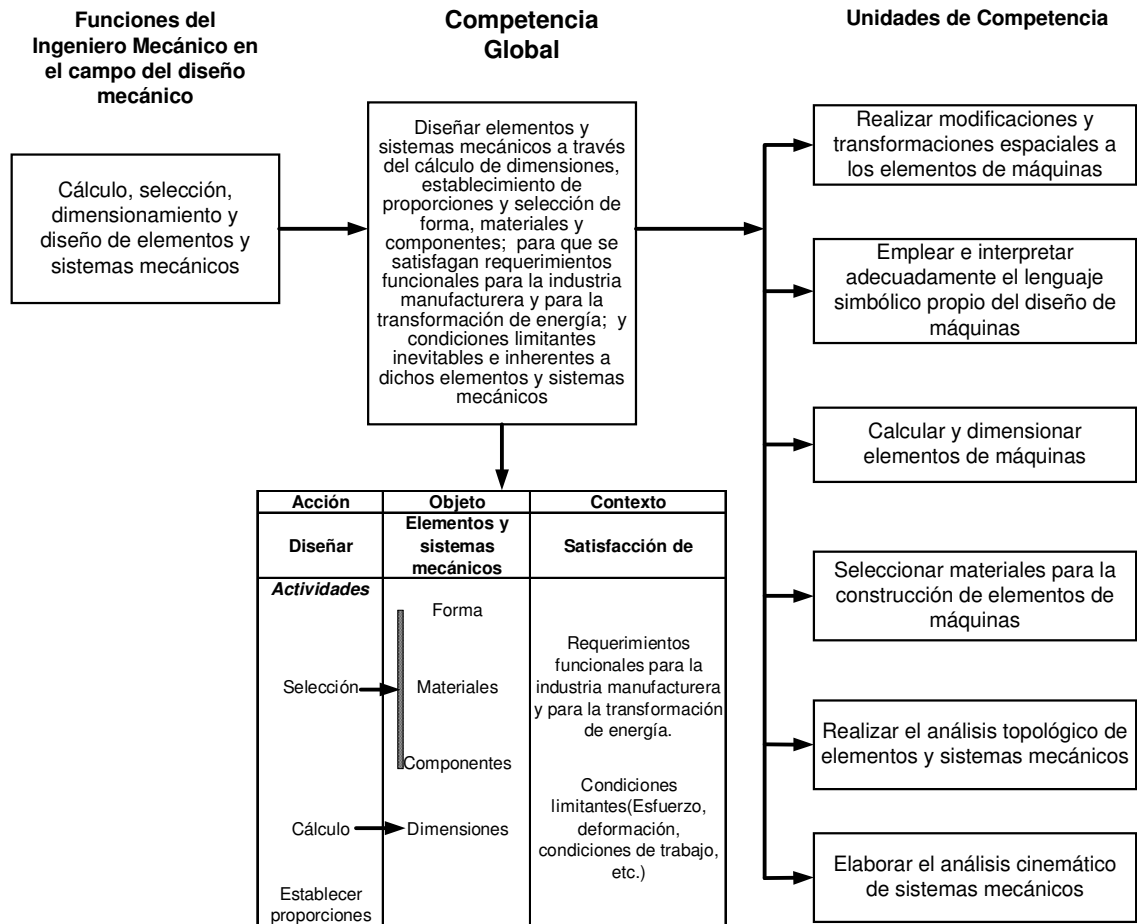
la transformación de energía; y condiciones limitantes inevitables e inherentes a dichos elementos y sistemas mecánicos”, necesaria para llevar a cabo exitosamente esta función, de aquí se derivan las unidades de competencia (Competencias en enunciados de menores alcances) que son:

- Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.
- Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.
- Calcular y dimensionar elementos de máquinas.
- Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.
- Realizar el análisis topológico de elementos y sistemas mecánicos.
- Elaborar el análisis cinemático de sistemas mecánicos.

Las anteriores unidades de competencia son el resultado del estudio de las acciones de cada una de las etapas involucradas en el proceso de diseño de máquinas y elementos de máquinas. Todas necesarias y complementarias y para poder llevar a cabo un proceso de diseño de elementos de máquinas.

En la figura 5 se muestra el cuadro de competencias desagregadas desde la función del ingeniero mecánico como diseñador.

Figura 5. Etapas de desagregación de competencias



Fuente: el autor.

De las mencionadas unidades de competencia en este proyecto se centrará la atención en las cuatro primeras, pues son las que se pueden desarrollar en la asignatura resistencia de materiales y que serán de apoyo futuro cuando el estudiante tome el curso de diseño de máquinas. Estas unidades de competencia son:

- Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.
- Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.
- Calcular y dimensionar elementos de máquinas.
- Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.

A continuación se dará una descripción de cada una de estas unidades de competencia.

1.3.3.1 Unidad de Competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.

El estudiante debe *saber* desarrollar en forma gráfica dibujos a mano alzada , planos , despieces que le permitirán realizar transformaciones y modificaciones sobre imágenes, formas o espacios. Esta relacionada con la capacidad de traducir esquemas tridimensionales a esquemas bidimensionales y viceversa.

La tabla 1 Muestra los saberes y saber hacer afines a esta unidad de competencia.

Tabla 1. Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas

Unidad de Competencia	
Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas	
<i>Saber (Conocimientos)</i>	<i>Saber hacer (Acciones)</i>
Conocer y utilizar instrumentos y accesorios de dibujo	Elaborar e interpretar bocetos a mano alzada de elementos de máquinas
Identificar las relaciones geométricas en los elementos de máquinas	Imaginar objetos sólidos, vistos desde distintas posiciones
Identificar las vistas principales y auxiliares de un sólido	Construir e interpretar las proyecciones principales y auxiliares de un sólido
Emplear adecuadamente las escalas en planos	Hacer la representación isométrica de un objeto con base en sus vistas
Distinguir los diferentes sistemas de coordenadas	Elaborar e interpretar planos de elementos y conjuntos mecánicos
Interpretar cortes y secciones de elementos mecánicos	

Fuente: el autor.

1.3.3.2 Unidad de Competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.

Permitirán elaborar e interpretar el lenguaje de símbolos utilizados en planos mecánicos, eléctricos y de otras expresiones gráficas propias de su profesión que le servirán como una herramienta de interlocución con sus compañeros y con profesionales de su área.

En los esquemas de ingeniería encontramos representaciones tales como: Apoyos, articulaciones, elementos de máquinas (engranajes , cadenas, bandas, ejes, levas entre otros) que deben ser representados con símbolos en los planos de diseño que el ingeniero realice para facilitar la clara interpretación de los mismos.

La tabla 2 Muestra los saberes y saber hacer afines a esta unidad de competencia.

Tabla 2. Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas

Unidad de Competencia	
Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas	
<i>Saber (Conocimientos)</i>	<i>Saber hacer (Acciones)</i>
Distinguir las diferentes clases de símbolos(mecánicos, eléctricos, hidráulicos, etc.)	Elaborar e interpretar la simbología en planos de detalle, de montaje, de despiece y de fabricación
Conocer las normas existentes para la representación de símbolos	Elaborar e interpretar la simbología planos de redes sanitarias, hidráulicas, neumáticas y eléctricas
	Aplicar las normas técnicas, nacionales e internacionales que rigen el dibujo de máquinas
	Verificar la funcionalidad de sistemas mecánicos a partir de la revisión de sus planos

Fuente: el autor.

1.3.3.3 Unidad de Competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas.

Permitirá al profesional estudiar métodos para determinar la resistencia, la rigidez (características de la deformación y que no se flexionen en exceso por la acción de las cargas que se le impongan) y la estabilidad de los diversos elementos soportadores de cargas y a su vez determinar las dimensiones físicas de las partes que componen un sistema mecánico. Dichas partes deben tener las

proporciones adecuadas para que resistan las fuerzas reales o probables que habrán de aplicárseles.

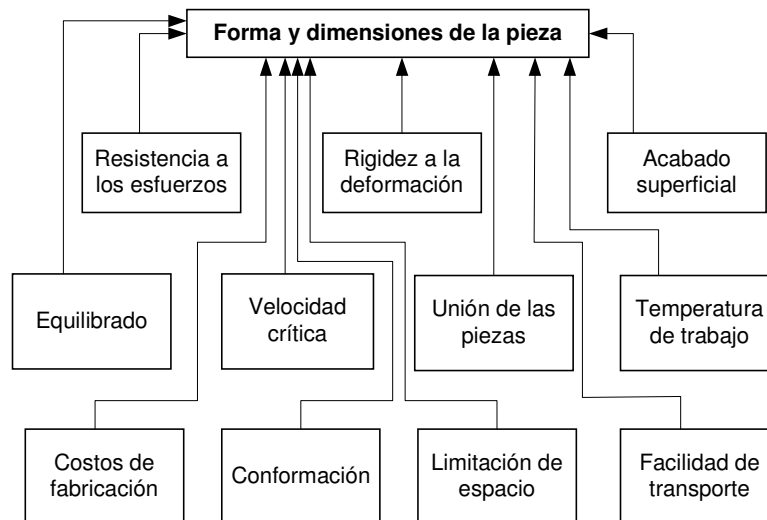
El diseño de elementos de máquinas implica la toma de decisiones a dos niveles : Elección del material, forma y dimensiones de la pieza en cuestión. En esta unidad de competencia se hace énfasis en el dimensionamiento de piezas.

Para una toma correcta de decisiones es preciso tener en cuenta todos los factores que en ellas inciden, una muestra de los cuales se presenta a continuación:

- *Factores a considerar en el dimensionamiento de las piezas.*

Una vez elegido el material, la segunda decisión con la que se encuentra el proyectista es darle la forma y dimensiones a la pieza. Un correcto dimensionamiento exige la consideración de multiples factores algunos de los cuales se señalan a continuación (Véase la Figura 6):

Figura 6. Factores a considerar en el dimensionamiento de una Pieza.



Fuente: CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. Pag 500.

Resistencia a los esfuerzos : Es el factor más condicionante y sobre el que se apoya el dimensionamiento resistente de la pieza. No solo se refiere a dimensiones para resistir esfuerzos mecánicos de tracción, compresión, cortadura, etc sino también a esfuerzos de origen térmico, impactos, etc.

Rigidez a la deformación: En muchos casos la forma y dimensiones de una pieza vienen condicionadas por limitaciones impuestas a su deformación, aún cuando ellas no sobrepasen las exigencias puramente resistivas.

Equilibrado: En piezas en movimiento que puedan dar lugar a fuerzas de inercia no equilibradas el proceso de equilibrado de las mismas puede dar lugar a cambios importantes en su forma (como en las bielas y cigüeñales).

Temperatura de trabajo: La temperatura de trabajo bien por ser diferente de la temperatura ambiente (casos de alabes de turbina), o por oscilar esta última dentro de márgenes más o menos amplios puede condicionar la forma y dimensionamiento de muchas piezas de máquinas.(Por ejemplo el pistón de un motor tiene en frío una forma ligeramente oval de manera que se evite el fenómeno de campaneo. Cuando se calienta adquiere una forma cilíndrica definitiva).

Costos de fabricación: Bajos costes de fabricación conducen a piezas de geometría sencilla (Con procesos de mecanizado simples), o al uso de elementos estándar (perfiles laminados soldados).

Conformación: La forma y dimensiones de piezas de máquinas vienen condicionadas muchas veces por el proceso de fabricación seguido. Así, por ejemplo, las piezas fundidas de bastidores de motores y cajas de engranajes tienen sus dimensiones fijadas por razones de facilitar los procesos de colada, más que por razones resistivas.

Limitaciones de espacio: Este tipo de limitaciones influye muchas veces en la forma y dimensiones de los elementos de máquinas. Estas limitaciones también se pueden referir a piezas fijas o piezas en movimiento.

Facilidad de transporte: Algunas piezas de máquinas se ven condicionadas en su forma y dimensiones por razones de transporte, tanto externo a la fábrica como interno a la misma.

La tabla 3 Muestra los saberes y saber hacer afines a esta unidad de competencia.

Tabla 3. Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas

Unidad de Competencia	
Calcular y dimensionar elementos de máquinas	
<i>Saber (Conocimientos)</i>	<i>Saber hacer (Acciones)</i>
Realizar apropiadamente cálculos tanto vectorial como escalarmente	Analizar el estado de carga de cualquier sistema en equilibrio estático
Identificar las relaciones para el equilibrio de partícula y sólidos rígidos	Utilizar los diagramas de cuerpo libre para identificar las fuerzas que actúan sobre los elementos de un sistema mecánico en equilibrio estático.
Distinguir apoyos y tipos de conexiones en sistemas mecánicos	Simplificar las situaciones de equilibrio estático, sustituyendo los sistemas de fuerzas reales por sistemas equivalentes más simples.
Conocer centros de masa y momentos de inercia de planos y sólidos geométricos	Analizar el estado general de esfuerzos en cualquier punto de un elemento o una estructura.
Clasificar apropiadamente las cargas	Determinar el estado de deformaciones de elementos mecánicos sometidos a carga.
Comprender los conceptos de esfuerzo y deformación	Evaluar la resistencia, la rigidez y la estabilidad de un sistema mecánico sometido a condiciones de carga.
Proponer diferentes alternativas de solución a un problema	Dimensionar elementos de máquinas sometidos a tracción, torsión, flexión o cargas combinadas.
Saber formular las ecuaciones correctas sobre el modelo matemático elegido	
Identificar puntos críticos en los elementos de máquinas.	

Fuente: el autor.

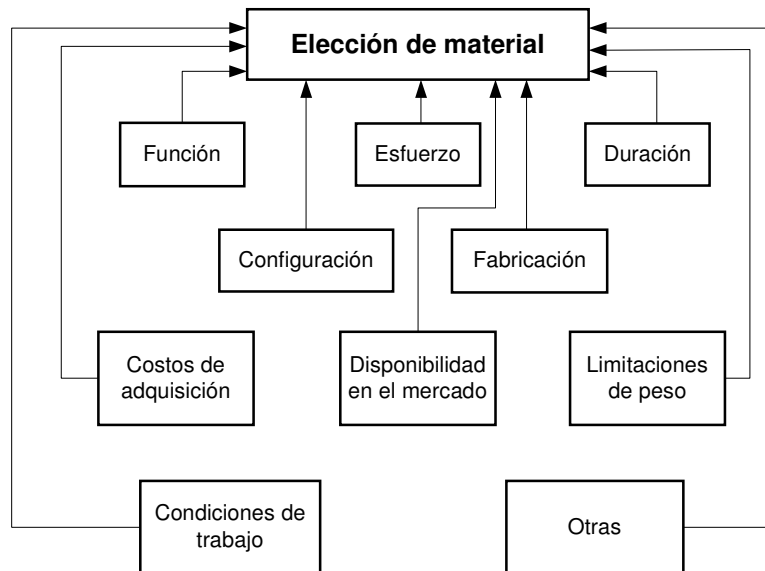
1.3.3.4 Unidad de Competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.

Consiste en un conjunto de conocimientos y habilidades dirigidas al saber y aplicación de los materiales en ingeniería, las características propias de cada material para poder elegir el indicado ante una situación dada y de los factores involucrados en la elección.

- *Factores a considerar en la elección del material.*

No existen normas exactas para resolver el problema de cuál es el material más adecuado para un elemento de máquina concreto. Solo la experiencia del proyectista y las sugerencias que pueden encontrarse en los diferentes tratados de diseño de elementos de máquinas pueden servir de base de partida para tomar esta decisión, es necesario tener una idea clara de la naturaleza de los diferentes factores involucrados en la elección de un material para construir una pieza. A continuación mostramos algunos de ellos (Véase la Figura 7):

Figura 7. Factores a Considerar en la Elección del Material



Fuente: el autor.

Función: La función que va realizar la pieza es importante a la hora de fijar el material ya que no es lo mismo un material para un tornillo que para un engranaje.

Esfuerzos: El tipo de esfuerzo también condiciona la elección del material ya que no es lo mismo el material de una pieza que trabaja a esfuerzos constantes que el de una que va a trabajar bajo esfuerzos de impacto.

Duración: La duración de la pieza sobre todo frente a esfuerzos variables en el tiempo, desgastes, comportamientos ante la corrosión, etc. Son limitantes a la hora de seleccionar el material.

Configuración: La forma de la pieza condiciona la elección del material por ejemplo, si la pieza tiene forma de lámina grande y delgada (chapa), es evidente que debe elegirse un material que permita esta configuración

Fabricación: El proceso de fabricación de la pieza está condicionado a si la pieza ha de fabricarse fundida o mecanizada.

Costos de adquisición : Son las limitaciones presupuestarias que condicionan la elección del material.

Disponibilidad en el mercado: La evidencia de este factor limitativo hace innecesaria cualquier explicación adicional.

Limitantes de peso: El factor peso es decisivo ya que es un factor que condiciona la elaboración de los elementos de máquinas.

Condiciones de trabajo: Debe pensarse en atmósferas corrosivas, medios marinos, atmósferas pulverulentas, cambios de temperatura etc.

Además de los factores de deberá saber procesar información de las características internas de los materiales como:

- a) *Composición química*
- b) *Su estructura (cristalina, micrográfica y macrográfica)*
- c) *La temperatura de fusión, solidificación y transformaciones alotrópicas.*
- d) *Su constitución en el caso de metales:*
 - *Martensítica*
 - *Austenítica, etc.*

Desde el punto de vista extrínseco:

- a) *Propiedades físicas:*
 - *Primarias:*
 - *Extensión*
 - *Impenetrabilidad*
 - *Masa / peso*
 - *Térmicas:*
 - *Conductividad calorífica*
 - *Capacidad Calorífica*
 - *Dilatabilidad*
 - *Fusibilidad (Calor latente)*
 - *Eléctricas*
 - *Conductividad eléctrica*
 - *Termoelectricidad.*
 - *Magnéticas*
 - *Diamagnetismo*
 - *Paramagnetismo*
 - *Ferromagnetismo*

- b) *Propiedades químicas*

La oxidación, corrosión u otros ataques químicos.

- c) *Propiedades mecánicas*
 - *Cohesión o resistencia a la separación.*
 - *Elasticidad*
 - *Ductilidad*
 - *Tenacidad*
 - *Fluencia*
 - *Fatiga*

La tabla 4 Muestra los saberes y saber hacer afines a esta unidad de competencia.

Tabla 4. Saberes y haceres de la Unidad de Competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas

Unidad de Competencia	
SELECCIONAR MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	
<i>Saber (Conocimientos)</i>	<i>Saber hacer (Acciones)</i>
Conocer los materiales empleados en la construcción de elementos de máquinas	Plantear alternativas para la selección de materiales en aplicaciones de ingeniería(esfuerzo, limitaciones de peso, duración).
Conocer las propiedades mecánicas de los materiales	Prever las fallas o las dificultades que pueden presentarse al emplear determinados materiales en la fabricación de un elemento.
Definir las condiciones de trabajo del elemento	Prever la presencia de efectos corrosivos en elementos metálicos y tomar las precauciones necesarias.
Conocer las normas internacionales de especificación de los aceros.	
Identificar puntos críticos en los elementos de máquinas	
Identificar la función que va a realizar el elemento	

Fuente : el autor.

Finalmente vale la pena hacer mención a la topología de máquinas la cual hace parte del diseño y al análisis cinemático de sistemas mecánicos, que corresponden más al campo de la mecánica de máquinas.

1.3.3.5 Unidad de Competencia: Realizar el análisis topológico de elementos y sistemas mecánicos.

Da las herramientas para el estudio de los mecanismos en los aspectos relativos a: configuración geométrica y las consecuencias que de ellas pueden derivarse como son formas de sus elementos componentes, el número de estos, las uniones entre ellos, los tipos de movimientos que estos pueden efectuar, las leyes por las que se rigen etc..Le permitirá al profesional clasificar cualquier elemento y componente de una máquina de acuerdo a su función. Entre las cuales destacamos los siguientes grupos:

- ◆ *Elementos de unión:*
 - Tornillos y tuercas
 - Remaches

- ◆ *Elementos para la transmisión de rotaciones:*
 - Árboles
 - Engranajes
 - Correas y poleas
 - Cadenas y ruedas
 - Cables y poleas
 - Ruedas de fricción

- ◆ *Elementos para la transmisión de movimiento(no rotatorios):*
 - Manivelas y cigüeñales
 - Bielas
 - Correderas(pistones)
 - Levas y seguidores

- ◆ *Elementos de soporte:*
 - Bastidores
 - Cojinetes de fricción
 - Cojinetes de rodaminetos
 - Ejes

- ◆ *Elementos neumáticos e hidráulicos:*
 - Cilindros
 - Válvulas
 - Bombas

- ◆ *Elementos de los sistemas de control:*
 - sensores (mecánicos, eléctricos, etc)

1.3.3.6 Unidad de Competencia: Elaborar el análisis cinemático de sistemas mecánicos.

Los cálculos cinemáticos le permitirán al profesional realizar un estudio del movimiento de los elementos mecánicos (desplazamiento, velocidades, aceleraciones y sobreaceleraciones de puntos y miembros constituyentes) no teniendo en cuenta la causa que produce el movimiento.

El análisis cinemático de mecanismos puede acometerse por diversos métodos. Todos ellos pueden agruparse en las siguientes categorías:
Según la forma de solución:

- ◆ Gráfica
- ◆ Analítica
- ◆ Numérica

Y según la amplitud (en el tiempo) del movimiento:

- ◆ Métodos posicionales
- ◆ Métodos de ciclo completo

Los métodos gráficos han sido los más antiguos en su aparición, y los tradicionalmente empleados. Ello fue debido a que los planteamientos analíticos conducían generalmete a sistemas de ecuaciones no lineales, de gran dificultad de cálculo. A pesar de que actualmente estas dificultades analíticas han sido salvadas, los métodos gráficos no puede decirse que hayan quedado obsoletos. En efecto, estos presentan ventajas tales como:

- ◆ Son muy intuitivos, con lo cual se alcanza una profunda comprensión del movimiento de los mecanismos.
- ◆ Son fáciles de aplicar.
- ◆ No requieren herramientas de cálculo complicadas.
- ◆ Tienen alto valor pedagógico.

Por el contrario, presentan los siguientes inconvenientes:

- ◆ Requieren un alto tiempo de resolución.

- ◆ Las soluciones vienen supeditadas a los errores de dibujo.

Los métodos analíticos, de empleo mucho más moderno se apoyan, tanto en la puesta a su servicio de la ciencia matemática, como en el uso de la moderna herramienta que significa el computador.

Estos métodos están alcanzando un gran desarrollo, y niveles prácticos; están desbancando a los métodos gráficos, frente a los que presentan indudables ventajas:

- ◆ Su precisión es mayor que la de los métodos gráficos.
- ◆ Dan soluciones rápidas si se emplean ordenadores adecuados.

Sin embargo también presentan inconvenientes.

- ◆ Requieren el uso de un ordenador.
- ◆ Son métodos poco intuitivos y, por tanto, más difíciles de interpretar.
- ◆ Son métodos demasiado mecánicos y poco pedagógicos.

Los métodos numéricos presentan frente a los analíticos la ventaja de ser más generalistas ya que no precisan del desarrollo de un conjunto de ecuaciones para cada mecanismo particular. Por tanto no requiere acceder al programa informático fuente, para cambiar las ecuaciones, cada vez que se desee analizar un nuevo mecanismo, como ocurre con los analíticos, sino que un mismo programa es válido para cualquier mecanismo. En definitiva, desde un punto de vista formativo no queda más remedio que llegar a un compromiso entre ambos métodos de análisis cinemático de mecanismos.

2. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Comúnmente nos enfrentamos a problemas o situaciones que deben ser resueltos y pueden ser cosas tan sencillas como decidir la mejor forma de llegar hasta nuestro sitio de trabajo o realizar las compras, o quizá algunas más complicadas como desarrollar un brazo mecánico que soporte cierto peso y se mueva de cierta manera o idear un plan que nos facilite alguna tarea susceptible de ser sistematizada. Todas estas situaciones tienen algo en común, necesitan una solución o un conjunto de pasos que permita llegar hasta la meta propuesta.

La educación en ingeniería se centra fuertemente en la solución de problemas, pero muchos docentes se limitan a enseñar contenidos y esperar que los estudiantes resuelvan problemas por su cuenta sin haberles mostrado el proceso. Es necesario incluir en las clases discusiones sobre los métodos para la solución de problemas.

La mayoría de las escuelas de ingeniería son muy buenas en la enseñanza de rutinas y diagnósticos; los estudiantes se especializan en ello porque son parte de ese esquema. Las fallas están en el análisis de estrategias, interpretación y generación de alternativas. Se pretende aportar a la corrección de las mencionadas deficiencias centrando atención en dichos aspectos del proceso de solución de problemas.

La resolución de problemas como estrategia pedagógica tiene un enorme potencial para permitir una formación integral. Como actividad es “inherente a la vida diaria y al trabajo profesional de los individuos, y ... un proceso prioritario para desarrollar en los estudiantes las habilidades operacionales formales, el racionamiento proporcional, y el pensamiento lógico deductivo” (José García García, 1998).. Además de dotar al individuo de destrezas, estrategias, y patrones de resolución de problemas, permite crear en él un hábito esencial para el aprendizaje como es el de poder plantearse problemas, de “convertir la realidad en un problema que merece ser indagado y estudiado”(Pérez y Pozo, 1994). El concepto mismo de lo que constituye un problema casi exige que éste sea tomado de la cotidianidad, del mundo real, y por ello esta estrategia se presta muy bien para integrar el sector productivo y el aula universitaria.

Con base en lo anteriormente expuesto es evidente que la resolución de problemas es una de las actividades cruciales y una de las mejores herramientas

para el desarrollo de competencias y por lo tanto un gran soporte en nuestro campo de estudio el cual comprende la Resistencia de Materiales. Pero ¿ Qué se entiende por problema?.

La solución de problemas no es ajena a nuestra vida cotidiana, diariamente nos enfrentamos a situaciones que requieren decisiones y problemas que necesitan soluciones. Algunos de éstos están bien definidos y algunos otros no tanto. Entonces “un problema constituye una situación incierta que provoca en quien la padece una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado esperado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre”.¹⁴

Es claro entonces que la resolución de problemas como propuesta de trabajo en el aula en la que se enfrenta al estudiante con un proceso muy activo que pone en juego mecanismos de pensamiento y de trabajo complejos y muy enriquecedores , para actuar en modos no muy diferentes de los que usan los científicos cuando investigan, esta probando ser una alternativa con enormes potencialidades en cuanto al logro de un aprendizaje significativo. Pero, además, dada la complejidad de las operaciones que deben ser realizadas para poder resolver un problema, (situación para la que inicialmente no hay respuesta evidente conocida) implica desarrollar procedimientos, tener actitudes y poner en juego valores que tocan múltiples dimensiones del ser. Por esta razón es una estrategia mediante la cual es posible llevar a la practica el concepto de una formación integral en la que el estudiante desarrolla un saber, un saber hacer, un saber ser .

La solución de problemas en ingeniería se hace necesario incluir en las clases discusiones sobre los métodos cinco niveles taxonómicos siguientes:

- Rutinas: Son operaciones o algoritmos que se ejecutan sin necesidad de tomar decisiones, como la resolución de expresiones matemáticas. Se consideran como problemas de un nivel de aplicación directa.
- Diagnósis: Es la selección del procedimiento correcto para usar una rutina, tal como la escogencia de una fórmula entre varias disponibles para determinar la solución a un determinado problema.
- Estrategia: Es la selección de rutinas y el orden en que debe aplicarse para solucionar un problema.

¹⁴ F. Javier Perales Palacios (Resolución de Problemas), 2000

- Interpretación: Es la solución de un problema en el mundo real. Incluye acepciones e interpretaciones que transforman los datos naturales a formas útiles.
- Generación: Es el desarrollo de rutinas nuevas para el usuario. Incluye el arreglo de rutinas conocidas en un nuevo marco o patrón.

Basados en estos criterios y definiciones podemos hacer un estudio más específico de lo que es la Resolución de Problemas y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias.

2.1 PROCESO DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

El proceso de solucionar problemas implica una serie de habilidades que es importante desarrollar y evaluar en la preparación académica. Es así como la naturaleza de los problemas constituye una valiosa fuente de procesos que provocan en el individuo un crecimiento intelectual y el logro de una mentalidad fecunda en operaciones formales, una de las ventajas del trabajo con problemas es que esta actividad es una valiosa herramienta, opera que los estudiantes comprendan los contextos científicos, es una estrategia pedagógica que contribuye con el proceso de aprendizaje. La resolución de problemas ocupa actualmente un lugar destacado en los temas de investigación.

La solución de problemas es un proceso complejo. Los psicólogos cognitivos están de acuerdo en que existen destrezas generales para la solución de problemas, pero también lo están en el hecho de que el proceso es muy dependiente del conocimiento mínimo requerido para la solución de acuerdo con el tipo de problema que se confronta, dicho proceso se clasifica en tres esquemas:

- Un esquema basado en el grado de definición del problema, relacionado estrechamente con la estrategia requerida.
- Estrategias relativamente bien estructuradas para problemas bien definidos.
- Problemas deficientemente estructurados o pobremente definidos que requieren un enfoque concentrado en su determinación y en las metas.

En las actividades diarias como ingeniero, no se le pedirá al implicado que resuelva problemas que ya hayan sido resueltos. Si el profesional trata de mejorar el desempeño de un sistema existente o desarrolla uno nuevo, estará trabajando en problemas nuevos que aun no han sido resueltos.

En la mayoría de los casos usted deberá pensar y organizar su estrategia de solución *antes* de realizar cualquier cálculo.

De acuerdo a Nilsson y Riedel¹⁵ la resolución de problemas consta de seis etapas que son:

1. *Identifique lo que se le da y lo que debe encontrar.* En la solución del problema, necesita saber su destino antes de seleccionar una ruta para llegar a él. ¿Qué le está pidiendo el problema encontrar o resolver? Algunas veces el objetivo del problema es obvio; otras veces necesitará parafrasear o hacer listas o tablas de la información que conoce y desconoce para ver el objetivo.

El enunciado del problema puede contener información extraña que se necesita desenmarañar antes de continuar. Por otra parte, es posible que el problema ofrezca información que es más compleja y por lo tanto no se puede manejar con los métodos de solución que se tienen al alcance. En este caso, necesitará hacer suposiciones para llenar los huecos de información, o simplificar el problema. Esté preparado para regresar al principio y reconsiderar información supuestamente extraña y/o sus suposiciones si no puede proseguir con los cálculos, o éstos producen una respuesta que parece no tener sentido.

2. *Esboce un diagrama o represente el modelo en forma visual.* Con cierta frecuencia, el hecho de transferir la descripción verbal del problema a un modelo visual es un paso útil en el proceso de solución. Si se le proporciona un esquema gráfico del modelo, puede ser que necesite agregar información, tal como leyendas, valores o designaciones de referencia. Quizá desee redibujar el modelo de una forma más sencilla, pero equivalente.

¹⁵ NILSSON Y RIEDEL, Circuitos Eléctricos, 2001.

3. *Considere varios métodos de solución y decida una manera para seleccionar uno de ellos.* En el transcurso de la formación como profesional el estudiante obtendrá una colección de herramientas analíticas, tal vez funcionen algunas en un problema determinado. Pero probablemente un método puede generar menos ecuaciones para resolver otro, o puede requerir sólo álgebra en vez de cálculo para llegar a la solución. Si el estudiante logra anticipar estas opciones, podrá simplificar en forma considerable sus cálculos. Además, tener un método alternativo en mente, le proporciona una trayectoria para continuar si falla el primer intento de solución.

4. *Calcule una solución.* La planeación hasta este punto debe haberle ayudado a identificar un buen método analítico y las ecuaciones correctas para resolver el problema. Ahora sigue la solución de estas ecuaciones. Para efectuar los cálculos reales del análisis existen métodos de papel y lápiz, calculadora y computadora.

5. *Use su creatividad.* Si sospecha que su respuesta es errónea o si los cálculos parecen seguir y seguir sin llevarlo a ninguna solución, debería hacer una pausa y considerar alternativas. Es probable que necesite revisar sus suposiciones o seleccionar un método distinto de solución. O podría necesitar tomar una aproximación menos convencional para la solución del problema, tal como trabajar hacia atrás a partir de la solución. Obviamente, en el mundo real, no se dispondrá de la solución por adelantado, pero podría tener en mente la solución deseada de un problema, a partir de ésta podrá trabajar hacia atrás.

6. *Pruebe su solución.* Pregúntese usted mismo si la solución que ha obtenido tiene sentido. ¿Parece razonable la magnitud de la respuesta? ¿Es la solución físicamente realizable? Es probable que usted quiera ir más allá y resolver de nuevo el problema empleando un método alternativo. Al hacer lo anterior, no solo estaría validando la respuesta original que obtuvo, sino que esto le ayudará también a desarrollar su intuición acerca de los métodos más eficientes para obtener la solución de diferentes tipos de problemas. En el mundo real, los diseños en los que la seguridad es crítica siempre se verifican aplicando diversos medios independientes. Si se adquiere el hábito de verificar las respuestas se obtendrán beneficios como estudiante y después en su desempeño como ingeniero.

Es importante resaltar que los anteriores pasos no constituyen de ninguna manera un algoritmo típico para resolver problemas de Resistencia de Materiales, estos delimitan unos lineamientos generales que ayudan en la elaboración de un plan de

trabajo ordenado o coherente en busca de la solución y que de alguna manera pueden ser flexibilizados de acuerdo a la forma de trabajo y análisis de la persona que se enfrenta a este tipo de actividad.

Dichos pasos para la solución de problemas no pueden aplicarse como una “receta mágica” la cual nos permita resolver cualquier problema. Puede ser necesario saltar, cambiar el orden , o modificar ciertos pasos para resolver un problema en particular.

En la actualidad la resolución de problemas ocupa un lugar importante entre los temas de investigación en didáctica de las ciencias. Como tarea compleja que es la resolución de problemas, ofrece una posibilidad para organizar la diversidad de niveles de elaboración que tienen los estudiantes siendo un marco ideal para construir aprendizajes significativos y fomentar el interés por las diferentes ciencias favoreciendo el desarrollo de una actitud abierta y crítica, de gran valor educativo. La resolución de problemas parece como una actividad que en ciencias e ingeniería es reconocida como esencial y que se encuentra integrada en los currículos académicos, considerándose, además, instrumento indispensable para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

La resolución de problemas como estrategia pedagógica tiene un enorme potencial para permitir una formación integral. Además, dota al individuo de destrezas, estrategias y patrones de resolución de problemas y permite crear un habito esencial para el aprendizaje.

En conclusión es importante destacar los siguientes rasgos de la resolución de problemas:

- La resolución de problemas es reconocida como una actividad de enseñanza - aprendizaje con una finalidad en sí misma, válida y útil para todas las áreas del conocimiento.
- Es un medio idóneo para el desarrollo de competencias de todo tipo, incluso la metacognición (Contrastación y reflexión sobre el proceso seguido).
- Posibilita la articulación de las etapas más comúnmente aceptadas del método científico, es decir, de aprender haciendo ciencia.

- La resolución de problemas se presta especialmente bien a la apertura social que plantea el paradigma ciencia – tecnología - sociedad, a través de la resolución de ciertos problemas.

2.1.1 Enseñanza en la Resolución de Problemas.

La situación actual en la resolución de problemas se basa en la discusión y la solución de problemas tipo, a través de tareas asignadas, resolución de problemas bajo presión en ambiente de examen y problemas experimentales. Se ha observado que este enfoque genera en los estudiantes falta de perspectiva, énfasis en una técnica basada en acomodación de datos o unidades, incapacidad de transferir patrones de resolución de una área a otra y artificialidad (la información necesaria se encuentra completa en el enunciado). Las dificultades experimentadas se deben a deficiencias en la habilidad formal de razonamiento, incapacidad y/o resistencia a construir una representación gráfica, la creencia de que para cada problema hay una fórmula o un procedimiento general y la ansiedad generada en el fracaso en experiencias anteriores.

Mettes (1980) le imprime un carácter algoritmo construyendo un sistema de instrucciones que pueda ser útil en la resolución de problemas. Reif (1983) plantea que la resolución de problemas involucra simultáneamente el uso de estrategias de resolución y la utilización de una base de conocimientos en el dominio particular. En este procedimiento general se pueden considerar los siguientes subprocesos:

- Descripción y análisis del problema para facilitar la aproximación a una solución.
- Síntesis de una solución usando una planeación adecuada, y la subsiguiente implementación con una toma de decisiones convenientemente argumentada.
- Análisis de inconsistencia y de coherencia de la respuesta obtenida, para revisar el proceso y mejorarlo si hay lugar.

La base de datos de conocimientos debe tener elementos específicos del campo correspondiente y debe tener una organización jerarquizada con niveles que presentan cada vez más detalle, lo cual facilita la implementación de los procedimientos indicados. Es necesario reconocer la inutilidad de un concepto

básico aislado ante la ausencia de un conocimiento auxiliar que provea pautas de utilización para convertirlo en reconocimiento funcional.

Otros autores resaltan el papel de los algoritmos en los procesos de resolución pero reconociendo su limitación a problemas “genéricos”, es decir problemas simples cuya solución es directa a partir de la información disponible, y la facilidad con que pueden ser tomados por parte de los aprendices como la única estrategia a considerar al resolver problemas.

2.1.2 El modelo de Resolución de Problemas como Investigación.

Las diferentes corrientes epistemológicas actuales señalan la importancia del problema como motor del desarrollo científico. Desde este punto de vista la resolución de problemas es la actividad científica por excelencia. En este orden de ideas Gil y Martínez – Torregrosa proponen la consideración de la resolución de problemas como una actividad investigativa, que emula los procesos realizados por los científicos en su trabajo cotidiano, recoge varios de los elementos de los diferentes propuestas existentes y trata de dar respuesta a la falta de resultados en el campo educativo que ellas han producido. Los aspectos esenciales de la propuesta pueden resumirse en los siguientes puntos (Gil y Martínez – Torregrosa):

- Discusión del interés de la situación problemática, con el fin de generar una actitud positiva y de permitir establecer las conexiones ciencia – tecnología – sociedad con lo cual el problema puede hacer vínculos con los conocimientos previos del estudiante y volverse significativo.
- Estudio cualitativo de la situación para acotar y definir de manera precisa el problema, identificando las condiciones determinantes.
- Emisión de hipótesis fundadas sobre las diferentes variables que influyen en la magnitud de interés, las formas de esa influencia, y los casos especiales resultantes de situaciones límite o de simplificaciones que puedan ser introducidas.
- Elaboración de posibles estrategias de resolución antes de proceder a ella.
- Realización de la solución explicando en extenso los pasos que se siguen sus razones, y en lo posible haciendo una resolución literal con el fin de mantener

el tratamiento próximo a los principios que se están manejando. La resolución numérica se hace como último paso.

- Análisis cuidadoso de los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas.
- Consideración de las preguntas e inquietudes que el proceso ha generado a manera de nuevos problemas, lo que permite abordar la situación a un nivel de complejidad mayor, considerar las implicaciones teóricas y prácticas.
- Elaboración de una memoria que explique el proceso de resolución.

Hay que recalcar que estos elementos sólo constituyen una guía de trabajo y no un algoritmo para seguir paso a paso, a manera de rígidas instrucciones. Al contrario, trata de proponer alternativas a las críticas que se hacen a las metodologías de resolución de problemas anteriormente tratadas.

Después de aplicar esta estrategia durante varios años se ha podido comprobar:

- La organización en una estructura conceptual permite mejorar los procesos de transferencia.
- Permite aprender la información relacionada más rápidamente.
- Los alumnos aprenden por lo que hacen, no por lo que se hace para ellos. (Es tal vez aquí donde se logra el desarrollo de las competencias por cuanto la actividad del estudiante implica participar, argumentar, reflexionar, trabajar en grupo).
- La detallada planificación del proceso, orientado por una meta específica, un itinerario de enseñanza y de aprendizaje claros, y una identificación de requisitos y posibles obstáculos permite llevar a cabo una verdadera evaluación y utilizarla para ayudar al aprendizaje y a mejorar la enseñanza.
- El avance se valora en términos de criterios y no de normas arbitrarias.
- Los alumnos se apropian de los conocimientos tratados y son capaces de valorar su propio avance porque se hallan orientados en el proceso.
- Perciben que la estructura les ayuda para el aprendizaje.

Todo esto resulta en cambios conceptuales y epistemológicos que ocurren simultáneamente, requisito indispensable para que se den verdaderamente, superando las concepciones alternas resistentes, que usualmente permanecen porque sólo se ataca el cambio conceptual pero muy rara vez el cambio epistemológico que debe acompañar el cambio conceptual. Al mismo tiempo se favorece la orientación, la metacognición y la regulación del aprendizaje y se genera un ambiente hipotético – deductivo que favorece la argumentación.

Una conclusión muy importante del uso de esta estrategia, es que ***requiere un muy buen conocimiento de la materia, pero que a la vez favorece una mucho mayor integración entre el conocimiento de la materia y el conocimiento didáctico.*** (Martínez – Torregrosa).

3. PROPUESTA

3.1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La asignatura de Resistencia de Materiales busca impulsar en los estudiantes la capacidad para analizar elementos de máquinas de una manera planificada y lógica; adquirir algunos elementos y herramientas básicas para su respectivo diseño. Para tal efecto se estudiaron las competencias que deberían poseer y desarrollar los estudiantes del curso. En nuestro caso fue necesario en primer lugar, definir las competencias del estudiante enfocado al diseño y de las cuales debe estar dotado para un excelente desempeño en la asignatura de Resistencia de Materiales I, en su desarrollo como profesional y claramente en una formación integral.

Este desarrollo y adquisición de destrezas será soportado por la metodología de Resolución de problemas de forma tal que impulse un aprendizaje significativo.

Debido a ciertas dificultades por la que atraviesan los estudiantes de Resistencia de Materiales I, se ha decidido fortalecer el proceso enseñanza - aprendizaje mediante el desarrollo de competencias, alternativa de solución que en este proyecto se presenta.

Las unidades de competencia (Competencias en enunciados de menores alcances) que se van a desarrollar en este proyecto en los estudiantes serán:

- Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.
- Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.
- Calcular y dimensionar elementos de máquinas.
- Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.

Con la estrategia de resolución de problemas se pretende entonces favorecer en el estudiante el desarrollo de las competencias que el sector productivo demanda actualmente, utilizando como fuente de problemas, situaciones problemáticas reales con que se encuentran los profesionales actualmente en ejercicio y de esta

forma abordar la formación profesional a partir de estrategias coherentes con los retos de la vida laboral, que involucren el desarrollo de competencias, entendidas en cuatro dimensiones: el saber, el saber hacer, el saber ser, que se integran para permitir resolver con eficiencia los problemas que el sector productivo enfrenta de manera cotidiana.

3.2 PROPOSITOS

La propuesta realizada tiene como intenciones educativas:

- El desarrollo de unidades competencias en los estudiantes de Resistencia de Materiales, Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas, Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas, Calcular y dimensionar elementos de máquinas y Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.
- Colaborar activamente en la formación de profesionales en el ramo de la ingeniería articulando la educación, la sociedad y el trabajo.
- Desarrollar en los estudiantes de Ingeniería Mecánica el interés por el desarrollo tecnológico, la innovación y la investigación científica.
- Evidenciar a los estudiantes de Ingeniería Mecánica una estrategia de enseñanza - aprendizaje que le permita tener más criterios y así generar opiniones y aportes que le faciliten la adopción de una posición más favorable para su aprendizaje significativo.

3.3 ESTRATEGIA

Dentro del contexto de la resolución de problemas, se mantuvo un trabajo definido en las siguientes etapas:

- *Definición de competencias a construir:* Recopilando una gran cantidad de información, obtenida gracias a la experiencia del docente titular de la materia, trabajos de grado y proyectos afines, se logran identificar las competencias que tienen mayor importancia para un mejor desempeño del estudiante de Resistencia de Materiales I y posteriormente en su ejercicio profesional.

- *Evaluación diagnóstica:* Esta evaluación se realiza al comienzo del curso, revelará información acerca de la situación de los alumnos en cuanto a percepciones, expectativas, conceptos erróneos y dificultades de aprendizaje. Además permitirá al alumno orientar su proceso de aprendizaje basándose en sus conocimientos previos.
- *Diseño del problema como Evaluación inicial de competencias:* Con la finalidad de encontrar el nivel inicial de los estudiantes en cuanto a la adquisición de competencias, se plantea una situación problemática de corto alcance correspondiente a la temática de carga axial y tres talleres mientras evoluciona o se completa dicho contenido.
- *Diseño del problema con carácter procesual:* Para dar continuidad al proceso de aprendizaje se diseñan dos situaciones problemáticas de corto alcance, una la temática de flexión y otra en la temática de torsión, con un seguimiento continuo de talleres en las respectivas temáticas. Mientras avanza el proceso de aprendizaje y el contenido de la asignatura el estudiante interactúa con sus compañeros, el auxiliar y el profesor creando de esta forma un ambiente propicio no solo para el desarrollo de competencias relativas a su campo profesional sino dotándose de otras habilidades como la comunicación, interpretación, planificación de actividades, argumentación y toma de decisiones, sentido de responsabilidad, tolerancia entre otras.

Para fomentar el desarrollo de competencias y con el fin de estimular a los estudiantes a emplear la estrategia de resolución de problemas, los problemas planteados demanda a los estudiantes a llegar al planteo de un modelamiento gráfico de cargas, dentro del cual se realiza la identificación de elementos participantes, identificación de apoyos y sus reacciones, identificación de cargas externas aplicadas; además de la evaluación del sistema de cargas, se realiza la evaluación de sección y puntos críticos, la definición del estado de esfuerzos y la evaluación de las posibles relaciones funcionales existentes y necesarias para la solución del problema.

Dentro del problema propuesto los estudiantes deben recolectar la información necesaria para la ejecución de su estrategia, valorar la utilidad que tenga dicha información, poner en juego conceptos y normas propias de la ingeniería mecánica. Dentro de esta práctica el auxiliar y el docente tienen una función estratégica orientadora, dentro del proceso enseñanza – aprendizaje, lograr que el

estudiante operativice el problema, que evalúe de forma reflexiva su proceso y los resultados en cada paso de la solución activa del problema en cuestión.

- *Medición del desarrollo de las competencias correspondientes en los estudiantes, evaluación e impacto de la metodología:* En esta etapa se trata de ver que tanto se progresó, qué se logró en el desarrollo de las actividades y conocer el estado en que se encuentran los estudiantes en el desarrollo de competencias.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Investigación – Acción.

La investigación educativa se ha ido transformando, en la medida que los docentes asumen el rol de investigadores de su práctica y construyen día a día, mediante la reflexión sobre la acción, su propio camino. Es indispensable que, junto a la innovación y a la experimentación, se desarrolle una investigación y una reflexión sobre el significado de lo que se está proponiendo.

En este sentido, la investigación didáctica sobre las disciplinas y las profesiones en la educación superior debe asumirse con rigor y reconocer la complejidad de este proceso, tanto desde la seguridad de los valores que lo orientan y las estrategias que se quieren poner en práctica, como desde la incertidumbre de las rutas y los resultados concretos que cada iniciativa debe construir. Por ello, la investigación acción permite a profesores y estudiantes y comunidad aprender desde la experiencia y modificarse conjuntamente.

Por lo anterior la metodología debe ser compleja, superando los antagonismos entre teoría y práctica y entre investigación y acción, lo cual es relevante desde la perspectiva crítica para lograr una síntesis adecuada entre enfoques cualitativos y cuantitativos. La confluencia de múltiples objetivos se muestra en la búsqueda de información tanto del proceso (resolución de problemas) como de los resultados (desarrollo de competencias); de lo que ocurre y de la interpretación que los participantes, profesores y estudiantes hacen; de las categorías de pensamiento expresadas por los sujetos y las que están implícitas en sus comportamientos.

Los métodos cualitativos permiten la comprensión y la introspección personal buscan entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica. Proponen un proceso inductivo que trate de dar

sentido a la situación según la interpretación de los estudiantes, intentando no imponer preconceptos al problema analizado. Se parte de observaciones específicas, con base en las cuales buscar patrones generales de comportamiento.

Los métodos cuantitativos posibilitan la mayor generabilidad y validez de los datos, por lo cual el conocimiento cuantitativo debe basarse en el cualitativo y viceversa para que puedan complementarse en el proceso.

La investigación – acción no es la única metodología de investigación que puede aplicarse a la exploración de los problemas y posibilidades de la investigación didáctica, pero es un ejemplo de coherencia entre los métodos de investigación del ámbito educativo y de reflexión y la complejidad propia de estos campos de formación.

Un aspecto muy importante es que, tal como se entiende la investigación didáctica, como investigación – acción no permite a los profesores encerrarse en el aula, pues al contrario, abre la confrontación entre puntos de vista y experiencias muy diferentes a las propias; discutiendo para el caso de este proyecto, los problemas con las empresas del sector productivo, y fortaleciendo los intercambios entre los profesores, los egresados y los empresarios.

3.4.2 Población objeto.

En esta investigación participaron 18 estudiantes de la asignatura Resistencia de Materiales de la Escuela de Ingeniería Mecánica, pertenecientes al segundo semestre de 2004, esta asignatura se encuentra ubicada en el pensum de la carrera en el cuarto nivel. De los 18 estudiantes (todos de sexo masculino) había 15 estudiantes en cuarto nivel y 3 en quinto nivel.

Estos estudiantes presentados como voluntarios para trabajar en la metodología propuesta, contaban con una carga académica distribuida aproximadamente así:

Tabla 5. Créditos matriculados por estudiante en el segundo semestre de 2004

CREDITOS MATRICULADOS	No. DE ESTUDIANTES
>41	4
38-41	4
32-37	7
No responde	3

Fuente: el autor.

3.4.3 Instrumentos.

Ya que este proyecto de investigación busca medir el crecimiento y desarrollo de algunas unidades de competencia (ya definidas), es necesario concebir una serie de instrumentos que permitan evaluar la evolución de los estudiantes en el proceso. Los instrumentos que permiten observar y analizar este desarrollo son:

→ **Instrumento 1.** *Indagación De Conceptos Previos Y Dificultades.* (Ver anexo A). Con el objetivo de determinar el estado inicial de los estudiantes que participaron en el taller, en referencia a sus conceptos y dificultades, se diseñó una encuesta que combina preguntas abiertas y alternativas de selección múltiple. Esta encuesta fue formulada individualmente y permitió confirmar las competencias a desarrollar y las primeras dificultades que experimentan los estudiantes al enfrentarse a una situación realmente problemática.

→ **Instrumento 2.** *Talleres de Control.* (Véase Anexo B). Para no dejar de lado la medición y control del progreso de los estudiantes en cuanto a la construcción de competencias y la familiarización con los procesos involucrados con la resolución de problemas, se plantearon talleres individuales los cuales se desarrollaron en clase durante cada una de las temáticas o contenidos de la asignatura.

En el proceso de investigación acción es de vital importancia la observación permanente para lograr obtener la información que se busca, por lo que en el florecimiento de solución llevado a cabo por los estudiantes en los talleres, el auxiliar y el docente condujeron un seguimiento en el transcurso para sacar a flote las características cognitivas de la temática, las estrategias que los estudiantes

manejan ante nuevas situaciones y otros componentes particulares que permiten caracterizar las competencias puestas en juego.

→ **Instrumento 3. Planteo de Situaciones Problemáticas de corto alcance.** (Véase Anexo C). Este instrumento consiste en la presentación de una situación problemática cercana a la realidad o que los profesionales actualmente en ejercicio enfrentan actualmente en búsqueda de motivar el desarrollo de competencias deseadas. Se plantearon tres situaciones problemáticas correspondientes a cada una de las temáticas de la asignatura, una de Carga Axial, una de Flexión y otra de Torsión. En este ejercicio se produjo una entrega final la cual coincidía con el final de cada temática de la asignatura, además los estudiantes debían asistir a visitas programadas con el auxiliar para consultas, inquietudes, correcciones y propiciar además de una correcta solución del problema una acción de retroalimentación, una comprensión clara de conceptos y proporcionar a los estudiantes un sólido fundamento de las prácticas de ingeniería.

El trabajo planteado implicaba además de la aplicación de conceptos propios de la temática, la transferencia de conceptos de otras materias especialmente con el Diseño de Maquinas cuyo punto de partida o preparación es la Resistencia de Materiales, además promueve el ejercicio de la investigación y brinda la oportunidad de observar minuciosamente la evolución de las competencias y el desenvolvimiento en la estrategia de resolución de problemas.

→ **Instrumento 4. Entrevista Individual.** Mediante una serie de preguntas claves se realizó la sustentación del trabajo realizado para la solución de la situación problemática planteada; para lo cual el estudiante evidencia el proceso de construcción que tuvo que desarrollar. Es acá también donde se presentan aspectos importantes y característicos de las competencias y se demuestra el dominio de otras competencias básicas complementarias (comunicativas, interpretativas, argumentativas y propositivas) además de los procesos cognitivos propios; todo esto forma parte fundamental del desarrollo profesional posterior.

→ **Instrumento 5. Cuestionario de evaluación individual final.** (Véase Anexo D). Este pretendió recoger las impresiones que en los estudiantes logró despertar la estrategia de resolución de problemas, se estructuró mediante el uso de un cuestionario diferencial semántico y la formulación de preguntas abiertas que permitieran recoger las diversas opiniones para enriquecer el proceso de evaluación.

3.4.4 Análisis e interpretación.

En cuanto a la interpretación de la información se hace necesario en este punto de la propuesta establecer el proceso de resolución de problemas que el educando debe realizar en Resistencia de Materiales I y en él los niveles de competencia. Es por lo tanto necesario organizar la información a medida que avanza el proceso con el fin de revisar permanentemente los datos, evitar las redundancias, encontrar lo relevante y en una labor de análisis, reformular, encontrar patrones de comportamiento, confrontar y validar las ideas con informaciones claves.

◆ *Proceso de resolución de problemas en Resistencia de Materiales (descripción de indicadores y uso de competencias).* Dentro de una estrategia de resolución de problemas encontramos cuatro puntos fundamentales que nos indican un proceso; en primer lugar se debe hacer la operativización del problema, luego el planteamiento cualitativo y formulación de hipótesis, las estrategias de resolución y la propia solución, y finalmente el análisis de resultados.

En primera instancia el estudiante se presta a realizar una operativización del problema, esto quiere decir que el estudiante traslada las incógnitas y todas las dimensiones a una idealización de la situación. En el caso de la Resistencia de Materiales esta idealización se evidencia en el *Modelamiento Gráfico*.

Profundizando en el modelamiento gráfico encontramos una serie de acciones de análisis y aplicación de conceptos previos que el estudiante pone en juego para simplificar el modelo real; para ello se desarrollaron una serie de ítems:

- *Identificación de elementos participantes:* Esta identificación implica en el estudiante un manejo espacial, una abstracción de la realidad hacia un plano y un modelo, en el que simplifique totalmente el elemento mecánico y lo disponga para realizar un análisis de cargas mucho más sencillo con su dimensionamiento. Se identifican en este punto dos unidades de competencias, Unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas, Unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.
- *Identificación de apoyos:* El estudiante conoce los diferentes tipos de apoyos y las reacciones o cargas que estos producen sobre el elemento mecánico, pero solo en modelos. En este caso el estudiante debe identificar y proponer los apoyos presentes en el elemento mecánico real. En esta situación están

presentes las tres unidades de competencia, el manejo de los símbolos para tipo de apoyo, la abstracción de una situación real de tres dimensiones a un modelo de dos dimensiones en el que demuestra su capacidad de realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas, y finalmente, la identificación de los tipos de las cargas debidas a los apoyos implica una serie de conceptos pertinentes al *cálculo de elementos de máquinas*.

- *Identificación de cargas aplicadas:* En los elementos reales dentro de un sistema mecánico no son tan evidentes los tipos de cargas y las cargas presentes, por esto el estudiante debe proponer en el modelo gráfico las cargas aplicadas sobre el elemento mecánico, esta acción implica al estudiante una serie de conceptos del cálculo estructural y el manejo de los símbolos de representación de las diferentes cargas.

Al finalizar esta etapa el modelamiento gráfico debe estar terminado, por lo que ya el estudiante debe estar planteando una serie de hipótesis. Dentro de estas hipótesis y estrategias se encuentra el Análisis Estático, que implica encontrar todo tipo de relaciones posibles entre las cargas y la geometría que permitan evaluar el estado de cargas del elemento mecánico. Esta funcionalidad es el *modelamiento físico - matemático de cargas*, en donde el estudiante hace evidente el desarrollo de la capacidad de Calcular y dimensionar elementos de máquinas.

Todo el proceso anterior forma parte del cálculo de elementos de máquinas, pero este es únicamente el análisis de cargas, parte importante, pero no total de la Resistencia de Materiales. Por lo tanto se hace necesario, para complementar el proceso, el análisis de esfuerzos y deformaciones del elemento mecánico en estudio para determinar el estado de esfuerzos, los puntos críticos y las posibles deformaciones. Para este análisis se presentan los siguientes indicadores:

- *Identificación de puntos críticos:* Para realizar posteriormente una determinación del estado de esfuerzos es necesario localizar los puntos o zonas más críticas. Esta es la propuesta que el estudiante debe plantear en el marco conceptual de la Resistencia de Materiales I y el cálculo de elementos de máquinas basado en conocimiento de la sección, el comportamiento de los esfuerzos y la ubicación espacial del punto.
- *Determinación del estado de esfuerzos:* Teniendo un punto que se cree crítico, el estudiante calculará los esfuerzos pertinentes a éste haciendo uso de sus

conocimientos y análisis del cálculo de elementos de máquinas. Debido a que no se trabajó en la temática de carga combinada por motivo de tiempo y anormalidad académica, no se considerará lo concerniente al dibujo de diferenciales de puntos críticos.

- *Relaciones funcionales:* En algunos casos se hace necesario el planteamiento de una serie de interrelaciones entre las cargas, los esfuerzos, las deformaciones y las magnitudes geométricas que permitan al estudiante hacer un análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Para llegar a proponer este modelo matemático el estudiante tiene que accionar toda su parte conceptual previa y su competitividad en el cálculo de elementos de máquinas.

Debido a que en la resolución de problemas de Resistencia de Materiales y como complemento al cálculo de elementos de máquinas se hace necesario tomar decisiones en cuanto a la selección de los materiales que se emplean en la construcción de los elementos, es fundamental que el estudiante, que en su vida profesional se va a enfrentar a tareas que involucran el Diseño de Máquinas debe tener una idea clara de la naturaleza de los diferentes factores involucrados en la elección de un material para construir una pieza. Para este análisis se presentan los siguientes indicadores (solo se tendrán en cuenta los factores principales debido a que la experiencia y otras limitaciones también juegan un papel importante en la toma de la decisión):

- *Identificación de los elementos críticos:* En primer lugar es necesario antes de abordar la elección de un material centrar la atención en aquellos elementos críticos del sistema en análisis, dichos elementos críticos pueden ser identificados en la etapa correspondiente al cálculo de esfuerzos y puntos críticos de los elementos.
- *Identificación de la función que va a realizar el elemento:* No todos los elementos de una máquina realizan o tienen la misma función, de aquí la importancia que el estudiante tenga una idea clara de la función que va a realizar la pieza.
- *Identificación de condiciones de trabajo del elemento:* Los elementos reales dentro de un sistema mecánico pueden estar sometido a cambios de temperaturas o bien en atmósferas corrosivas; para esto el estudiante debe identificar plenamente las condiciones de trabajo del elemento.
- *Identificación de la disponibilidad en el mercado del material:* Es necesario siempre a la hora de tomar la decisión en la elección de un material que el

estudiante este al tanto o tenga conocimiento de lo que se ofrece en el mercado además de la codificación y normas existentes.

Para resumir, en un pequeño cuadro se plantean los siguientes indicadores de competencia:

Tabla 6. Indicadores por competencia

UNIDAD DE COMPETENCIA	INDICADOR
<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.</i>	Identificación de elementos participantes
	Identificación de uniones y conexiones
	Identificación de apoyos
	Identificación de cargas aplicadas
<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.</i>	Identificación de elementos participantes
	Identificación de uniones y conexiones
	Identificación de apoyos
	Identificación de puntos críticos
<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas.</i>	Identificación de uniones y conexiones
	Identificación de apoyos
	Identificación de cargas aplicadas
	Modelamiento Físico- Matemático de cargas
	Identificación de puntos críticos
	Determinación de estado de esfuerzos
<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.</i>	Relaciones funcionales de esfuerzos, deformaciones, cargas y magnitudes
	Identificación de los elementos críticos
	Identificación de la función que va a realizar el elemento
	Identificación de condiciones de trabajo del elemento
	Identificación de la disponibilidad en el mercado del material

Fuente : el autor.

Es importante en este punto definir una serie de niveles que permitirán observar el estado en el cual el estudiante se encuentra antes de participar en la estrategia y el nivel final que demuestra al llevar a cabo todo el proceso. Para el caso de las cuatro unidades de competencia evaluadas se ha determinado medir los niveles de la siguiente manera:

Tabla 7. Niveles de la competencia

NIVEL	CRITERIO
NIVEL 1	Reconocimiento y distinción (Hay un dominio vago o no lo hay de los fundamentos).
NIVEL 2	Interpretación (Maneja la mayoría de los fundamentos pero no logra articularlos todos),
NIVEL 3	Producción (Maneja fundamentos y los relaciona en forma correcta y hábil para la resolución).

Fuente : el autor.

Tomando en cuenta la anterior caracterización de las competencias y los diferentes niveles que puede presentar en su desarrollo, se ha definido una calificación para precisar que tan elaborado está el indicador específico (ver tabla 8) y evaluando el máximo valor posible por cada competencia se determinan unos rangos para evidenciar el nivel en que se encuentra cada competencia en ese instante (ver tabla 9).

Tabla 8. Especificación de calificación por indicadores

Calificación	Elaboración
0	Tiene un nivel de elaboración del indicador muy bajo o nulo
1	El indicador presenta un buen desarrollo, pero no completo
2	El desarrollo del indicador es el mejor esperado

Fuente : el autor.

Tabla 9. Especificación de calificación por indicadores

NIVEL	RANGO
1	<35% DEL VALOR MAXIMO
2	Entre el 35 y el 85% del valor máximo
3	>85% del valor máximo

Fuente : el autor.

3.4.5 Caracterización inicial del nivel de las Unidades de competencia.

Dentro de la investigación se realizó esta primera actividad que arrojó los siguientes resultados: (Ver tablas 10,11,12 y 13)

Tabla 10. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas

Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.						
<i>Caracterización Inicial</i>						
<i>Estudiante</i>	Identificación de elementos participantes	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de cargas aplicadas		
					Porcentaje	Nivel
1	2	1	2	2	87.5	3
2	1	1	1	1	50.0	2
3	1	0	0	0	12.5	1
4	2	2	2	2	100.0	3
5	1	1	0	0	25.0	1
6	0	0	0	1	12.5	1
7	2	2	2	2	100.0	3
8	1	0	0	1	25.0	1
9	1	1	1	1	50.0	2
10	2	2	2	2	100.0	3
11	1	0	0	0	12.5	1
12	1	1	1	1	50.0	2
13	1	1	0	0	25.0	1
14	0	0	0	1	12.5	1
15	1	1	0	0	25.0	1
16	1	1	0	0	25.0	1
17	0	0	0	1	12.5	1
18	0	0	0	1	12.5	1

Fuente : el autor.

Tabla 11. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas

<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.</i>						
<i>Caracterización Inicial</i>						
	Identificación de elementos participantes	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de puntos críticos		
<i>Estudiante</i>					Porcentaje	Nivel
1	2	2	1	1	75.0	2
2	2	1	1	0	50.0	2
3	2	1	0	0	37.5	2
4	2	2	1	1	75.0	2
5	1	1	0	0	25.0	1
6	1	1	0	0	25.0	1
7	2	2	1	1	75.0	2
8	1	1	0	0	25.0	1
9	1	1	1	1	50.0	2
10	2	2	1	1	75.0	2
11	1	1	0	0	25.0	1
12	2	0	1	1	50.0	2
13	2	1	0	1	50.0	2
14	1	1	0	0	25.0	1
15	1	1	0	0	25.0	1
16	1	0	0	0	12.5	1
17	1	0	1	1	37.5	2
18	0	0	1	1	25.0	1

Fuente : el autor.

Tabla 12. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas.

<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas.</i>									
<i>Caracterización Inicial</i>									
Estudiante	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de cargas aplicadas	Modelamiento Físico- Matemático de cargas	Identificación de puntos críticos	Determinación de estado de esfuerzos	Relaciones funcionales de esfuerzos, deformaciones, cargas y magnitudes	Porcentaje	Nivel
1	2	2	2	1	1	1	1	71.4	2
2	1	1	1	0	0	1	0	28.6	1
3	1	1	1	0	0	0	0	21.4	1
4	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
5	0	1	1	0	0	1	0	21.4	1
6	0	0	2	1	0	1	1	35.7	2
7	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
8	2	1	2	2	1	0	0	57.1	2
9	1	1	1	0	0	1	0	28.6	1
10	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
11	2	1	2	2	1	0	0	57.1	2
12	1	1	1	0	0	1	0	28.6	1
13	1	0	1	0	0	1	0	21.4	1
14	0	0	2	1	0	1	1	35.7	2
15	0	1	1	0	0	1	0	21.4	1
16	1	0	1	0	1	0	0	21.4	1
17	2	1	2	2	1	0	0	57.1	2
18	0	1	0	1	1	0	0	21.4	1

Fuente: el autor.

Tabla 13. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas

Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.						
<i>Caracterización Inicial</i>						
Estudiante	Identificación de los elementos críticos	Identificación de la función que va a realizar el elemento	Identificación de condiciones de trabajo del elemento	Identificación de la disponibilidad en el mercado del material	Porcentaje	Nivel
2	1	1	1	0	37.5	2
3	1	1	1	0	37.5	2
4	1	1	2	1	62.5	2
5	1	1	0	0	25.0	1
6	1	1	0	0	25.0	1
7	1	1	2	1	62.5	2
8	1	1	0	0	25.0	1
9	1	0	1	0	25.0	1
10	1	1	2	1	62.5	2
11	1	1	0	0	25.0	1
12	1	1	1	0	37.5	2
13	1	1	1	0	37.5	2
14	1	0	1	0	25.0	1
15	1	1	0	0	25.0	1
16	1	0	1	0	25.0	1
17	1	0	1	0	25.0	1
18	1	0	1	0	25.0	1

Fuente : el autor.

3.4.6 Observación.

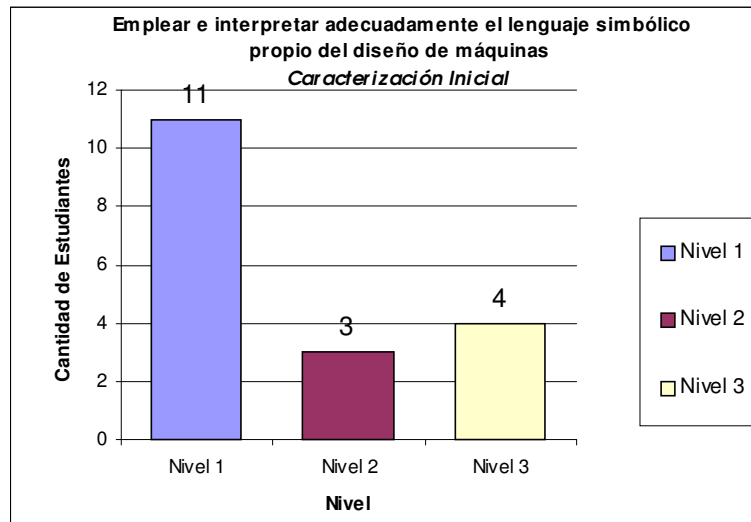
En este momento se puede observar que más o menos la mitad del curso tiene un dominio vago de los conceptos de la materia y se ubican en un nivel de competencia 1 en todas las unidades de competencia (61% en lenguaje simbólico, 44 % en espacial, 50% en cálculo de elementos de máquinas y 56% en la selección de materiales empleados en la construcción de elementos de máquinas), más sin embargo es de destacar que de la otra mitad del curso algunos estudiantes se encuentran ubicados en nivel 2 y para sorpresa de todos algunos en nivel tres (Ver figuras 8,9,10 y 11) corroborándose así el gran interés que los estudiantes han puesto de su parte en el desarrollo de las competencias y en la mejora de sus metodologías de aprendizaje.

Tabla 14. Porcentaje de estudiantes por niveles en cada competencia

Unidad de Competencia	Estudiantes por Niveles de Competencia (%)		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.</i>	61	17	22
<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.</i>	44	56	0
<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas.</i>	50	33	17
<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas</i>	56	44	0

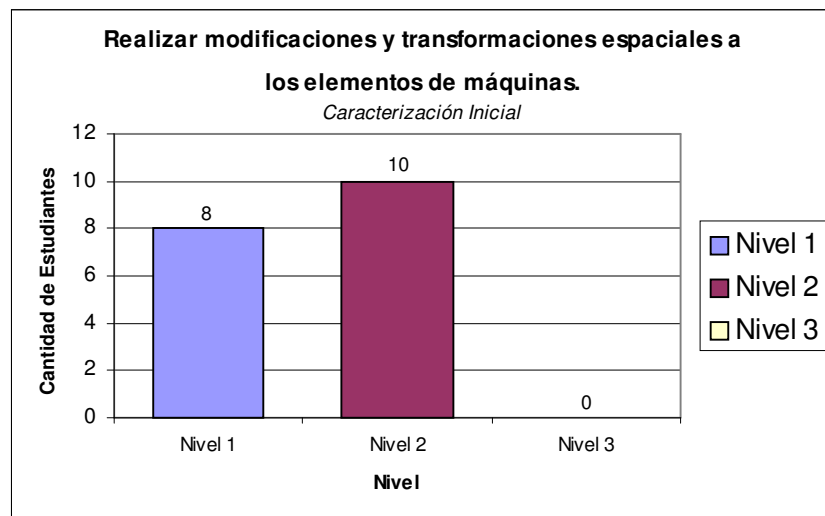
Fuente: el autor.

Figura 8. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas



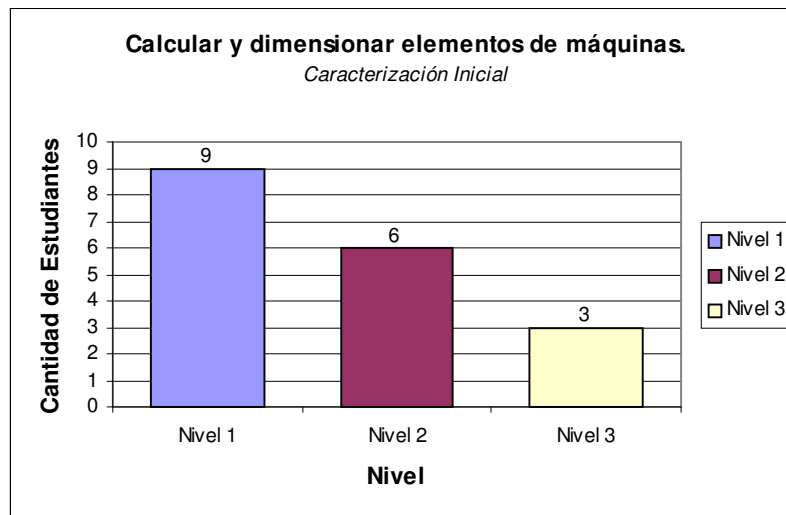
Fuente: el autor.

Figura 9. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.



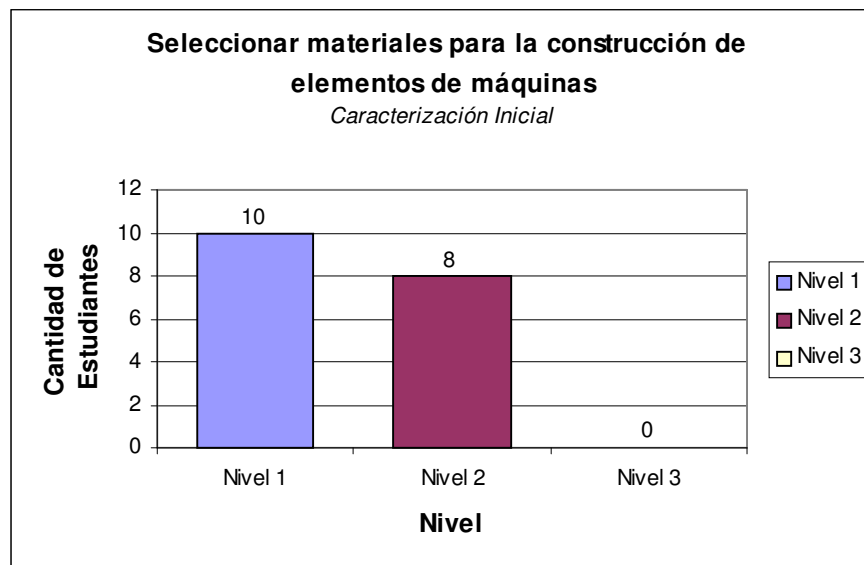
Fuente : el autor.

Figura 10. Caracterización inicial de la unidad de competencia Calcular y dimensionar elementos de máquinas



Fuente: el autor.

Figura 11. Caracterización inicial de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas



Fuente: el autor.

Contemplando mejor estas diferencias se puede llegar a percibir cual indicador es más débil dentro de grupo (ver tabla 15), y así dedicar un mayor seguimiento y trabajo, para de esta forma mejorar y tomar nuevas decisiones en la búsqueda de la meta trazada que es el desarrollo de las competencias.

A grandes rasgos se puede observar que la competencia en cálculo de elementos de máquinas es la de mayor fortaleza. Sin embargo se debe tener en cuenta que se encuentran falencias conceptuales en las cuatro competencias, como caso especial en la selección de materiales donde la experiencia juega un papel importante y de la cual la mayor parte de los estudiantes carecen.

Tabla 15. Evaluación grupal inicial por cada indicador

<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas(%)</i>		<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas(%)</i>		<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas(%)</i>		<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas(%)</i>	
Identificación de elementos participantes	50	Identificación de elementos participantes	69	Identificación de uniones y conexiones	56	Identificación de los elementos críticos	50
Identificación de uniones y conexiones	39	Identificación de uniones y conexiones	50	Identificación de apoyos	50	Identificación de la función que va a realizar el elemento	36
Identificación de apoyos	31	Identificación de apoyos	25	Identificación de cargas aplicadas	72	Identificación de condiciones de trabajo del elemento	47
Identificación de cargas aplicadas	44	Identificación de puntos críticos	25	Modelamiento Físico-Matemático de cargas	44	Identificación de la disponibilidad en el mercado del material	14
				Identificación de puntos críticos	33		
				Determinación de estado de esfuerzos	42		
				Relaciones funcionales de esfuerzos, deformaciones, cargas y magnitudes	25		

Fuente: el autor.

Gracias a los talleres de control realizados en clase y en acompañamiento del tutor, los estudiantes dirigieron su atención a tareas de consulta, discusión, análisis, aclaración de dudas y retroalimentación que permitieron dar cuenta de los diferentes procesos de elaboración y evidenciaron las dificultades que se presentaron en el proceso de resolución.

En la realización de la situación problemática real se evidenció el alto grado de compromiso por parte de los estudiantes con el desarrollo de la actividad, se percibió un gran interés en las consultas realizadas y un manejo investigativo de los procesos, además de un acercamiento del estudiante con el sector productivo al que tuvieron que acudir en innumerables ocasiones, el cual sirvió de apoyo en la resolución de los problemas planteados.

En términos generales se observó una buena disposición de los estudiantes hacia la estrategia propuesta, y mostró un mayor compromiso con el aprendizaje personal, hecho manifestado en el interés constante por la investigación en diversas fuentes de información, la búsqueda de alternativas de solución, comunicación e interacción entre estudiantes y el deseo constante de los estudiantes por combinar los conocimientos teóricos con situaciones prácticas, expresado por muchos ellos como la mejor forma de *“aprender para la vida”*.

3.4.7 Caracterización final del nivel de las unidades de competencia.

Basados en los mismos planteamientos hechos para la caracterización inicial, se lograron obtener los siguientes resultados (ver tablas 16,17,18 y 19).

Tabla 16. Caracterización final de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas

<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.</i>						
<i>Caracterización Final</i>						
	Identificación de elementos participantes	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de cargas aplicadas		
<i>Estudiante</i>					Porcentaje	Nivel
1	2	2	2	2	100.0	3
2	2	2	2	2	100.0	3
3	2	1	1	2	75.0	2
4	2	2	2	2	100.0	3
5	1	2	1	1	62.5	2
6	2	1	1	2	75.0	2
7	2	2	2	2	100.0	3
8	2	1	0	1	50.0	2
9	1	1	1	1	50.0	2
10	2	2	2	2	100.0	3
11	2	1	0	1	50.0	2
12	2	2	2	2	100.0	3
13	2	1	1	2	75.0	2
14	1	1	1	1	50.0	2
15	2	1	1	2	75.0	2
16	2	1	1	1	62.5	2
17	2	1	0	1	50.0	2
18	2	1	1	2	75.0	2

Fuente: el autor.

Tabla 17. Caracterización final de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.

Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas						
<i>Caracterización Final</i>						
	Identificación de elementos participantes	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de puntos críticos		
<i>Estudiante</i>					Porcentaje	Nivel
1	2	2	2	2	100.0	3
2	2	2	1	2	87.5	3
3	1	1	1	1	50.0	2
4	2	2	2	2	100.0	3
5	2	1	1	1	62.5	2
6	2	1	1	1	62.5	2
7	2	2	2	2	100.0	3
8	1	1	1	1	50.0	2
9	1	1	1	1	50.0	2
10	2	2	2	2	100.0	3
11	1	1	1	1	50.0	2
12	2	1	1	1	62.5	2
13	2	1	1	1	62.5	2
14	1	1	1	1	50.0	2
15	2	1	1	1	62.5	2
16	1	1	1	1	50.0	2
17	2	1	1	1	62.5	2
18	2	2	1	1	75.0	2

Fuente : el autor.

Tabla 18. Caracterización final de la unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas.

<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas</i>									
<i>Caracterización Final</i>									
Estudiante	Identificación de uniones y conexiones	Identificación de apoyos	Identificación de cargas aplicadas	Modelamiento Físico- Matemático de cargas	Identificación de puntos críticos	Determinación de estado de esfuerzos	Relaciones funcionales de esfuerzos, deformaciones, cargas y magnitudes	Porcentaje	Nivel
1	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
2	2	2	2	2	2	1	1	85.7	3
3	2	1	2	1	1	1	1	64.3	2
4	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
5	2	1	2	1	2	1	1	71.4	2
6	2	2	1	1	2	1	1	71.4	2
7	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
8	2	1	2	2	2	2	1	85.7	3
9	1	2	1	1	1	1	1	57.1	2
10	2	2	2	2	2	2	2	100.0	3
11	2	1	2	2	2	1	1	78.6	2
12	2	2	2	2	1	1	1	78.6	2
13	2	2	1	1	2	1	1	71.4	2
14	1	2	1	1	1	1	1	57.1	2
15	2	2	1	1	2	1	1	71.4	2
16	1	2	1	1	1	1	1	57.1	2
17	2	1	1	1	2	1	1	64.3	2
18	2	1	2	2	2	1	1	78.6	2

Fuente: el autor.

Tabla 19. Caracterización final de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas

Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas						
<i>Caracterización Final</i>						
	Identificación de los elementos críticos	Identificación de la función que va a realizar el elemento	Identificación de condiciones de trabajo	Identificación de la disponibilidad en el mercado del material		
Estudiante					Porcentaje	Nivel
1	2	2	2	2	100.0	3
2	1	2	2	1	75.0	2
3	1	1	1	1	50.0	2
4	1	2	2	2	87.5	3
5	1	1	1	2	62.5	2
6	1	1	1	1	50.0	2
7	2	2	2	1	87.5	3
8	1	2	2	1	75.0	2
9	1	1	2	1	62.5	2
10	2	2	2	1	87.5	3
11	2	2	2	1	87.5	3
12	1	2	2	2	87.5	3
13	1	1	1	1	50.0	2
14	1	1	2	1	62.5	2
15	1	1	1	2	62.5	2
16	1	1	2	1	62.5	2
17	1	1	1	1	50.0	2
18	1	2	2	1	75.0	2

Fuente: el autor.

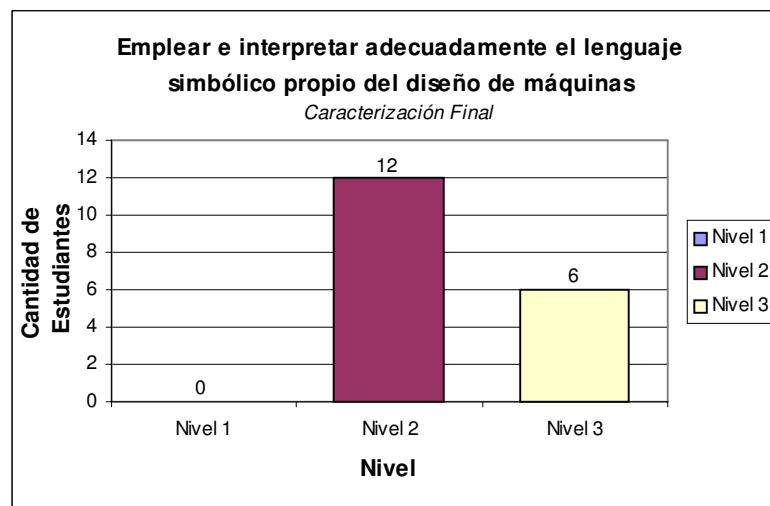
El análisis de los resultados permite deducir que los estudiantes han fortalecido sus competencias.

Tabla 20. Porcentaje de estudiantes por niveles en cada competencia

Unidad de Competencia	Estudiantes por Niveles de		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas</i>	0	67	33
<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas</i>	0	72	28
<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas</i>	0	67	33
<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas</i>	0	67	33

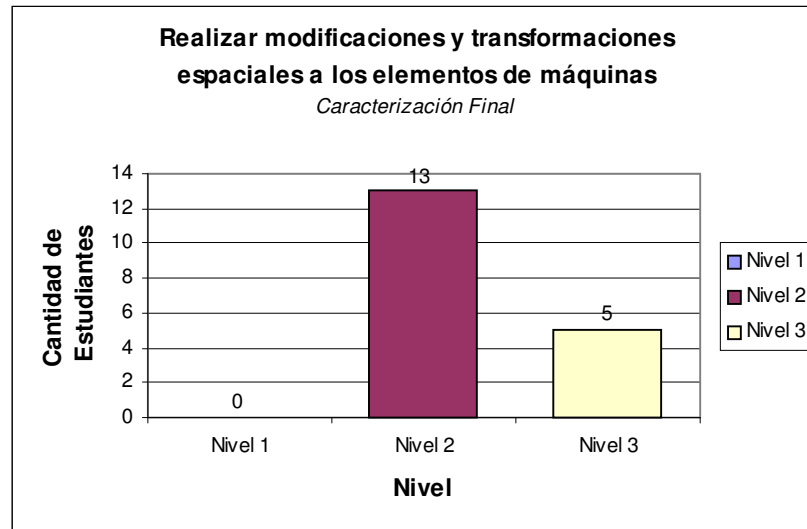
Fuente: el autor

Figura 12. Caracterización final de la unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas



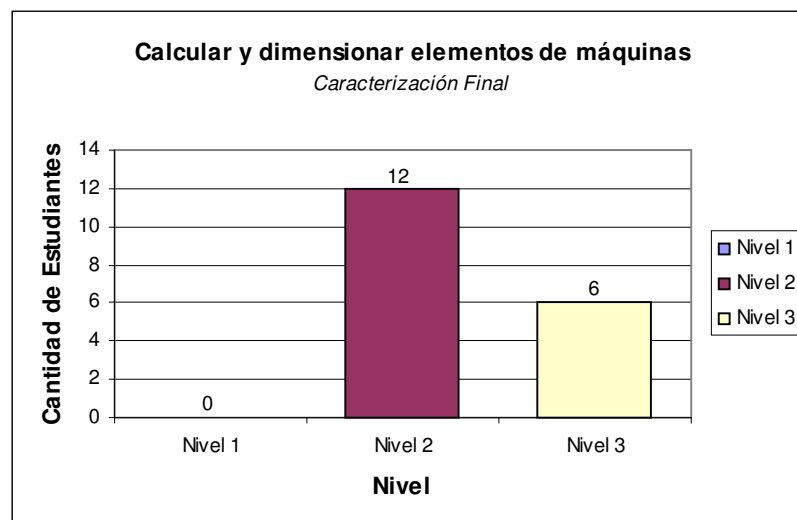
Fuente: el autor.

Figura 13. Caracterización final de la unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.



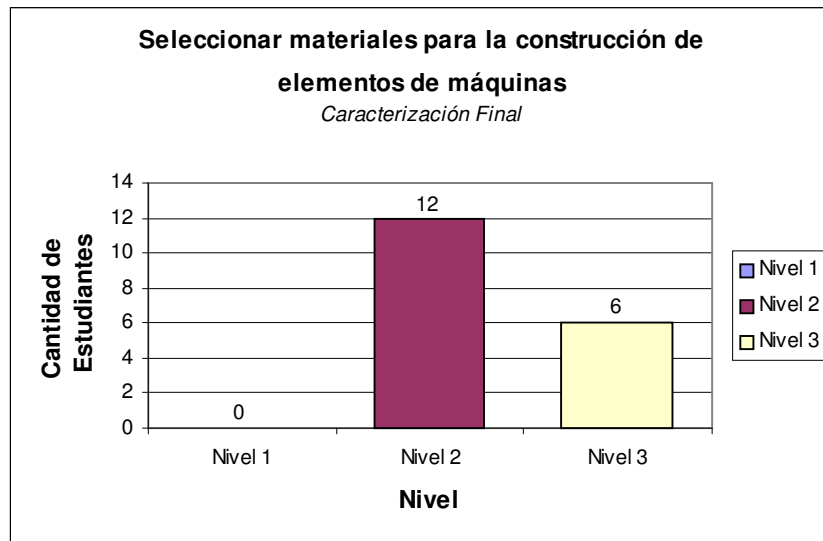
Fuente: el autor.

Figura 14. Caracterización final de la unidad de competencia Calcular y dimensionar elementos de máquinas



Fuente: el autor.

Figura 15. Caracterización final de la unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas



Fuente: el autor.

Es importante resaltar que todos los estudiantes tuvieron progresos importantes en sus competencias, además al finalizar la evaluación, ningún estudiante presenta nivel de competencia 1, lo que demuestra que en el proceso se ha logrado un nivel de elaboración en cada competencia bastante bueno, y que los indicadores han sido intervenidos adecuadamente. Al final del proceso habían 6 estudiantes en nivel 3 en el caso de la competencia en Lenguaje Simbólico, en Espacial 5 estudiantes, en Cálculo de elementos de máquinas 6 estudiantes y Selección de materiales empleados en la construcción de elementos de máquinas 6 estudiantes, lo que establece que lograron un progreso significativo, mostrando que su proceso de aprendizaje tuvo un compromiso importante desde el comienzo. Los estudiantes con nivel 3 en sus competencias mostraron siempre una disposición importante y autónoma que mantuvo el interés en la actividad y se reflejó en el nivel de construcción de las competencias evidenciado en esta parte de la evaluación. Los estudiantes que se mantuvieron en un nivel de competencia no alcanzaron el umbral que permitía el paso al siguiente nivel, pero porcentualmente demostraron un mejor manejo de los indicadores.

Tabla 21. Evaluación grupal final por cada indicador

<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas. (%)</i>		<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas. (%)</i>		<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas. (%)</i>		<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas(%)</i>	
Identificación de elementos participantes	92	Identificación de elementos participantes	83	Identificación de uniones y conexiones	92	Identificación de los elementos críticos	61
Identificación de uniones y conexiones	69	Identificación de uniones y conexiones	67	Identificación de apoyos	83	Identificación de la función que va a realizar el elemento	75
Identificación de apoyos	58	Identificación de apoyos	61	Identificación de cargas aplicadas	81	Identificación de condiciones de trabajo del elemento	83
Identificación de cargas aplicadas	81	Identificación de puntos críticos	64	Modelamiento Físico- Matemático de cargas	75	Identificación de la disponibilidad en el mercado del material	64
				Identificación de puntos críticos	86		
				Determinación de estado de esfuerzos	64		
				Relaciones funcionales de esfuerzos, deformaciones, cargas y magnitudes	61		

Fuente: el autor.

En cuanto a los indicadores “identificación de apoyos” y valdría la pena agregar el indicador “ identificación de la disponibilidad en el mercado del material “ perteneciente a la selección de materiales son los que a grandes rasgos presentan mayor dificultad (Ver tabla 21). El primero se debe principalmente a que los estudiantes no están familiarizados con este tipo elementos presentes en situaciones reales y por otro lado la falta de experiencia y conocimiento de los materiales, sus normas, codificación y propiedades.

3.4.8 Contratación de resultados.

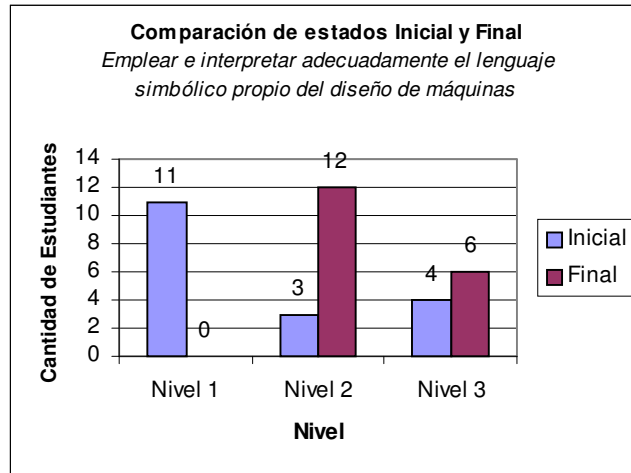
En este punto es indispensable resaltar que los resultados obtenidos muestran de una manera clara el proceso de evolución en la construcción de la competencia por la totalidad de alumnos del curso, lo cual permite asegurar que la estrategia implementada favorece el proceso de construcción de competencias en un buen nivel. Estos resultados pueden observarse mejor en la tabla 22.

Tabla 22. Contratación de Resultados por cada estudiante

Estudiante	<i>Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas.</i>				<i>Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas.</i>				<i>Calcular y dimensionar elementos de máquinas.</i>				<i>Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas</i>			
	Nivel Inicial	Nivel Final	% Inicial	% Final	Nivel Inicial	Nivel Final	% Inicial	% Final	Nivel Inicial	Nivel Final	% Inicial	% Final	Nivel Inicial	Nivel Final	% Inicial	% Final
1	3	3	87.5	100.0	2	3	75.0	100.0	2	3	71.4	100.0	2	3	75.0	100.0
2	2	3	50.0	100.0	2	3	50.0	87.5	1	3	28.6	85.7	2	2	37.5	75.0
3	1	2	12.5	75.0	2	2	37.5	50.0	1	2	21.4	64.3	2	2	37.5	50.0
4	3	3	100.0	100.0	2	3	75.0	100.0	3	3	100.0	100.0	2	3	62.5	87.5
5	1	2	25.0	62.5	1	2	25.0	62.5	1	2	21.4	71.4	1	2	25.0	62.5
6	1	2	12.5	75.0	1	2	25.0	62.5	2	2	35.7	71.4	1	2	25.0	50.0
7	3	3	100.0	100.0	2	3	75.0	100.0	3	3	100.0	100.0	2	3	62.5	87.5
8	1	2	25.0	50.0	1	2	25.0	50.0	2	3	57.1	85.7	1	2	25.0	75.0
9	2	2	50.0	50.0	2	2	50.0	50.0	1	2	28.6	57.1	1	2	25.0	62.5
10	3	3	100.0	100.0	2	3	75.0	100.0	3	3	100.0	100.0	2	3	62.5	87.5
11	1	2	12.5	50.0	1	2	25.0	50.0	2	2	57.1	78.6	1	3	25.0	87.5
12	2	3	50.0	100.0	2	2	50.0	62.5	1	2	28.6	78.6	2	3	37.5	87.5
13	1	2	25.0	75.0	2	2	50.0	62.5	1	2	21.4	71.4	2	2	37.5	50.0
14	1	2	12.5	50.0	1	2	25.0	50.0	2	2	35.7	57.1	1	2	25.0	62.5
15	1	2	25.0	75.0	1	2	25.0	62.5	1	2	21.4	71.4	1	2	25.0	62.5
16	1	2	25.0	62.5	1	2	12.5	50.0	1	2	21.4	57.1	1	2	25.0	62.5
17	1	2	12.5	50.0	2	2	37.5	62.5	2	2	57.1	64.3	1	2	25.0	50.0
18	1	2	12.5	75.0	1	2	25.0	75.0	1	2	21.4	78.6	1	2	25.0	75.0

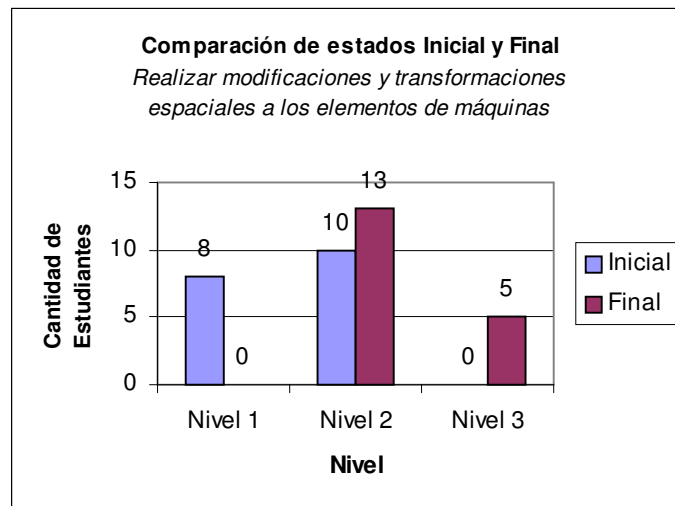
Fuente: el autor.

Figura 16. Comparación de niveles de unidad de competencia: Emplear e interpretar adecuadamente el lenguaje simbólico propio del diseño de máquinas



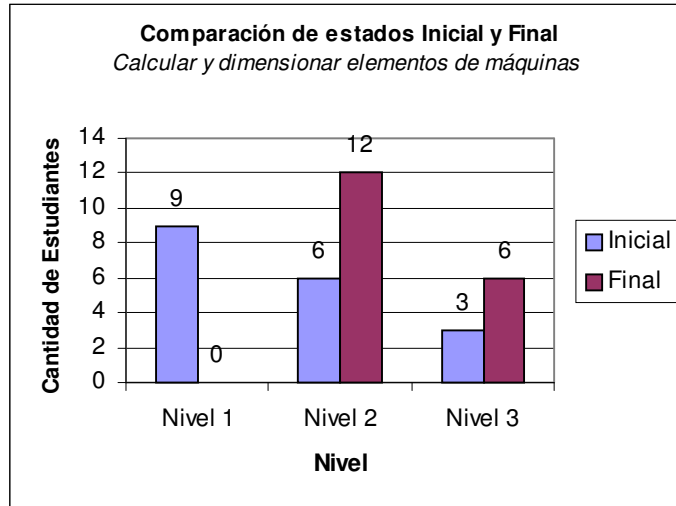
Fuente: el autor.

Figura 17. Comparación de niveles de unidad de competencia: Realizar modificaciones y transformaciones espaciales a los elementos de máquinas



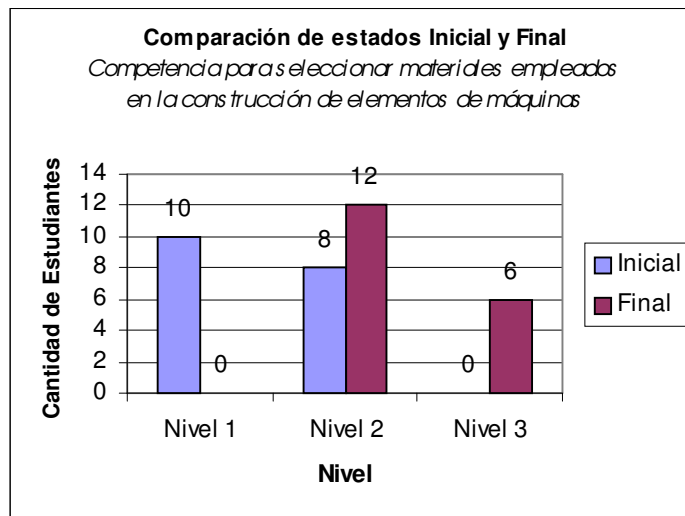
Fuente: el autor.

Figura 18. Comparación de niveles de unidad de competencia: Calcular y dimensionar elementos de máquinas.



Fuente: el autor.

Figura 19. Comparación de niveles de unidad de competencia: Seleccionar materiales para la construcción de elementos de máquinas.



Fuente: el autor.

Es conveniente resaltar que no solo en el cálculo de elementos de máquinas sino en todas las actividades desarrolladas por el hombre se hace necesario el dominio de otro tipo de competencias como las argumentativas, propositivas, afectivas y

sociales que no se construyen en forma independiente sino que están acompañando y enriqueciendo este tipo de tareas y cuya construcción va de la mano del desarrollo cultural individual y social que busque cada persona.

Por esta razón realizar un análisis de ellas con base en los instrumentos descritos anteriormente es bastante pertinente en este tipo de investigaciones. Los instrumentos que sirvieron para observar la presencia de estas competencias y su grado de utilización por parte de los estudiantes fueron: Entrevista individual (instrumento 4), Cuestionario de evaluación final (instrumento 5), sin dejar nunca de lado el papel de observador desarrollado por el tutor.

Una vez implementada la estrategia de resolución de problemas en la asignatura y desarrollada durante el semestre, se realizó una evaluación final con el propósito de recoger las impresiones causadas en los estudiantes acerca de la metodología y sus diversas implicaciones. La evaluación se hizo por medio de una entrevista individual (instrumento 4) y el cuestionario de evaluación final individual (instrumento 5); para lo cual se exponen los resultados a continuación:

Para el cuestionario diferencial semántico se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 23.

Tabla 23. Resultados Cuestionario diferencial Semántico

	<i>Cantidad de Votos</i>							
	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	
<i>AGRADABLE</i>	10	8	0	0	0	0	0	<i>DESAGRADABLE</i>
<i>INTERESANTE</i>	11	6	1	0	0	0	0	<i>ABURRIDO</i>
<i>FÁCIL</i>	8	1	5	4	0	0	0	<i>DIFÍCIL</i>
<i>CLARO</i>	5	9	3	1	0	0	0	<i>COMPLICADO</i>
<i>ÚTIL</i>	16	2	0	0	0	0	0	<i>NO SIRVE</i>
<i>HE APRENDIDO</i>	12	5	1	0	0	0	0	<i>NADA</i>
<i>VALIO LA PENA</i>	13	5	0	0	0	0	0	<i>TIEMPO PERDIDO</i>
<i>CURIOSIDAD</i>	7	7	3	1	0	0	0	<i>APATIA</i>

Fuente: el autor.

Queda claro que la estrategia de resolución de problemas causó impresiones bastante positivas en el grupo, pues la mayor parte de los estudiantes se inclino

hacia las opciones dadas a la izquierda de la tabla, que se puede observar estadísticamente así:

Tabla 24. Valoración estadística del Diferencial Semántico

	Valoración	
<i>AGRADABLE</i>	5,55	<i>DESAGRADABLE</i>
<i>INTERESANTE</i>	5,55	<i>ABURRIDO</i>
<i>FÁCIL</i>	4,72	<i>DIFÍCIL</i>
<i>CLARO</i>	5	<i>COMPLICADO</i>
<i>ÚTIL</i>	5,88	<i>NO SIRVE</i>
<i>HE APRENDIDO</i>	5,61	<i>NADA</i>
<i>VALIO LA PENA</i>	5	<i>TIEMPO PERDIDO</i>
<i>CURIOSIDAD</i>	5,11	<i>APATIA</i>

Fuente: el autor.

Los resultados demuestran que los estudiantes acogieron con agrado la metodología propuesta.

En esta evaluación también se realizaron una serie de preguntas abiertas de las cuales se han extraído las principales y más frecuentes opiniones:

¿Le ha permitido mejorar su capacidad para interpretar y representar problemas? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ Permite generar diferentes estrategias de resolución de problemas, favoreciendo la estimulación de la creatividad.
- ♣ Favorece la comunicación y la toma de decisiones a nivel grupal.
- ♣ Se crea un gran vínculo entre los conocimientos impartidos en clase al trabajar con las situaciones prácticas a las que nos enfrentaremos como profesionales.
- ♣ Se adquirió destreza y se aprendió a planificar y proponer estrategias para llevar a cabo la resolución de un problema.
- ♣ Permitted tomar conciencia al estudiante de la responsabilidad que tiene el profesional en la tarea de resolver un problema.
- ♣ Gracias a la resolución de problemas se despertó un mayor interés por comprender conceptos y fenómenos en una situación real más cercana a las posibles actividades de su ejercicio profesional.

¿Ha mejorado su capacidad para visualizar un plan y proponer estrategias que conduzcan hacia la posible solución de un problema de forma flexible, retroalimentada y organizada? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ Permite mejorar el proceso de resolución, se puede ejecutar en forma metódica, comprendiendo el enunciado del problema y planificando tareas.
- ♣ Se logra desarrollar un plan de trabajo.
- ♣ Permite identificar claramente el problema con sus respectivas etapas de resolución, fomentando la toma de decisiones y evaluación de la solución de un problema.
- ♣ Gracias a la creatividad se puede tomar varios caminos para la solución de un problema con proceso iterativo.

¿Ha mejorado su capacidad para analizar y evaluar la solución obtenida? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ Permite que los estudiantes no solo obtengan una solución al problema (cantidad numérica) sino que de esta forma se contrasta si la respuesta es coherente y lógica con lo establecido inicialmente en el problema.
- ♣ A través de la resolución de problemas se mejoró la capacidad de análisis, la capacidad de reflexión y evaluación comparando los datos e información necesaria para resolver el problema.

¿Ha tenido problemas para adaptarse a la metodología?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ La nueva metodología basada en la resolución de problemas fue recibida con agrado por la mayoría de los alumnos.
- ♣ Fue un gran beneficio para los alumnos en cuanto a su formación integral como ingenieros.
- ♣ Brinda la posibilidad de aplicar los conocimientos en un trabajo práctico de una manera integral.
- ♣ Es una metodología fácil y mejora la capacidad para abrir la mente a situaciones reales.
- ♣ Uno de los grandes inconvenientes para adaptarse a la metodología fue la falta de tiempo para la resolución del problema.

¿Cree usted que la metodología sea más favorable y de mejores resultados que el uso del método tradicional? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ La metodología basada en la resolución de problemas es mejor que el método tradicional por que en el tradicional solo se transmiten conocimientos teóricos y no se dan los espacios para la comunicación estudiante y profesor, y aun entre los mismos estudiantes.
- ♣ La metodología permite aprender para la vida y no para el examen.
- ♣ La metodología promueve el trabajo en grupo y las relaciones interpersonales.
- ♣ Permite una mayor motivación por parte del estudiante para estudiar de forma continua.
- ♣ Fue novedoso salir del método tradicional el cual es bastante aburrido.
- ♣ La metodología no es tediosa y mecánica para el estudiante, lo cual es favorable para el aprendizaje.
- ♣ Permite el contacto de la realidad fuera del salón de clase.
- ♣ Es una metodología ideal ya que convierte las materias teóricas en teórico – practicas.

¿Ha favorecido el aprendizaje y la comprensión de conceptos? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ Favorece el aprendizaje pues la resolución de problemas permitió visualizar en forma más clara lo aprendido en clase aplicado a la vida real.
- ♣ Se ha facilitado el aprendizaje haciéndolo más sencillo por medio de la experiencia.
- ♣ El resolver problemas en forma grupal permitió que aquellos alumnos más aventajados aclararan dudas a aquellos alumnos que presentan bajo rendimiento.
- ♣ Facilita el aprendizaje ya que cada cual aporta una opinión y un punto de vista diferente, dando como resultado un análisis más profundo y crítico del problema.

¿Durante la implementación de la metodología, ha podido usted desarrollar metodologías de investigación y planificación de actividades? ¿Por qué?

Las respuestas más frecuentes fueron:

- ♣ Se hacía necesaria la investigación en la resolución de los problemas.
- ♣ Hubo la necesidad de acudir a consultar libros y el Internet para poder resolver el problema planteado.
- ♣ Se incentivó la consulta de manuales técnicos para obtener datos verídicos.
- ♣ Se logró la motivación a visitar fabricas al desarrollar los talleres.
- ♣ La toma de datos y mediciones se hizo en elementos mecánicos reales parte esencial para iniciar la resolución de problemas y planificar tareas posteriores.

Los resultados obtenidos muestran que es factible el desarrollo de competencias a través de la resolución de problemas, más sin embargo no se deben pasar por alto barreras que el contexto educativo impone. Entre los principales inconvenientes o barreras están las situaciones de anormalidad académica presente durante el transcurrir del semestre lo cual crea un ambiente de desorden desviando la atención de los estudiantes generando actitudes de conformismo que en ultimas termina afectando el proceso educativo de los futuros profesionales. Además la carga académica tomada por el estudiante es en cierta forma un obstáculo, en la cual el estudiante debe intervenir de acuerdo a sus expectativas la cual le permita asumir el proceso de aprendizaje con actitud activa y reflexiva que resulte en un mejor desempeño académico pero sobre todo en una verdadera formación profesional. Como recomendación la universidad debe buscar un acercamiento en sus actividades académicas con el sector productivo con el fin de introducir al mundo laboral individuos con alta capacidad innovadora, poseedora de recursos intelectuales, técnicos y científicos, capaces de solucionar problemas inherentes a su campo profesional, trabajar en grupo y relacionarse con superiores y subalternos y con la comunidad académica de su disciplina, conscientes de y sensibles a la realidad social en la que se hallan inmersos, en resumen formar ciudadanos de forma integral.

4. CONCLUSIONES

Después de haber identificado y definido las unidades de competencia que se pretendían desarrollar a lo largo del curso, se obtuvo una caracterización inicial de las mismas, donde la gran mayoría de los estudiantes se posicionó en el nivel 1 (siendo este el más bajo de los tres niveles adoptados) de las cuatro unidades de competencia evaluadas. En la caracterización final, todo el grupo de estudiantes participantes evidenció un nivel de competencia entre 2 y 3, lo que quiere decir que hubo una evolución en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y un avance significativo en la adquisición y desarrollo de competencias, resultado posible gracias a la implementación de la metodología de resolución de problemas.

Demostrándose que la resolución de problemas como herramienta pedagógica permite generar espacios donde prolifere la creatividad, la investigación, la reflexión, la metacognición y además posibilita la adquisición de competencias entendidas en tres dimensiones: el saber, el saber hacer, el saber ser; en busca de satisfacer los requisitos que la sociedad y el sector productivo demandan en la actualidad.

La resolución de problemas como metodología para el desarrollo de competencias requiere por parte del estudiante un tratamiento distinto a una simple aplicación rutinaria de fórmulas, se requiere del razonamiento autónomo para identificar y comprobar hipótesis; los estudiantes deben razonar creativamente y estructurar conceptos y procedimientos y desarrollar razonadamente una estrategia que le permita obtener una solución del problema. Siendo este análisis y razonamiento basado en la comprensión del tema o del campo al que pertenece la situación. Por otro lado demanda del docente un alto grado de trabajo y compromiso, ya que juega el rol de guía en el proceso de aprendizaje, procurando motivar al estudiante a que tome acciones en cuanto a investigación, profundización de conocimientos y la toma de decisiones.

En lo que se refiere a los métodos para solucionar los problemas (métodos gráficos, numéricos y analíticos) para los estudiantes es prácticamente desconocido y se centran o se encasillan en soluciones analíticas que es lo que tradicionalmente se enseña en la mayor parte de las carreras profesionales (manifestado por ellos mismos en la evaluación diagnóstica y a lo largo del curso), descartando las herramientas gráficas y las computacionales. En cuanto a las estrategias y el proceso para la resolución de problemas, es de

destacar casi en la mayoría de los estudiantes la utilización de un proceso poco metódico y organizado para obtener la solución de los problemas. Sin embargo gracias a la estrategia implementada se vislumbró una nueva alternativa que verdaderamente fomenta en los estudiantes la construcción de competencias para su futuro desempeño como profesional.

La experiencia llevada a cabo en este proyecto manifiesta que la educación, la sociedad y el trabajo deben articularse de alguna forma para permitir que el estudiante construya en un proceso continuo; saberes, competencias, actitudes y destrezas, que demande en los individuos la capacidad de identificar y resolver problemas, generar iniciativas, crear, innovar y usar creativa y flexiblemente el conocimiento.

En síntesis la escuela de Ingeniería Mecánica y la Universidad Industrial de Santander deben estar comprometidas con una educación orientada al desarrollo de competencias, necesarias para disfrutar y participar de la vida social de manera digna, realizando sus propios objetivos y desenvolverse productivamente en la sociedad moderna; contribuyendo con un verdadero desarrollo humano.

BIBLIOGRAFÍA

ACOFI. Conferencia Mundial sobre Educación en Ingeniería. Santafé de Bogotá: Opciones Gráficas, 1996. 208 p.

ALARCÓN, José y MONTENEGRO, Ignacio. Competencias Pedagógicas, Autoevaluación docente Instrumento para mejorar el Desempeño del Educador. Santafé de Bogotá: Magisterio, 2000. 122 p.

BEER, Ferdinand y JOHNSTON, E. Mecánica de Materiales. México: McGraw-Hill, 1982. 618 p.

CALERO, Roque y CARTA, José. Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingenieros. Madrid: McGraw-Hill, 1999. 615 p.

CHAPRA, Steven y CANALE, Raymond. Métodos Numéricos para Ingenieros. México: McGraw-Hill, 2003. 969 p.

CROSS, Nigel. Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos. México: Limusa, 1999. 190 p.

ENGÁLICHEV, S. y Otros. Problemas de Resistencia de Materiales. Moscú: Editorial MIR, 1978. 466 p.

ESCOBEDO, HERNAN. Desarrollo de Competencias Básicas para pensar científicamente. Colciencias, 2002. 123 p.

GALLEGO BADILLO, Rómulo. Competencias Cognoscitivas. Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Santafé de Bogotá: Cooperativa editorial magisterio, 1999.

MALDONADO GARCÍA, Miguel Ángel. Las competencias una opción de vida. Santafé de Bogotá: Ediciones ECOE, 2002. 173 p.

MAYER, R.E. Pensamiento, resolución de problemas y cognición. Barcelona: Paidós, 1986.

MONTENEGRO, Ignacio. Evaluemos Competencias Matemáticas. Santafé de Bogotá: Magisterio, 2000. 187 p.

NILSSON, James y RIEDEL, Susan. Circuitos Eléctricos. México: Prentice Hall, 2001. 1030 p.

PERALES PALACIOS, F. Javier. Resolución de problemas. España: Síntesis Educación, 2000.

POPOV, Egor. Mecánica de Materiales. México: Limusa, 1982. 676 p.

POZO, Juan Ignacio. Aprender y enseñar ciencia. España: Santillana, 2000.

SHIGLEY, Joseph y MISCHKE, Charles. Diseño en Ingeniería Mecánica. México: McGraw-Hill, 1990. 883 p.

TOBON, Sergio. Formación basada en competencias. Santafé de Bogotá: Ediciones ECOE, 2004. 248 p.

ANEXOS

ANEXO A
EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Diagnostico Previo de Dificultades	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática:	
<p>Nivel : _____ Créditos matriculados: _____ Créditos Aprobados: _____ Ciudad de origen: _____ Colegio: _____</p> <p>Por favor conteste las siguientes preguntas, marcando con una X todas las respuestas que considere apropiadas:</p> <p>1. ¿En cuál de los siguientes aspectos cree usted que presenta mayor dificultad al iniciar el curso de resistencia de materiales?</p> <p> <input type="checkbox"/> Dificultades en el manejo del álgebra Vectorial. <input type="checkbox"/> Dificultades en el uso de la geometría. <input type="checkbox"/> Dificultades con la determinación de centroides. <input type="checkbox"/> Dificultades con la determinación de momentos de inercia. <input type="checkbox"/> Dificultades al aplicar sumatoria de momentos y fuerzas. <input type="checkbox"/> Dificultades para reconocer los símbolos usados. <input type="checkbox"/> Dificultades para representar una situación real en forma idealizada o simplificada. <input type="checkbox"/> Dificultades para determinar las cargas internas en un elemento. <input type="checkbox"/> Dificultad para imaginar y comprender un objeto en estudio. <input type="checkbox"/> Otra ¿Cuál? _____ </p> <p>2. ¿ Conoce usted los antecedentes históricos u orígenes de la Resistencia de Materiales?</p> <p> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No </p> <p>3. ¿Cuál considera usted que sea la finalidad de estudiar la Resistencia de Materiales?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4. ¿Conoce usted algún método aparte del analítico que sirva como herramienta para dar solución a un problema?</p> <p> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí ¿Cuál? _____ </p>		
Nombre:	Código:	

FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Diagnostico Previo de Dificultades	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática:	
<p>Nivel : _____ Créditos matriculados: _____ Créditos Aprobados: _____ Ciudad de origen: _____ Colegio: _____</p> <p>Por favor conteste las siguientes preguntas, marcando con una X todas las respuestas que considere apropiadas:</p> <p>5. ¿Conoce usted la simbología empleada en planos relacionados con elementos mecánicos? ___ Sí ___ No</p> <p>6. A la hora de enfrentarse a alguna situación problemática, a- ¿ Sabe usted como procesar o manejar los datos suministrados? ___ Sí ___ No</p> <p>b- ¿Distingue entre la información cual es realmente útil y cual no? ___ Sí ___ No</p> <p>7. ¿Cuál cree usted que debe ser la metodología a emplearse en el curso de Resistencia de Materiales? ___ Realización de ejercicios por parte del profesor. ___ Realización de ejercicios entre el profesor y los alumnos. ___ Resolución de problemas por parte de los alumnos, guiados por el profesor. ___ Otra ¿Cuál? _____</p> <p>8. ¿Cree usted que la experimentación y el acercamiento a situaciones problemáticas de la vida real puede llegar a mejorar la forma en que se adquieren los conocimientos? ___ Sí ___ No</p>		
Nombre:	Código:	

ANEXO B
TALLERES DE CONTROL

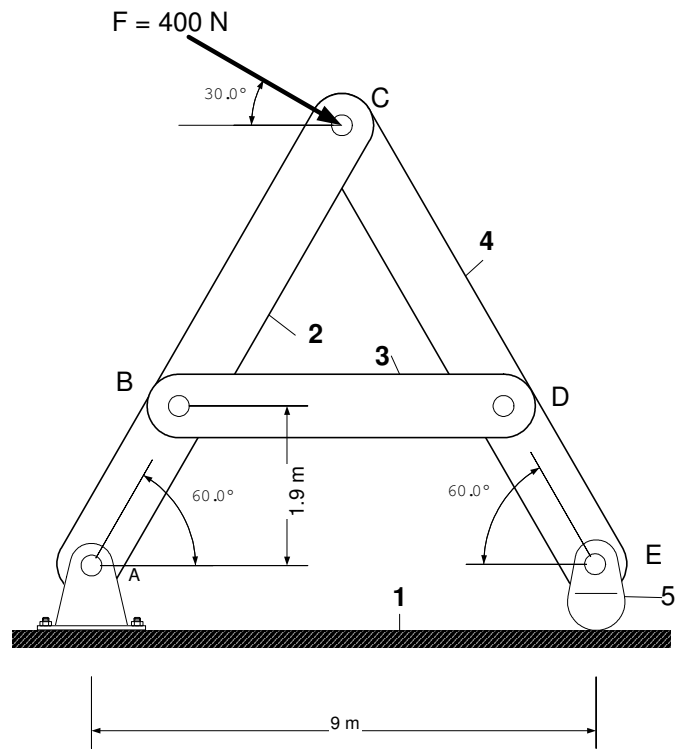
FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 1	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
<p>El presente taller tiene como objetivo reforzar los conocimientos adquiridos y promover el desarrollo de competencias en la asignatura de Resistencia de Materiales.</p> <p>1. El símbolo W se utiliza en las diversas partes de la figura para indicar el peso del elemento. Si éste no se conoce, supóngase que las partes carecen de peso. Para cada figura identifique elementos participantes, uniones y conexiones, apoyos, cargas aplicadas, además, para cada elemento participante elabore un diagrama de cuerpo libre, intente determinar las direcciones adecuadas de las fuerzas sin calcular su magnitud.</p> <div style="text-align: center;"> </div>		
Nombre:	Código:	

FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
-----------------------------------	---	--

Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 1
-----------------------------------	-------------------

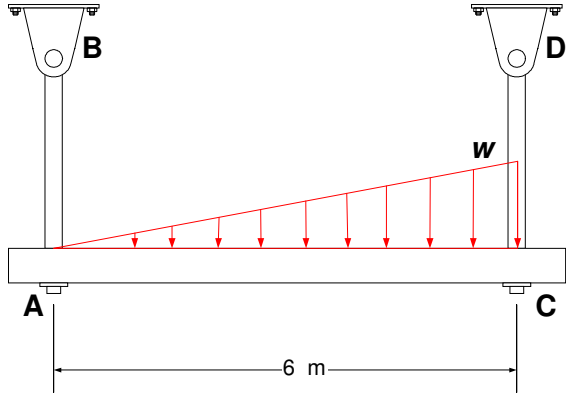
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial
--------------------------------------	------------------------------

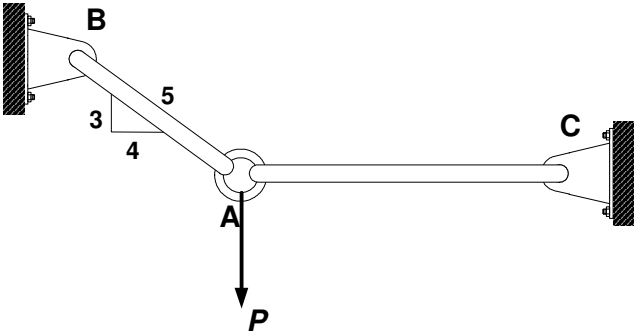
2. Para la siguiente figura identifique elementos participantes, uniones y conexiones, apoyos, cargas aplicadas, además, para cada elemento participante elabore un diagrama de cuerpo libre y determine la magnitud de las fuerzas que actúan en cada cuerpo.



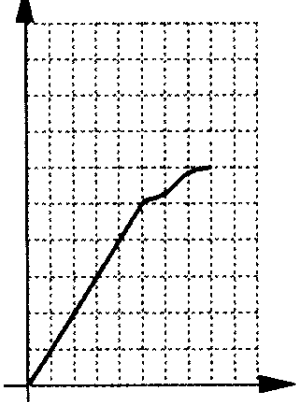
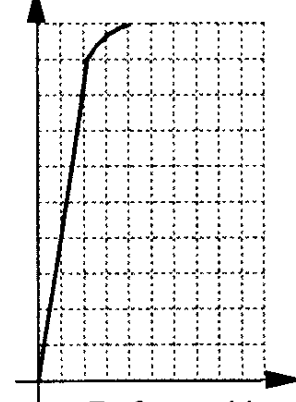
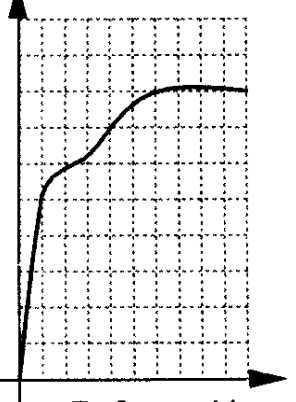
Nombre:	Código:
----------------	----------------

FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 1	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
<p>3. Para la siguiente figura identifique elementos participantes, uniones y conexiones, apoyos, cargas aplicadas, además, para cada elemento participante elabore un diagrama de cuerpo libre y determine la magnitud de las fuerzas que actúan en cada cuerpo. Para el punto F determine el momento interno y la fuerza interna resultante.</p> <div data-bbox="625 829 1169 1648" data-label="Diagram"> </div>		
Nombre:	Código:	

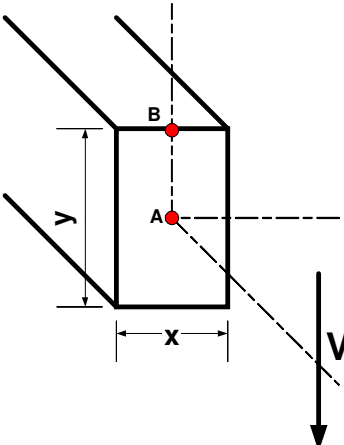
FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 2	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
<p>4. La viga está soportada por las barras AB y CD que tienen áreas transversales 10 mm^2 y 15 mm^2, respectivamente. Determine la intensidad w de la carga distribuida de manera que el esfuerzo normal promedio en cada barra no exceda de 300 kPa.</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Nombre:	Código:	

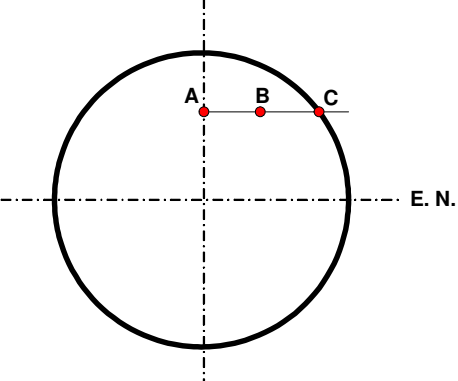
FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 2	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
<p>5. Las barras AB y AC tienen diámetros de 15 mm y 12 mm, respectivamente. Determine la fuerza P vertical máxima que puede aplicarse. El esfuerzo permisible de tensión para las barras es $\sigma_{perm} = 150 \text{ Mpa}$.</p>  <p>6. Complete :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ El material que tiene las mismas propiedades elásticas en todos los puntos del cuerpo es un material _____ ◆ La región de la curva Tensión- Deformación que va desde el origen hasta el limite de proporcionalidad se denomina zona _____ ◆ La región de la curva tensión deformación que va desde el limite de proporcionalidad hasta el punto de rotura se denomina zona _____ ◆ Los materiales metálicos usados en la ingeniería se clasifican generalmente en: _____ y _____ ◆ La capacidad de un material para absorber energía sin fracturarse se conoce como _____ ◆ La resistencia que opone un material a ser penetrado por otro se llama _____ 		
Nombre:	Código:	

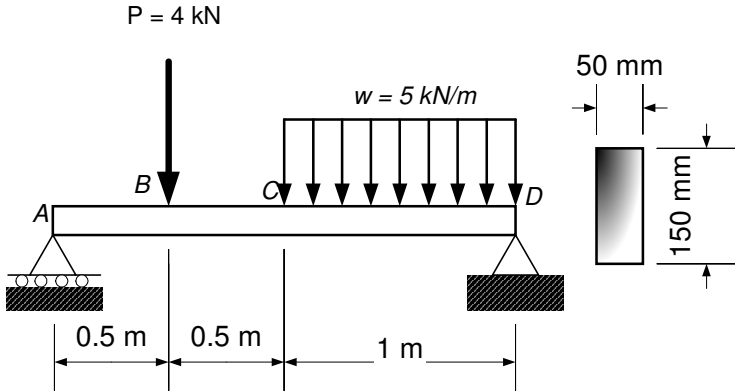
FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.		Taller # 2
Instructor: Jorge A. Muñoz P.		Temática: Carga Axial
<p>7. Conteste verdadero o falso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ El esfuerzo y la deformación unitaria de ingeniería se calculan usando el área transversal y la longitud reales del espécimen. ___ V ___ F ◆ Si una barra está sometida a una carga axial, se tiene sólo deformación unitaria en el material en la dirección de la carga. ___ V ___ F ◆ La capacidad de absorber energía en la región elástica se conoce como tenacidad. ___ V ___ F ◆ Al elevar el contenido de Carbono en los aceros estos se hace más frágiles. ___ V ___ F ◆ Las columnas de un edificio están sometidas a esfuerzos de tracción. ___ V ___ F <p>8. Las siguientes figuras muestran las curvas esfuerzo deformación para tres probetas de ensayo a la tensión falladas. Conteste lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Caracterice cada uno de los materiales como dúctil o frágil. b) ¿Cuál es el más rígido? c) ¿Cuál es el que tiene la resistencia máxima más alta? d) ¿Cuál tiene el módulo de resiliencia o flexibilidad más elevado? e) ¿Cuál tiene el módulo de tenacidad más elevado? 		
Nombre:		Código:

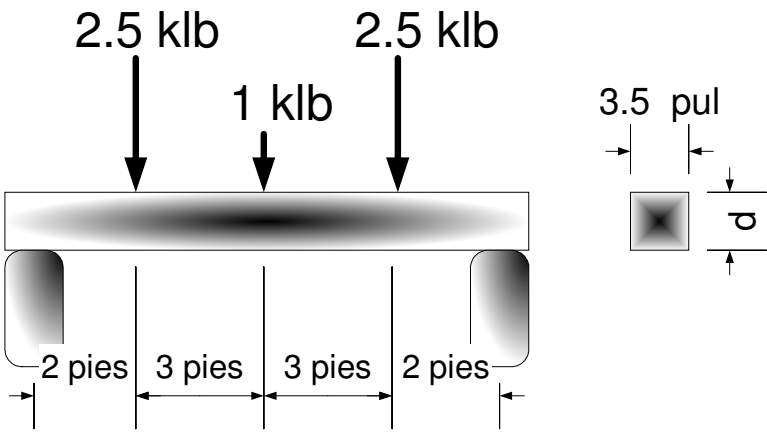
FECHA 25 Agosto 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I		
Tutor: Adolfo L. Arenas L.		Taller # 2	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.		Temática: Carga Axial	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>Esfuerzo σ</p>  <p>Deformación ϵ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Material A</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Esfuerzo σ</p>  <p>Deformación ϵ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Material B</div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Esfuerzo σ</p>  <p>Deformación ϵ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Material C</div> </div> </div>			
<p>9. Nombre tres factores a considerar en la elección de un material.</p>			
Nombre:		Código:	

FECHA 10 Noviembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 3	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión	
<p>El presente taller tiene como objetivo reforzar los conocimientos adquiridos y promover el desarrollo de competencias en la asignatura de Resistencia de Materiales.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En donde esta ubicado el eje neutro para una viga prismática (sección transversal constante) sometida a flexión? 2. Calcule el esfuerzo normal en los puntos A y B <div data-bbox="630 999 1024 1436" data-label="Diagram"> </div>		
Nombre:	Código:	

FECHA 10 Noviembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 3	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión	
<p>3. Calcule el esfuerzo cortante promedio en los puntos A y B</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Nombre:	Código:	

FECHA 10 Noviembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 3	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión	
<p>4. ¿Es cierto que la formula para calcular el esfuerzo normal en flexión se puede usar para una viga prismática de cualquier sección transversal? __ V __ F</p> <p>5. ¿Es igual el esfuerzo cortante en los puntos A, B y C? __ V __ F</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Nombre:	Código:	

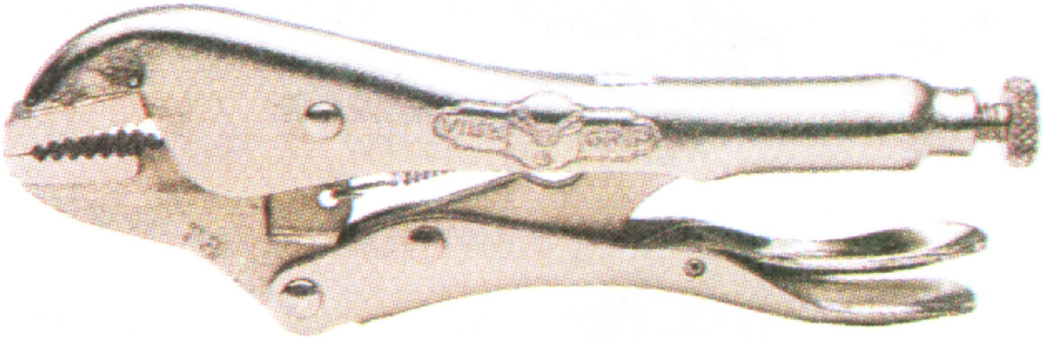
FECHA 17 Noviembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 4	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión	
<p>6. Para la siguiente viga de madera ($E = 12 \text{ Gpa.}$) identifique elementos participantes, uniones y conexiones, apoyos, cargas aplicadas, además para cada elemento participante elabore un diagrama de cuerpo libre y calcule el valor numérico de cada fuerza.</p> <p>Además determine:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diagrama de fuerza cortante y la fuerza cortante máxima y mínima. Diagramas de momento flector y el momento flector máximo y mínimo. La pendiente en el extremo A. La deflexión en el punto medio C. <div style="text-align: center;">  </div>		
Nombre:	Código:	

FECHA 17 Noviembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 4	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión	
<p>7. Para la siguiente viga de madera con $\sigma_{adm} = 1800 \text{ lb/pulg}^2$ y $\tau_{adm} = 120 \text{ lb/pulg}^2$. Hallar la altura mínima requerida d.</p> <div style="text-align: center;">  <p>The diagram shows a horizontal beam supported by two rounded ends. Three downward-pointing arrows represent point loads: 2.5 klb on the left, 1 klb in the center, and 2.5 klb on the right. Below the beam, dimension lines indicate distances: 2 pies from the left support to the first load, 3 pies between the first and second loads, 3 pies between the second and third loads, and 2 pies from the third load to the right support. To the right of the beam, a square cross-section is shown with a diagonal stress distribution. The width of the cross-section is labeled as 3.5 pul, and the maximum stress at the top and bottom edges is labeled as σ.</p> </div>		
Nombre:	Código:	

FECHA 27 Enero 2005	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Taller # 5	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Torsión y Carga Combinada	
<p>El presente taller tiene como objetivo reforzar los conocimientos adquiridos y promover el desarrollo de competencias en la asignatura de Resistencia de Materiales.</p> <p>1. Se conectan un árbol de acero y un tubo de aluminio a un soporte fijo y a un disco rígido como se muestra en el corte longitudinal. Sabiendo que los esfuerzos iniciales son cero, determinar el momento máximo de torsión T_0 que puede aplicarse al disco si los esfuerzos admisibles son 120 MPa. en el árbol de acero y 70 MPa. en el tubo de aluminio. Utilice $G = 80$ GPa para el acero y $G = 27$ GPa. para el aluminio.</p> <div style="text-align: center;"> <p>Diagrama de un eje compuesto de aluminio y acero. El eje está fijado a un soporte rígido a la izquierda y conectado a un disco rígido a la derecha. El eje tiene una longitud de 0.5 m. El tubo de aluminio tiene un diámetro exterior de 0.076 m y un espesor de 0.008 m. El eje de acero tiene un diámetro exterior de 0.05 m.</p> </div>		
Nombre:	Código:	

ANEXO C
SITUACIONES PROBLEMÁTICAS DE CORTO ALCANCE


FECHA 21 Octubre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Problema: Cizalla.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
		
<p>Un taller de metalmecánica de Bucaramanga esta utilizando en la actualidad una cizalla para cortar lámina de latón de 1 a 6 mm de espesor. El propietario del taller desea consultarle a usted si es recomendable emplear esta cizalla para el corte de lámina de acero en el mismo intervalo de espesores.(tenga en cuenta los elementos sometidos a carga axial y cortante).</p>		
Nombre:	Código:	

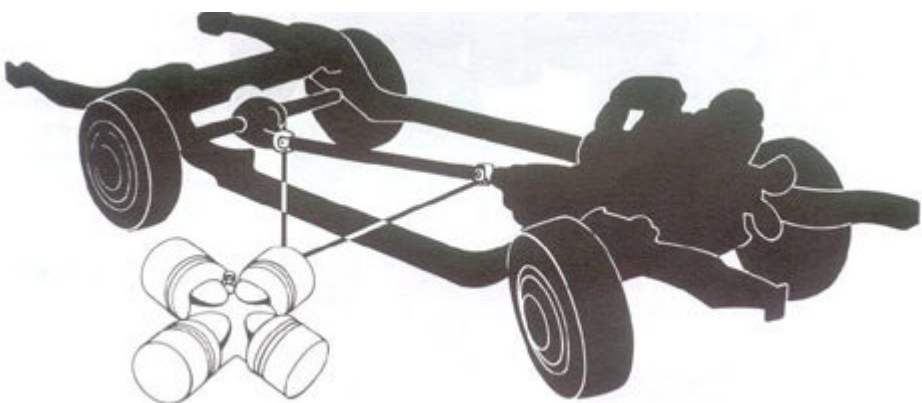
FECHA 21 Octubre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I		
Tutor: Adolfo L. Arenas L.		Problema: Pinzas de Agarre bloqueables.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.		Temática: Carga Axial	
			
<p>La figura muestra unas pinzas de agarre bloqueables, estas están destinadas al aflojado de tubos, tuercas defectuosas, terminales de baterías, extracción de espárragos, sujeción de piezas.</p> <p>Se solicita calcular los esfuerzos de trabajo para las piezas sometidas a carga axial en las posiciones críticas y los esfuerzos cortantes en los tres pasadores principales.</p> <p>Con base en las dimensiones de una pinza real, recomiende un material para la fabricación de los elementos anteriormente mencionados.</p>			
Nombre:		Código:	


FECHA 21 Octubre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Problema: Bicicleta.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Axial	
		
<p>Debido a la preocupación a nivel mundial por el tema de la contaminación ambiental, un grupo de ingenieros desea diseñar y promover la utilización de la bicicleta como medio de transporte. Teniendo en cuenta que el peso de las personas varía se desea que soporten cargas hasta de 100 Kg. Una limitante en el diseño es que no se debe emplear soldadura y en su lugar emplear pasadores. Se le solicita a usted recomendar el material para la elaboración del marco y las respectivas juntas o pasadores.</p>		
Nombre:	Código:	

FECHA 21 Octubre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I		
Tutor: Adolfo L. Arenas L.		Problema: Gato de Tijera.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.		Temática: Carga Axial	
			
<p>Usted trabaja en el departamento de diseño de una fabrica de gatos para automóvil. La fabrica recibe la visita de un cliente, que solicita información acerca de un gato de tijera diseñado para levantar vehículos Mazda 323. El cliente desea saber si este mismo gato es recomendable usarlo en un vehículo de carga como una camioneta Mazda B2000. Para dar respuesta al cliente la empresa le solicita a usted emitir un concepto acerca de esta solicitud.</p>			
Nombre:		Código:	

FECHA 16 Diciembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Problema: Muelles de Ballesta (Muelles de flexión).	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Flexión.	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p data-bbox="279 1150 1495 1381"> Una empresa posee como equipo de trabajo camionetas Mazda B2000 las cuales están diseñadas para transportar cargas no superiores a 1000 Kg.. Por razones económicas se requiere que estos vehículos transporten una carga de 1800 Kg. ya que para el empresario no es factible renovar dichos vehículos por unos de mayor capacidad de carga y por ello le solicita a usted como ingeniero evaluar si los muelles soportarán la nueva carga; de no ser posible dar una recomendación para hacer un montaje que le permita al vehículo el transporte de dicha carga. </p>		
Nombre:	Código:	

FECHA 9 Febrero 2005	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Problema: Llave de Cruceta.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Torsión.	
		
<p>Se desea fabricar una llave de cruceta para soltar y apretar los tornillos de fijación de las ruedas de un autobús Chevrolet. Se requieren las dimensiones, el material y las deformaciones presentes, además indique las recomendaciones y normas de seguridad para la utilización de la herramienta.</p>		
Nombre:	Código:	

FECHA 9 Febrero 2005	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I		
Tutor: Adolfo L. Arenas L.		Problema: Flecha impulsora.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.		Temática: Torsión.	
 <p data-bbox="279 1207 1495 1339">Una empresa fabricante de flechas impulsoras para automóviles es contratada para diseñar y construir dichas flechas para los autobuses marca Chevrolet. Si usted pertenece al departamento de diseño al que se le solicita una propuesta la cual incluya para estos ejes, dimensiones, materiales, cargas y deformaciones presentes.</p>			
Nombre:		Código:	

FECHA 9 Diciembre 2004	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i> RESISTENCIA DE MATERIALES I	
Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Problema: Gato Hidráulico.	
Instructor: Jorge A. Muñoz P.	Temática: Carga Combinada.	
		
<p>Una empresa que fabrica gatos hidráulicos esta interesada en mejorar la capacidad de trabajo de los mismos. Las características del modelo a mejorar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> } Capacidad : 2 Toneladas. } Altura Mínima: 18 cm. } Peso : 2.77 Kg. } Volumen : 0.02 m³. <p>Se desea incrementar la capacidad de carga a 2.5 Toneladas conservando su geometría (altura mínima y volumen). Se le solicita a usted como ingeniero recomendar un material para las paredes o cuerpo del gato.</p>		
Nombre:	Código:	

ANEXO D
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN INDIVIDUAL FINAL

FECHA 10 Febrero 2005	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i>	
RESISTENCIA DE MATERIALES I		

Tutor: Adolfo L. Arenas L.	Cuestionario de Evaluación Final (Metodología)
Instructor: Jorge A. Muñoz	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

En este curso, usted está participando en una experiencia de aprendizaje basada en la estrategia de resolución de problemas y es muy importante para el profesor, conocer que piensan sus estudiantes sobre lo que ella ha representado en el proceso de formación profesional, teniendo en cuenta aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Se proponen para la reflexión individual un cuestionario de diferencial semántico y una encuesta de preguntas abiertas.

Su colaboración en ésta actividad es fundamental para el desarrollo del proyecto. **Muchas gracias por su colaboración.**

CUESTIONARIO DE DIFERENCIAL SEMÁNTICO

A continuación se expresan dos listas; una que contiene adjetivos y otra que contiene situaciones contrarias. Frente al trabajo con la estrategia de resolución de problemas, señala con una puntuación entre 0 y 6 cada una de ellas. Si usted se identifica con lo expuesto a la izquierda señale el 6, o de lo contrario si usted se identifica con lo de la derecha señale el 0. Si es una situación intermedia según la proximidad a una u otra situación, señale con la puntuación más o menos cerca de uno de los extremos.

AGRADABLE	6	5	4	3	2	1	0	DESAGRADABLE
INTERESANTE	6	5	4	3	2	1	0	ABURRIDO
FÁCIL	6	5	4	3	2	1	0	DIFÍCIL
CLARO	6	5	4	3	2	1	0	COMPLICADO
ÚTIL	6	5	4	3	2	1	0	NO SIRVE
HE APRENDIDO	6	5	4	3	2	1	0	NADA
VALIO LA PENA	6	5	4	3	2	1	0	TIEMPO PERDIDO
CURIOSIDAD	6	5	4	3	2	1	0	APATÍA

FECHA 10 Febrero 2005	<p align="center">ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA <i>Desarrollo de competencias a través de la Resolución de Problemas</i></p> <p align="center">RESISTENCIA DE MATERIALES I</p>	
<p align="center">ENCUESTA INDIVIDUAL</p> <p>El trabajo realizado en el aula con el acompañamiento del profesor y de los compañeros:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Le ha permitido mejorar su capacidad para interpretar y representar problemas? ¿Por qué? 2. ¿Ha mejorado su capacidad para visualizar un plan y proponer estrategias que conduzcan hacia la posible solución de un problema de forma flexible, retroalimentada y organizada? ¿Por qué? 3. ¿Ha mejorado su capacidad para analizar y evaluar la solución obtenida al tratar un problema? ¿Por qué? 4. ¿Ha tenido problemas para adaptarse a la metodología? 5. ¿Cree usted que la metodología sea más favorable y de mejores resultados que el uso del método tradicional? ¿Por qué? 6. ¿Ha favorecido el aprendizaje y la comprensión de conceptos? ¿Por qué? 7. ¿Durante la implementación de la metodología, ha podido usted desarrollar metodologías de investigación y planificación de actividades? ¿Por qué? 		