



República de Cuba
Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
"Dr. Antonio Núñez Jiménez"
Departamento de Metalurgia Electromecánica

Trabajo de Diploma

Tesis en opción al Título de Ingeniero Mecánico

Título: Estructuración Metodológica de la Asignatura

Elementos Finitos.

Autor: Iliana Castillo Espada.

Tutores: Ing. Geovany Ruiz Martínez.

Ing. Roilber Lambert Sánchez.

Moa – 2010
"Año 52 de la Revolución"



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: **Iliana Castillo Espada**, autora de este trabajo de diploma y los tutores Ing. Geovany Ruiz Martínez, Ing Roilber Lambert Sánchez y el Msc. Oris Silva Dieguez, declaramos la propiedad intelectual de este al servicio del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa para que disponga de su uso cuando estime conveniente.

Iliana Castillo Espada

Ing. Geovany Ruiz Martínez

Ing Roilber Lambert Sánchez

Msc. Oris Ramón Silva Diéguez



DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a mi madre por ser mi motor impulsor y apoyarme para la realización de este trabajo.

A mi esposo Ernesto Rodríguez Borges por tenerlo a mi lado siempre dándome aliento para terminar los estudios.

A mis niños Eliana y Ernesto que siempre estaban a mi favor para terminar la carrera.

A todos muchas Gracias.

La autora.



AGRADECIMIENTOS:

- **A mi padre celestial, que me da fuerzas y esta presente en todo lo que tiene que ver con mi vida y me produce bienestar y tranquilidad.**
- **A mi madre que lo ha dado todo porque yo me haga alguien en la vida.**
- **A mi esposo y mis hijos que me apoyaron en todo para poder terminar la carrera.**
- **A Blanquita, la Secretaria Docente de la Facultad, la cual fue la promotora de que reiniciara mis estudios.**
- **A mi profesora y más que eso mi amiga Marbelis, que me apoyo en todo lo que me hizo falta para estudiar.**
- **Al profesor Borges de la Universidad de Holguín, el cual me facilito muchas informaciones.**
- **Al profesor Lafargue de la Universidad de Oriente, el cual me facilito muchas informaciones.**
- **A mi tutor el Ing. Geovany quien con su presencia y dedicación en el trabajo no solo sirvió de tutor sino también de guía para la terminación de la tesis.**
- **Al resto de mi familia que siempre estaban preocupados cuando me encontraba en pruebas y evaluaciones.**

“ A todos “Muchas Gracias”

LA AUTORA



PENSAMIENTO

MI BOCA HABLARÁ SABIDURÍA

Y EL PENSAMIENTO DE MI CORAZÓN INTELIGENCIA.

PARA ENTENDER SABIDURÍA Y DOCTRINA,

PARA CONOCER RAZONES PRUDENTES.

EL PROVEE DE SANA SABIDURÍA A LOS RECTOS,

ES ESCUDO A LOS QUE CAMINAN RECTAMENTE

CON DIOS ESTÁ LA SABIDURÍA Y EL PODER,

SUYO ES EL CONSEJO Y LA INTELIGENCIA.

JESÚS C.



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se hace un estudio del sistema de conocimientos de la asignatura Elementos Finitos. La investigación está dirigida fundamentalmente a la estructuración metodológica de la asignatura donde se hace un análisis histórico - lógico de la enseñanza de Elementos Finitos, se elabora un sistema de clases prácticas, conferencias, talleres y se establece un ordenamiento del sistema de conocimientos por temas contribuyendo a un mejor razonamiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica. Además se establece el plan calendario de la asignatura (P1), y se precisa el sistema de conocimientos que necesita el ingeniero mecánico para su formación profesional. revelada de manera esencial en el perfeccionamiento curricular que contempla la determinación del problema profesional que resuelve la asignatura, el objetivo general instructivo, así como la estructuración didáctica del proceso docente educativo, que satisface las necesidades e intereses de la formación del nuevo egresado del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.



SUMMARY

In present research work it does a study of the knowledge system of of the subject Finites-Elements. The investigation is mainly addressed to planning of the subject of study where an analysis becomes historic - logician of finite-element teaching, a system of practical lessons is elaborated, conferencies, workshops and an organizing of the system of knowledge for themes contributing to improving a reasoning of the Mechanical Engineering students. It too has been achieved to establish the plan of classrooms (P1) and the system of knowledge specifies that the mechanical engineer for his technical training revealed of essential manner in perfecting needs curricular that contemplates the determination of the professional problem that finite-elements provide, the general instructive objective, as well as the didactic structuring of the teaching educational process, that satisfies the needs and interests of the formation of the new graduated from Moa University School.



INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I: FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Trabajos precedentes.....	5
1.3 Fundamentación teórica de diseño curricular.....	10
1.3.1 - Caracterización gnoseológica y epistemológica del objeto de estudio.....	14
1.3.2.- Categorías y leyes fundamentales de la didáctica	19
1.3.2.1 Leyes de la didáctica.....	22
1.3.3 Dinámica del diseño del proceso docente educativo.....	27
1.3.4 Diseño curricular en la enseñanza superior	28
1.3.4.1 Estructuración del contenido a través del enfoque de invariante	31
1.3.4.2 Estructuración del proceso docente educativo en la educación superior	32
1.4 Característica de la carrera de ingeniería mecánica	33
1.4.1 Característica de la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba.....	34
1.4.2 Carrera de la Ingeniería Mecánica en el ISMM, Origen y Desarrollo	35
1.5 Modelo del Ingeniero Mecánico como profesional	35
1.6 Análisis histórico de la Asignatura Elementos Finitos	41
1.7 Conclusiones del capítulo.....	42
CAPÍTULO II PROPUESTA METODOLÓGICA DEL DISEÑO CURRICULAR DE LA ASIGNATURA ELEMENTOS FINITOS.....	43
2.1 Introducción.....	43
2.2 Caracterización de la asignatura	43
2.2.1 Fundamentación del modelo para el perfeccionamiento del sistema de estudio de la asignatura.....	43
2.2.2 Interrelación vertical y horizontal de la asignatura con otras de la carrera.....	45
2.2.3 Objetivos generales de la asignatura	45
2.2.4- Sistema de conocimientos	47
2.2.6 Sistema de valores de la asignatura	48
2.2.7 Sistema de Evaluación.....	49
2.2.8 Bibliografía	50
2.3 Modelo para la organización didáctica del sistema de conocimientos de la asignatura.....	51



2.4 Conclusiones del capítulo.....	54
CAPÍTULO III: INDICACIONES METODOLÓGICAS Y DE ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE-EDUCATIVO	55
3.1 Introducción.....	55
3.2 Estructura de la asignatura.....	55
3.3 Formas organizativas para la impartición de la asignatura.....	56
3.4 Indicaciones metodológicas y de organización	57
3.5 Plan de la asignatura por temas.....	57
3.6 Programa analítico de la asignatura.....	58
3.8 Aplicación de las estrategias de desarrollo en la asignatura.....	62
3.9 Conclusiones del capítulo.....	64
CONCLUSIONES GENERALES.....	65
RECOMENDACIONES	66
RERERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS	



INTRODUCCION

A finales del siglo XX y comienzo del XXI la sociedad mundial y la cubana en particular se ha visto sometida a profundos cambios que afectan a todos los niveles de la vida económica y social, producto de las transformaciones que producen los cambios tecnológicos. Esta corriente de cambios, el acelerado desarrollo científico, la globalización, el agotamiento de los recursos energéticos y el nuevo orden económico, producen transformaciones tanto en el ámbito nacional como internacional que imponen nuevas exigencias en la labor del profesional.

En Cuba y en particular en el ISMM, la Educación Superior dirige los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad en la formación de profesionales mecánicos, estrechamente ligados al fortalecimiento de la eficiencia, lo que significa mejorar su respuesta a las necesidades de la sociedad, su relación con el sector productivo, asistencial y de servicios, así como, su contribución a un desarrollo humano sustentable.

La profesionalización de los docentes presupone que se eleve la calidad de la educación, en nuestro país se ha estado trabajando al respecto de manera constante, de ahí el denominado perfeccionamiento continuo iniciado en 1975 y la cubanización de la pedagogía a partir de 1989. Con la introducción de nuevos planes y programas, acompañados de la optimización del proceso docente-educativo perfeccionado en 1999 con la revolución ministerial, donde se perfecciona y precisa el trabajo metodológico en el sector educativo y más recientemente los diferentes programas de la Revolución que han sido implementados, le imponen al docente nuevos retos para lograr la formación de las actuales generaciones con una cultura general integral.

A partir de las definiciones planteadas por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en el III Congreso de la FEU en enero de 1987 y después en el V Congreso del PCC realizado en octubre de 1997 sobre la necesidad del país en graduar profesionales de perfil amplio y experimentar una disminución de los perfiles terminales, con vistas a lograr egresados con una mayor flexibilidad para su ubicación laboral, pudiendo adquirir posteriormente su especialidad en estudios de postgrado, bajo el principio de trabajo-estudio, se hace necesario una nueva



versión del plan de estudio que reitere las buenas ideas recogidas en el primero e incorpore otras que contribuyan a desarrollar la actividad con mayor calidad.

La implantación del nuevo plan perfeccionado en la carrera de Ingeniería Mecánica del ISMM, (plan C'), se llevó a cabo con el objetivo de formar un profesional mecánico de perfil amplio, el cual se debe caracterizar por tener un dominio profundo de la formación básica de la profesión y ser capaz de resolver, en la base, de modo activo, independiente y creador los problemas más generales que se le presenten una vez graduado.

Para eso es necesario establecer programas de estudio en la carrera de Ingeniería Mecánica que fomenten la capacidad intelectual de los estudiantes, no sólo en los contenidos específicos de su profesión, sino en general en todos los aspectos sociales y humanísticos que conformen su acervo cultural; mejorar el contenido interdisciplinario de los estudios y aplicar métodos pedagógicos y didácticos que propicien una efectiva inserción de los egresados a su ejercicio profesional, teniendo en cuenta la rapidez con que se producen los avances de la ciencia, el arte, la técnica y en particular el incremento incesante de las tecnologías de la información y la comunicación.

Las Nuevas Tecnologías de Informatización y Comunicación (NTIC) permiten el desarrollo integral del ingeniero, con su implementación se logra la modelación de procesos físicos y su simulación en el más breve tiempo posible con un gasto mínimo de recursos, facilitando la investigación y la predicción de determinados fenómenos.

La experiencia adquirida durante la impartición de la Disciplina Mecánica Aplicada, indica que necesariamente se requiere la aplicación de los planes y programas de estudio perfeccionados, ya que se observó escasa identificación y poco dominio de los conocimientos teóricos fundamentales de la ciencia, a pesar de la importancia que tiene en el desarrollo de habilidades profesionales de la carrera.

La formación del profesional mecánico debe adaptarse en todo momento a los cambios de la sociedad, sin dejar de transmitir por ello el saber adquirido, los principios y los frutos de la experiencia.



El profesional que se aspira a formar debe reunir los siguientes elementos fundamentales:

- **Sistemas de valores:** acordes con los principios socialistas de la Revolución Cubana.
- **Habilidades y capacidades:** poseer la formación profesional básica, dominio de los conocimientos tecnológicos esenciales, así como, habilidades para laborar con calidad.
- **Cultura política:** conocimientos de la historia y del sistema socialista, defensa de la patria, ideología y principios revolucionarios.
- **Cultura económica:** racionalidad del uso de las materias primas (consumo responsable basado en la prevención, ahorro y eficiencia), calidad de la producción terminada, costos de producción, rentabilidad y eficiencia económica.
- **Cultura ecológica:** conjunto de actuaciones inspiradas en la búsqueda de un desarrollo sostenible, respeto a la integración social y ambiental.

Para lograr estas cualidades en el ingeniero mecánico la dirección del ministerio ha concebido un nuevo plan de estudio (plan D) que sintetiza las ventajas del plan C' y prevé otras que contribuyen de forma satisfactoria a la formación del profesional que necesita la revolución. Este plan de estudio que se sustenta en las profundas y dinámicas transformaciones que lleva a cabo el país a partir de los programas de la Batalla de Ideas, tiene un amplio carácter semipresencial, el cual exige no sólo mayor y mejor preparación de los profesores y estudiantes sino que requiere de la debida reestructuración de las asignaturas en aras de lograr los objetivos de esta nueva etapa de la educación superior en Cuba.

La formación del ingeniero mecánico en Moa tiene gran importancia para la localidad y el resto de las provincias que forman a sus educandos en el ISMM, es por ello que se debe lograr una adecuada calidad del egresado que le permita enfrentar los disímiles problemas que se le presenten en su vida profesional. La Disciplina Mecánica Aplicada juega un rol fundamental en la culminación del perfil del ingeniero mecánico.



Por todos los aspectos antes mencionados es que se requiere la reestructuración metodológica de las asignaturas de la misma, especialmente Elementos Finitos, la cual no cuenta con Bibliografía en formato duro.

Situación problemática: En el año 2007 la comisión nacional de la carrera de ingeniería Mecánica orientó, el comienzo del nuevo plan de estudio concebido para los estudiantes de ingeniería mecánica, el mismo comenzó a aplicarse en el curso antes mencionado (primer año), actualmente la asignatura Elementos Finitos se imparte en el tercer año de la carrera y, no cuenta con una estructura metodológica que permita enfrentar el mismo.

Problema: No existe en el centro una organización metodológica correcta de la asignatura Elementos Finitos, la cual forma parte de las nuevas materias concebidas en el nuevo plan de estudio (D) en la carrera de ingeniería mecánica.

Objeto de estudio de la investigación: El proceso docente educativo de la Disciplina Mecánica Aplicada.

Hipótesis: La estructuración metodológica y la organización didáctica de los conocimientos hacen posible la inserción de las nuevas tendencias hacia la educación semipresencial concebidas en el plan de estudio D en la asignatura Elementos Finitos.

Objetivo general: Perfeccionar y estructurar metodológicamente la nueva asignatura Elementos.Finitos.

Tareas:

1. Establecimiento del estado del arte y sistematización de los conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.
2. Proponer una estructura para la asignatura.
3. Propuesta de los programas analíticos de la asignatura.



CAPITULO I: FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION

1.1 Introducción

El presente capítulo incluye aspectos importantes referidos al estado actual de la temática tratada, como: categorías y leyes fundamentales de la didáctica, la dinámica del diseño del proceso docente educativo, eslabones del proceso docente educativo, estructura de dicho proceso en la Educación Superior de nuestro país y la estructuración del contenido a través del enfoque de invariantes. También la clasificación de las clases en el ámbito académico, caracterización gnoseológica y epistemológica del objeto de estudio, estado actual de la Ingeniería, enseñanza y rol de la asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica I (I. I. M I) y, crítica al programa actual de dicha asignatura.

Objetivo que motivó la realización del presente capítulo: puede ser definido de la forma que sigue: Exponer las fundamentales teorías metodológicas que caracterizan el proceso docente educativo en Cuba con vista a tenerlas en cuenta para la propuesta de estructuración de la asignatura Elementos Finitos.

1.2 Trabajos precedentes

La elaboración de un material con carácter científico requiere de un estudio acerca de las experiencias acumuladas en el área del saber vinculado con la temática tratada. El estudio permitirá saber cuales son las tendencias actuales y en consecuencia tomar decisiones en cuanto a la forma más adecuada de proceder. A continuación se muestran ideas que fueron desarrolladas en trabajos precedentes.

Velásquez (2000), reestructuró la asignatura “Introducción a la Ingeniería Mecánica I” basándose en el cambio de los objetivos y reorganización del contenido, rediseño la planificación calendario y el sistema de evaluación de la asignatura por medio de la aplicación del principio de la sistematicidad de la enseñanza. Realizó además una adecuada distribución del fondo de tiempo en función de los objetivos planteados y los requerimientos del Plan de Estudio C’.

Alpajón (2001), llevó a cabo un trabajo de perfeccionamiento y actualización metodológica del programa de la asignatura “Termodinámica Técnica” para la especialidad de Ingeniería Mecánica a través de la fundamentación pedagógica del



objeto de investigación, la modificación de los objetivos educativos e instructivos, la estructuración de la asignatura para el primer semestre en 7 temas, así como, la variación de las formas organizativas incrementándose y mejorando el balance teoría práctica en correspondencia con la política llevada a cabo por el Ministerio de Educación Superior (MES) en este sentido.

Borges (2002), centró su trabajo en la elaboración de un material didáctico para el perfeccionamiento metodológico de la asignatura Mecánica Teórica I brindando una propuesta acerca de la forma en que debe llevarse a cabo el proceso docente educativo de la asignatura, las habilidades intelectuales a desarrollar en los estudiantes y la posibilidad de utilizar la guía metodológica con el contenido teórico desarrollado.

Álvarez (2003), basó su trabajo del perfeccionamiento de la -concepción del proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Ciencia de los Materiales I y II- sobre la base de la estructuración del sistema de conocimientos y su adecuada relación interdisciplinaria. Logró además la aplicación de un modelo pedagógico sustentado en el enfoque de las invariantes del conocimiento y habilidades favoreciendo la estructuración del proceso docente educativo a través de adecuadas formas organizativas que conducen a la optimización de dicho proceso con el correspondiente incremento del trabajo independiente de los estudiantes, el desarrollo a un nivel mayor de su pensamiento lógico y creador, así como sus capacidades cognoscitivas y de solución grupal de los problemas.

Bauta (2004), desarrollo su trabajo en base al perfeccionamiento metodológico de la asignatura Transferencia de Calor realizando la digitalización de los contenidos de la asignatura agrupado en conferencias, clases prácticas y laboratorios virtuales, elaboró un folleto para las conferencias y clases prácticas permitiendo una mejor organización de los contenidos que se imparten, introdujo prácticas de laboratorios virtuales con el uso de software profesionales (ANSYS y COSMOS) lo que incrementará la calidad en la impartición de la asignatura y finalmente elaboró la página Web donde se exponen los contenidos y materiales esenciales de consulta.

Mariño (2004), propuso el perfeccionamiento de la asignatura “Complementos de Mecánica” para los estudiantes de segundo año de la carrera Ingeniería Eléctrica por medio de la organización del sistema de conocimientos basado en un modelo



que vincula los elementos fundamentales de las teorías físicas, la relación con los problemas de la profesión y criterios científicos, favoreciendo la transmisión de los conocimientos de la asignatura y a una mejor interpretación de los mismos a fines con el perfil eléctrico y en consecuencia elevar el papel de la formación en el futuro profesional.

Navarro (2004), mejoró el programa de la asignatura Elementos de Máquinas de la carrera Ingeniería Mecánica a través de una distribución racional del sistema de conocimientos basada en una mayor consecutividad en los temas y la participación activa de los estudiantes en el proceso. Estructuró además las clases prácticas, las clases taller y diseñó la página Web de la asignatura contribuyendo al mejoramiento del nivel cognoscitivo de los estudiantes.

Peña (2004), perfeccionó la estructura de la asignatura Generación, Transporte y Uso del Vapor reduciendo los temas de la asignatura hasta dos, se disminuye en dos horas el número de conferencias comparadas con el plan anterior observándose el predominio de las actividades prácticas representando el 73,33 % del total. Por otra parte propone un modelo de organización donde fundamenta y vincula la estructura interna de la teoría con el problema fundamental que resuelve, los problemas profesionales a los que tributa y los criterios científicos para la organización didáctica de los conocimientos e incrementa las actividades prácticas, laboratorios, videos instructivos y visitas a la industria.

Brunet (2005), mejoró la estructuración del sistema de conocimientos de la asignatura Dibujo Mecánico II mediante la introducción de nuevos métodos en el proceso docente educativo, además propone una organización del plan analítico que garantiza un equilibrio entre las actividades teóricas e investigativas y el número de horas dedicadas a las actividades prácticas divididas en clases taller y conferencias dando respuesta de esta forma al problema profesional que resuelve la asignatura.

Lamorú et al. (2005), realiza un trabajo referente a la organización didáctica de los conocimientos de la asignatura Termodinámica Técnica I a partir de la elaboración de los mapas conceptuales sustentada en el modelo del profesional y el aprendizaje significativo, atendiendo a la estructura y competencia cognitiva de los estudiantes, así como, el modo de actuación del Ingeniero Mecánico, lo que



contribuye a minimizar las insuficiencias que manifiestan los estudiantes en la interpretación y resolución de problemas afines con el perfil mecánico y en consecuencia elevar el papel que juega el mismo en la formación del profesional, lo cual debe ser generalizado a otros centros de la educación superior para potenciar la impartición y recepción de los contenidos a transmitir.

Spencer (2005), efectúa un estudio encaminado a la elaboración de medios de enseñanza adecuados que respondan al cumplimiento de los objetivos y al desarrollo de las habilidades propuestas en la asignatura Refrigeración, Climatización y Ventilación de la disciplina Máquinas, aparatos e instalaciones térmicas que se imparte en el quinto año de la carrera, de igual manera organizó un sistema de conocimientos dando lugar a una adecuada estructuración de la asignatura permitiendo disminuir el tiempo de actividades teóricas e incrementar las prácticas a un 80 % logrando así una mayor sistematicidad en el proceso docente educativo.

Cordero (2006), contribuyó al perfeccionamiento del proceso docente educativo de la asignatura Intercambiabilidad y Mediciones Técnicas a partir de la digitalización de la misma, la elaboración de nuevos medios de enseñanza con una estructuración más sistémica de los conocimientos, brindando las posibilidades de los mapas conceptuales de Novak como herramienta didáctica para el ordenamiento de los contenidos; favoreciendo el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura y una mejor asimilación por parte de los estudiantes.

Méndez (2006), trabajó en el perfeccionamiento de la asignatura Mecánica Teórica II que se la imparte a los estudiantes de segundo año de la carrera por medio de la elaboración de un material didáctico, la estructuración de las clases prácticas vinculadas a laboratorios virtuales y el diseño de la página Web de la asignatura, contribuyendo de esta manera al nivel informativo de los estudiantes y minimizando las deficiencias encontradas en dicho proceso para la impartición de la asignatura.

Sánchez (2006), trabajó en la organización de los conocimientos de la asignatura Teoría de los Mecanismos y Máquinas basado en un modelo didáctico que se apoya en el sistema de conocimientos de la asignatura y vincula los elementos fundamentales contribuyendo a una mejor adquisición de las habilidades



profesionales y educación en valores que permitan lograr niveles cualitativamente superiores en la cultura general integral de los estudiantes.

Orozco (2007), realiza el perfeccionamiento metodológico del proceso docente educativo en la asignatura Generación, Transporte y Uso del Vapor, elaborando medios de enseñanza y la creación de la página Web, contribuyendo de esta manera a elevar el nivel informativo de los estudiantes.

Fernández (2007), se enmarca en la estructuración metodológica del proceso docente educativo de la asignatura Vial y Tránsito mediante la elaboración de medios de enseñanza, entre lo que se encuentra el manual de conferencias, clases, talleres, seminarios y clases prácticas para una mejor comprensión por parte de los estudiantes de la especialidad.

Leyva (2007), realiza el perfeccionamiento metodológico del diseño del proceso docente educativo de la Asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica I, da continuidad al mejoramiento del proceso docente educativo en la Carrera de Mecánica en el ISMM.

Giró (2008), se enmarca en el perfeccionamiento del proceso docente educativo de la Asignatura Termodinámica Técnica II, da continuidad al desarrollo del proceso docente educativo en la carrera de Ingeniería Mecánica.

Navarro (2009), Trabajó en el perfeccionamiento curricular e la Asignatura Geometría Descriptiva en el proceso de formación del Ingeniero Mecánico del Plan de Estudio "D", dando un mejor desarrollo al plan de estudio de la Carrera de Mecánica en el ISMM.

En sentido general los trabajos consultados muestran disímiles formas de estructurar el sistema de conocimientos y el proceso docente educativo de las diferentes asignaturas, en todos los casos los resultados son satisfactorios para las asignaturas estudiadas pero no pueden ser aplicados de igual manera al objeto de estudio, por cuanto es una asignatura nueva que se crea a partir del surgimiento del plan de estudio D y no se tiene referencia de la misma. Esto impone la necesidad de desarrollar la presente investigación que agrupe los aspectos de la presente investigación que agrupe los aspectos positivos de los trabajos precedentes con la debida contextualización a las características particulares de la asignatura "Elementos Finitos".



1.3 Fundamentación teórica de diseño curricular

La etapa correspondiente a la elaboración de los planes C, significó en la Educación Superior Cubana una etapa cualitativamente superior en cuanto al diseño curricular, con estos planes se proyectó un proceso de formación de profesionales que respondiera a toda una serie de insuficiencias detectadas como la deficiente relación de la universidades con su contexto social, formación reproductiva, ausencia de investigaciones o escaso vínculo de las existentes al contexto social ni integrada al proceso docente.

Si se reflexiona respecto al accionar del docente durante el diseño curricular, entendido como el proceso dirigido a elaborar la concepción de un nivel dado y el proceso de enseñanza–aprendizaje que permite su formación (H. Fuentes 1996); cuando se mueve por los diferentes niveles de concreción, se puede decir que este comprende la elaboración de la estrategia esencial del currículo y la del proceso de enseñanza–aprendizaje a nivel de disciplina, asignatura, unidad didáctica y que extendemos más allá a los sistemas de clases y de cada una de las tareas docentes.

Al añadirse la experiencia adquirida a través del estudio de la literatura que aborda la teoría curricular en otros países y en Cuba, del desarrollo de investigaciones sobre el diseño curricular en las transformaciones de la universidad y en la tutoría de trabajos científicos estudiantiles dirigidos al diseño de Unidades Didácticas en la Matemática, se pudo constatar que el diseño curricular en sus tres dimensiones: de diseño, desarrollo y evaluación, contribuye al desarrollo de la profesionalización del docente, por cuanto establece que el docente se emplee a fondo en el desempeño de sus funciones.

Al hacer una valoración de la lógica de actuación y la dinámica que le imprime el diseño curricular al docente se aprecia que es necesario que este tenga un dominio pleno del contenido de la disciplina o asignatura que imparte, su epistemología, historia y didáctica particular, para poder analizar diferentes representaciones del objeto de estudio, establecer nexos entre los conceptos, relaciones y procedimientos; buscar problemas y situaciones problémicas que respondan a las necesidades y motivaciones de los estudiantes; poder establecer la estructuración didáctica acorde con los niveles de profundidad y de asimilación que se requiera.



Según Díaz (1996) en una aproximación al concepto de desarrollo profesional y a partir de analizar varias propuestas define el mismo como: "Un proceso de formación continua a lo largo de toda la vida profesional que produce un cambio y/o mejora en la conducta de los docentes, en las formas de pensar, valorar y actuar sobre la enseñanza"; al respecto se comparte la idea esencial pero se entiende que al final se restringe a la enseñanza cuando en realidad debería ser sobre la dirección del proceso pedagógico de manera integral con mayor énfasis en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Este mismo autor propone algunos aspectos que destaca como principales para el desarrollo profesional, los cuales compartimos, relacionándose a continuación:

- **El desarrollo Pedagógico:** donde valora como función profesional fundamental la actuación del docente para conceptuar, comprender y proceder en la práctica educativa, profesionalismo que se evidencia cuando, en la institución o aula, decide reflexivamente en los procesos más adecuados a seguir, cuando prevé, actúa y valora su trabajo sistemáticamente.
- **Desarrollo Psicológico:** valora la madurez personal, dominio de habilidades y estrategias para la comunicación en el aula, y en la comunidad.
- **Desarrollo Cooperativo:** valora las habilidades de cooperación y diálogo con sus colegas, el establecimiento de estrategias hacia la negociación y la resolución de problemas y sobre todo en la creación de redes de comunicación y apoyo para comprender los fenómenos educativos y de la actividad práctica. Este aspecto, en nuestras condiciones se ve en el desarrollo de los debates profesionales que deben realizarse, como parte del trabajo metodológico en los diferentes niveles organizativos establecidos en las distintas enseñanzas.
- **Desarrollo en la Carrera:** valora la satisfacción en su trabajo y la posibilidad de progresar dentro del sistema; los cuales ve interrelacionados pero movidos por dos elementos claves como son la motivación y la constante retroalimentación. El desarrollo en la carrera ha de verse en la carrera profesional como pedagogo; la motivación, en el grado de afectividad por la profesión y la intención marcada en su proyección futura, y la



constante retroalimentación en la investigación e indagación de su práctica, en la búsqueda permanente de métodos que lo hagan crecer como profesional y como ser humano.

Se requiere contar con una cultura general que permita poder establecer las relaciones interdisciplinarias, darle salida, a partir de las potencialidades del contenido de la ciencia que se imparte, a los contenidos principales o ejes transversales que constituyen exigencias de los currículos actuales, nos referimos a la educación jurídica, laboral y económica, sexual, estética, ambiental y en particular la educación patriótica, militar e internacionalista. Desde luego, esta cultura general exige hacer uso de las nuevas técnicas de computación, apreciar la belleza y el buen gusto de las diferentes manifestaciones artísticas y poder transmitirla a sus educandos.

La Pedagogía aporta los aspectos referidos al concepto de Educación, al sistema de valores y la necesaria fundamentación ética que conlleva implicaciones sociales y políticas, de ella surge la noción clave de formación, ligado a los componentes conceptuales, valorativos, afectivos y actitudinales. La Didáctica, como una de sus partes, destaca la dimensión racional y organizativa, conceptualiza la enseñanza y el aprendizaje y aborda sus relaciones.

La concepción y ejecución de los diferentes componentes: objetivos, contenido, métodos, medios, formas de organización y la evaluación deben estar precedidos por el conocimiento de las condiciones reales de los estudiantes y de todo lo que influye en el proceso formativo mediante el diagnóstico integral que permita atender, en sus diferentes dimensiones, a las diferencias individuales o diversidad.

En el material elaborado por un colectivo de autores cubanos del Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC) Fernández et al. (1998) se expresa:

"La investigación didáctica persigue la indagación teórica que permite el análisis crítico y reflexivo de la práctica de la enseñanza y el aprendizaje con el apoyo de elementos conceptuales y metodológicos que reflejan el método científico de obtener conocimientos.

El docente que incorpora a su labor de enseñanza una actitud científica hacia el proceso que concibe y dirige contribuye a la profesionalización de su actividad. Así,



ejecutar junto a la docencia la búsqueda científica y la solución de problemas del proceso de enseñanza - aprendizaje conlleva a que el docente realice una práctica social especializada y, como es lógico y necesario, indica con exactitud al enriquecimiento de la labor del maestro por elevar su formación del docente - investigador. El maestro es el principal investigador de profesionalidad".

Mas adelante en este mismo material se dice: "La profesionalización del docente implica incorporar a su trabajo la capacidad de atender los problemas científicos del aprendizaje como proceso y como producto. Esto equivale a descubrir estos problemas, prever posibles soluciones (hipótesis de solución) y llegar a aplicar la metodología científica que conduce a la solución de dichos problemas.

La profesionalización del docente, con la incorporación de la sistematización de su actividad científica implica:

- Actitud y gestión para el cambio y mejoramiento.
- Indagación continua de problemas y sus soluciones
- Desarrollo permanente de sus conocimientos sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje.
- Integridad de pensamiento y acción profesional científica.
- Generación constante de una cultura profesional, premisa del autoperfeccionamiento docente.

Luego la práctica curricular se caracteriza por enfrentar constantemente las tareas de diseño, adecuación y rediseño interrelacionadas. El diseño como el proceso de previsión dado en la etapa de preparación; la adecuación, aunque también visto como un proceso de previsión, dada a través del ajuste del diseño curricular prescrito a las condiciones concretas de la institución, a un nivel macro, del grupo y alumnos, a un nivel micro, y el rediseño como el resultado de la reelaboración de lo diseñado, donde se eliminan las insuficiencias del modelo inicial o el adecuado, detectadas en la práctica producto de la investigación o de validación.

La toma de decisiones respecto a los componentes para su adecuada selección, secuenciación y organización deben garantizar que los alumnos logren avances en su aprendizaje integral y desarrollador, por lo que es otro factor que el docente



debe tener presente para medir la eficacia de su diseño y práctica curricular y por ende del desarrollo profesional alcanzado

1.3.1 Caracterización gnoseológica y epistemológica del objeto de estudio

La gnoseología o teoría del conocimiento trata sobre la fuente del conocimiento humano, cómo se lleva a cabo el proceso de conocer (formas), así como la naturaleza de la verdad (esencia). Esta investigación fundamenta sus bases metodológicas en la comprensión dialéctica materialista del proceso del conocimiento, cuya esencia está reflejada en el siguiente postulado *“De la contemplación viva al pensamiento abstracto y de éste a la práctica, tal es el camino dialéctico del conocimiento de la verdad, del conocimiento de la realidad objetiva”* [Lenin, 1979]. En dicho postulado está reflejado el carácter dirigido y consciente del pensamiento, dividido para el análisis en dos etapas: la sensorial (contemplación viva) y la lógica (pensamiento abstracto) y el nexo entre ambas formas del pensamiento, con la práctica social transformadora.

Se asume el conocimiento como el proceso socio-histórico de la actividad creadora del hombre que permite reflejar de forma activa y racional la realidad objetiva en su conciencia, formando su saber, indispensable para la realidad práctica y existiendo en forma de sistema lingüístico. El conocimiento no es un reflejo inerte (fotografiado) de la realidad, sino un proceso complejo de creación de modelos internos sobre la realidad objetiva y sus leyes en el pensamiento. [Lenin, 1979].

Los sistemas de conocimientos que sustentan el contenido de las ingenierías están formados por el conjunto de hechos experimentales, modelos, conceptos, ideas básicas, principios, leyes, teorías, métodos, y fenómenos que explican la historia de la ciencia.

*“La **teoría** científica es un sistema armonioso de conceptos, leyes y principios que reflejan el nivel de esencia que se alcanzó en el conocimiento del objeto, expresada además, en un lenguaje lógico adecuado y poseedora de una estructura predominantemente estable”*. [Repilado y otros.1996].

“La teoría contiene en sí los estilos contemporáneos del pensamiento en forma redundante y refleja los elementos del ciclo del conocimiento”. [Multanovsky, 1977].

La teoría científica debe satisfacer las siguientes exigencias fundamentales:



- Ser adecuada con su objeto.
- Ser completa, ello es, explicar todo el conjunto de fenómenos que están en su esfera.
- Estar exenta de contradicciones lógicas formales.

Sobre la base de la teoría es posible explicar el comportamiento del objeto bajo determinadas condiciones concretas, así como pronosticar su comportamiento si son conocidas.

La teoría de los fenómenos y procesos mecánicos trata la acción de las fuerzas sobre los cuerpos o sistemas de cuerpos para explicar su estado y cambios de estado, o para predecirlos.

Entre los elementos estructurales de la teoría a tener en cuenta durante la enseñanza para estudiantes de ingeniería se encuentran: hechos experimentales, modelos, conceptos, leyes, principios, fenómenos que explican los problemas profesionales a los que tributa.

Los hechos experimentales constituyen el primer elemento estructural en el sistema de conocimientos. La experimentación es uno de los métodos fundamentales del conocimiento empírico, la forma de observar la naturaleza, estudiarla, asimilar sus propiedades, medirlas y provocarlas.

El conocimiento empírico representa un nivel cognitivo cuyo contenido procede en lo fundamental de la experiencia sometida a cierta elaboración racional, o sea, expresada con un lenguaje determinado. A este nivel el objeto del conocimiento se refleja desde el punto de vista de las propiedades y las relaciones accesibles a la contemplación sensorial.

Dentro del conocimiento empírico, *el experimento* constituye el método más complejo y eficaz, en el mismo, el investigador influye activamente y crea condiciones artificiales necesarias para el esclarecimiento de las propiedades correspondientes. El experimento comprende:

- La creación de las condiciones necesarias para su realización, donde se eliminan los factores e influjos que constituyen obstáculos.
- La realización del experimento: la observación; la comprensión y la meditación, aplicando las técnicas correspondientes.
- El registro y procesamiento de los resultados alcanzados.



- La interpretación de los resultados.

El experimento físico es la fuente de nuevos conocimientos, desempeña el papel didáctico de vincular lo concreto y lo abstracto y es esencial como instrumento para corroborar la validez de las diferentes leyes y teorías físicas. A través de la realización de experimentos se forman conceptos empíricos que a su vez constituyen eslabones para el establecimiento de regularidades, de leyes empíricas y/o teóricas.

Otro elemento del sistema de conocimiento de la teoría es *el modelo*, el cual es una representación simplificada del objeto o proceso que se analiza, teniendo presente que el mismo refleja sólo algunas características, que son esenciales del fenómeno en cuestión y en el contexto concreto que se analiza y no contempla las que desempeñan un papel secundario.

Se distinguen los modelos propios de las ciencias puras o fundamentales de los modelos ingenieriles. Los primeros están relacionados con la abstracción de ciertas propiedades inherentes a los objetos, en las cuales se desprecian determinados rasgos vinculados con las características intrínsecas de los mismos. Los segundos están relacionados con prototipos e imágenes materiales de objetos conocidos o que se precisan construir.

En la ciencia y la técnica contemporáneas, la modelación, cumplen un papel sumamente importante. Su esencia consiste en la revelación de las propiedades fundamentales del objeto del conocimiento. La modelación se basa, fundamentalmente, en la analogía, que a su vez, parte de la extrapolación de las propiedades de cierto objeto que pueden cumplirse en otra clase de fenómenos no necesariamente iguales al primero.

En la Mecánica como ciencia, los modelos fundamentales son: la partícula, sistemas de partículas, sistema de referencia inercial, sólido rígido, sólido perfectamente elástico, fluidos compresibles e incompresibles, fluidos viscosos y no viscosos.

En el desarrollo de nuevos procesos, se ha observado el uso cada vez más frecuente de modelos para pronosticar los efectos de cambio de diferentes fenómenos industriales o naturales. La teoría de los modelos es de gran valor ya que permite agrupar las variables en grupos adimensionales y reduce



sustancialmente el grupo de experimentos necesarios para constituir una base teórica fundamental. En la experimentación esta teoría permite desentrañar la naturaleza de procesos complejos.

Cuando el investigador estudia la realidad objetiva conforma un sistema de conceptos con los que opera a la hora de modelar el objeto. El concepto y el modelo tienen una íntima relación, en tanto el concepto es fuente de conformación de modelos el modelo es a su vez constituyente de un concepto con cualidades específicas.

Los *conceptos* son un reflejo de la realidad, originados por la acción de la práctica sobre los objetos y fenómenos del mundo exterior, reflejan los rasgos esenciales y necesarios de estos, pero no todo reflejo de la realidad es un concepto; por ejemplo: las sensaciones, percepciones y representaciones son reflejo de la realidad, pero no reflejan los rasgos esenciales y generales de los objetos, fenómenos y procesos.

En la teoría del conocimiento se entiende por concepto el resultado de un proceso del pensamiento consistente en generalizar, o sea, ver lo que tiene de común un grupo de objetos y procesos y abstraer, es decir, eliminar aquellas cosas que no son esenciales, para dejar lo que distingue y a la vez relaciona a ese objeto o proceso con otros objetos o procesos. *“Entienda por concepto el elemento más importante del pensamiento lógico, ellos son la piedra angular del conocimiento racional. Es una imagen generalizadora que refleja la magnitud de objetos semejantes que poseen iguales características esenciales”* [Álvarez, 1995].

Siguiendo este criterio, la importancia metodológica del estudio de los conceptos científicos está condicionada -entre otros aspectos- por la forma del reflejo de la realidad en la conciencia del hombre como resultados generalizados, ellos resumen el desarrollo del conocimiento, son la expresión concentrada de la práctica humana y su contenido se determina completamente por el contenido de la propia realidad material, por las propiedades esenciales de los objetos materiales y los fenómenos.

Dentro de las particularidades más importantes de los conceptos científicos están su interrelación y su dialéctica, pues la presencia del objeto no constituye algo invariable, algo dado para siempre. En la medida en que la ciencia se desarrolla,



los conceptos cambian y se enriquecen con nuevos contenidos, se confirman y se desarrollan.

A medida que la ciencia avanza, los conocimientos de la humanidad sobre los fenómenos de la naturaleza y sus propiedades se profundizan. En este proceso los conceptos se enriquecen y precisan; unos se elevan a un nivel de abstracción superior y otros pierden su sentido inicial y son sustituidos por nuevos. Dentro del sistema de conceptos de las teorías, los correspondientes a las magnitudes poseen una extraordinaria importancia.

La magnitud: expresa aquel aspecto de la propiedad del objeto que es susceptible de ser medido, a través de las mismas se expresan las características cualitativamente comunes a las propiedades de los objetos o fenómenos y sus rasgos individuales desde el punto de vista cuantitativo.

La propiedad: es el aspecto del objeto que determina su diferencia de otros objetos o semejanzas con ellos y que se manifiesta en la interrelación con ellos. Cada objeto posee un sinnúmero de propiedades cuya unidad es su calidad.

La Ley: es una relación necesaria, estable que: se da en un grupo de objetos, bajo determinadas condiciones, a la cual se llega al recorrer un largo camino dentro de la práctica histórico-social. En la ley se expresan las relaciones internas esenciales entre los diferentes componentes del grupo de objetos en consideración. Ella abarca un grupo bien específico de objetos y se manifiesta sólo cuando se dan determinadas condiciones que se exigen para su cumplimiento. Las leyes pueden ser empíricas, en dependencia de si predominan sólo los aspectos externos en la relación entre los objetos o teóricas si se establecen las relaciones internas, lo cual conlleva a un estudio profundo en el plano teórico y donde el vínculo con el experimento no es ya tan evidente. Ambas deben pasar por el criterio de la verdad, es decir, deben ser comprobadas con la práctica.

En el mismo nivel de sistematicidad de la ley están los principios, los mismos se encuentran en la base de las ciencias y son el resultado de la generalización de la actividad práctica, su confirmación es posible encontrarla sólo a lo largo de todo el proceso de desarrollo de la propia ciencia y como consecuencia del escrutinio de una enorme cantidad de hechos experimentales.



1.3.2 Categorías y leyes fundamentales de la didáctica

La didáctica es la ciencia que tiene por objeto de estudio el proceso docente educativo dirigido a resolver la problemática que se le plantea a la escuela: la preparación del hombre para la vida de modo sistemático y eficiente.

Elementos básicos de la didáctica: Estos tienen un papel importante y primordial, entre ellos están, (su tarea fundamental) las leyes fundamentales de la dinámica del diseño del proceso docente educativo, los componentes y los eslabones que se relacionan entre si formando un todo único.

Tareas fundamentales de la Didáctica: Estructurar los distintos componentes que caracterizan el proceso, contenido, formas y métodos de enseñanzas, y los medios de enseñanzas, de modo tal que alcancen paralelamente el perfeccionamiento sistemático que los planes de estudio exige, tanto de profesores como de estudiantes, la concepción y empleo de nuevos métodos y medios de enseñanza.

En el proceso docente educativo como cualquier otro objeto en el espacio y el tiempo; El tiempo es un paso determinante para el desarrollo de su contenido y el logro de los objetivos. Ese marco existencial acota los aspectos más importantes del proceso. El lugar donde se desarrolla el proceso es en la brigada estudiantil que al alcanzar la condición de grupo o colectivo crea las condiciones para lograr eficientemente los objetivos propuestos. El proceso docente educativo se desarrolla no solo en el aula sino también fuera de la institución universitaria, de acuerdo con las necesidades del profesional.

En el proceso docente educativo de la asignatura, el papel orientador lo desarrolla el profesor como representante de la sociedad en dicho proceso y es quien plantea los objetivos a los estudiantes. En la medida en que el estudiante sea mas conciente y cumpla sus objetivos de manera mas espontánea, trasladando la contradicción a si mismo, al aprendizaje y manifestando de ese modo su independencia, la contradicción adquiere un carácter más social entre los fines que deben lograr. Los que se concretan en el programa, el texto y el nivel alcanzado por el estudiante que individual e independientemente se auto-dirige, como sujeto de aprendizaje para arribar a dichos objetivos.

El proceso docente educativo de la asignatura se entiende como un sistema o conjunto de componentes que comprenden los objetivos, contenido, el proceso



docente en sí, los métodos, formas y sistema de evaluación que interactúan estática y dinámicamente para resolver el encargo social. La dialéctica materialista como metodología general, permite vincular la enseñanza de las ciencias naturales tanto al sistema de los conocimientos científicos, como al de la concepción del mundo. Así mismo, tiene en cuenta que la teoría del conocimiento del Marxismo Leninismo, contribuye al fundamento de la enseñanza en cada una de las ciencias impartidas en todos los tipos de niveles del Sistema Nacional de Educación.

El proceso docente educativo y su ciencia, la didáctica, forman parte de un proceso amplio: el proceso educativo que tiene -en la pedagogía- la ciencia que lo estudia.

La pedagogía: es la ciencia que estudia la educación de las nuevas generaciones en todos los aspectos, cuyos responsables son la escuela, la familia, las organizaciones políticas y de masa, y toda la sociedad en su conjunto. Resume todo los tipos de actividad que desarrolla el estudiante durante sus años de formación, las cuales dependen del tiempo y tienen naturaleza social. Educación que se realiza con el empleo de los distintos medios de difusión masiva o mediante instituciones sociales.

La naturaleza social del proceso docente educativo proviene de la Teoría Marxista de que... la esencia humana no es algo abstracto inherente al individuo. En la realidad es un conjunto de acciones sociales. Este acierto, reflejado en lo docente se precisó en el manifiesto comunista por K. Marx y F. Engels, en el se establece la dependencia de la educación en la sociedad.

La Didáctica como parte fundamental de la pedagogía recae sobre los procesos de enseñanzas cognoscitivos, pero a través de una materia específica que imparte un profesor, por tanto: su objetivo es el proceso docente educativo, dirigido a resolver la problemática que se plantea en la escuela superior del encargo social. La formación de un profesional de perfil amplio, capaz de resolver con profundidad e integralidad independiente y creadoramente, los problemas básicos y generales que se presentan en los distintos cambios de acción de su trabajo, sobre la base de un profundo dominio de conocimientos y habilidades de las ramas del saber que estudia dicho objeto.

De lo anteriormente planteado se define que el proceso docente en si mismo es la actividad o conjunto de acciones sistematizadas o interrelacionadas del profesor y



los estudiantes que se desarrollan con el fin de lograr los objetivos, durante la apropiación del contenido planificado. La estructura estática de esos elementos se organiza en ese mismo orden. En primer lugar, los objetivos seguidos del contenido y por último el proceso.

La dialéctica materialista como metodología general, permite vincular la enseñanza de las ciencias naturales tanto al sistema de los conocimientos científicos como al de la concepción del mundo. En consecuencia, la enseñanza de esta ciencia se realiza con la lucha entre los puntos de vista materialistas a lo largo de la historia de la misma y al propio tiempo como una crítica a las tergiversaciones idealistas de las ciencias naturales modernas. Siempre con un enfoque dialéctico-materialista.

La dialéctica del proceso docente se manifiesta en la contradicción entre la enseñanza y el aprendizaje, visto de forma mediática en su sentido social. La enseñanza no se debe entender como la actividad de un profesor sino la de todos aquellos que se ocupan de dirigir el proceso docente educativo de una profesión. Y el aprendizaje es la actividad de todos los que aprenden, es decir, la actividad de toda la generación que se apropia de la cultura precedente, de la experiencia social anterior de una profesión dada.

La unidad de la enseñanza del aprendizaje, vista en su relación social nos da la especificidad del proceso docente educativo. La contradicción fundamental se da entonces entre los objetivos de la enseñanza que le plantea la sociedad al estudiante -como generación- y el nivel de desarrollo alcanzado por estos en su aprendizaje.

Las modificaciones posteriores ocurrirán en aquellos casos que produzcan cambios en el proceso docente, en la carrera o en el desarrollo científico de la rama que no tenga solución por la propia flexibilidad interna en el plan de estudio o por la poca efectividad en la misma en cursos posteriores.

En forma de resumen. La Didáctica estudia el proceso educativo ante todo, como tipo particular de actividad social, o sea, de la actividad dirigida a cumplimentar el encargo social que se desarrolla en forma consciente y planificada. Su especificidad radica en la interrelación de dos tipos de actividades: la enseñanza y el aprendizaje, de las que surge su contradicción fundamental.



1.3.2.1 Leyes de la didáctica

Para la óptima planificación, organización y ejecución de proceso docente y de las investigaciones pedagógicas, es esencial el dominio de las leyes de la didáctica, las cuales constituyen un sistema armónico que permite organizar, dirigir y controlar adecuadamente el proceso docente educativo. Resolviendo con su aplicación creadora los problemas inherentes, ellas muestran la dialéctica que se establece entre los distintos componentes del proceso docente educativo.

Primera ley: La escuela en la vida.

Esta ley establece la relación entre el proceso docente educativo como objeto, como sistema del medio que lo rodea: la sociedad. Los objetivos se convierten de ese modo en el modelo pedagógico que se debe alcanzar y sirven de vínculo entre la escuela y la sociedad, precisan las acciones de profesores y estudiantes, además determinan las características de cada estadio del proceso docente educativo.

En esencia, esta ley plantea la relación dialéctica existente entre **OBJETO**, **PROBLEMA** y **OBJETIVO**; en la que dos de estas categorías pedagógicas son contrarios dialécticos, y dicha contradicción se resuelve en la tercera, de tal manera que la contradicción entre problema y objetivo se resuelve cuando el estudiante domine el objeto de la correspondiente ciencia, con lo cual será capaz de resolver el problema y con ello de cumplir el objetivo de forma análoga. La contradicción entre problema y objeto se resolverá cuando el egresado domine el objetivo, entonces será capaz de resolver el problema y dominará el correspondiente objeto de la rama del saber o ciencia correspondiente. Finalmente, la contradicción entre objetivo y objeto se resolverá cuando el egresado sea capaz de resolver el problema, con el que cumplirá con el objetivo y dominará el objeto de su correspondiente rama del saber.

El objeto de estudio: es un proceso en constante cambio y transformación que establece el vínculo entre la sociedad y la escuela.

El mismo objeto manifiesta una mutua dependencia con el problema, debido a que los mismos son contrarios, lo que se puede apreciar en la tríada de la primera ley Góngora Leyva. E. (2004), la misma está constituida por estos dos elementos más el que se debe resolver para con éste, facilitar la resolución del proceso docente



educativo en el contexto social, lo que lleva a la solución del problema que éste genera en el sujeto, logrando de esta forma que el egresado transforme la situación, esté trabajando o actuando sobre él.

EL problema: es la situación presente en el objeto de la profesión del futuro egresado y que exige la participación de éste para su modificación. Es el elemento que objetivamente une a la realidad social con la institución docente.

El objetivo: Es el modelo pedagógico del encargo social, es una categoría rectora o inductora del proceso docente educativo y responde a la pregunta ¿para que enseñar?

Segunda Ley: Relaciones entre el objetivo, contenido, y método de enseñanza y aprendizaje.

Se refiere en esencia a la relación dialéctica entre el objetivo, el contenido y el método. Las dos primeras categorías son contrarios dialécticos y la contradicción entre ellas se resuelve a través del tercer elemento de la triada dialéctica. "Lo que uno aprecia, -al menos externamente en la superficie, en el fenómeno instructivo-, es el contenido, lo que subyace es el objetivo" el contenido se manifiesta, el objetivo es su esencia.

Así, por ejemplo, la contradicción entre el objetivo y el contenido se resuelve a través del método. La adecuada sección y aplicación de este último permite que el estudiante domine el contenido y cumpla el objetivo previsto. La contradicción entre objetivo y método se resolverá cuando el estudiante domine el contenido, entonces será capaz de aplicar y cumplir el objetivo. Finalmente, la contradicción entre el contenido y método se resolverá cuando el estudiante domine el objetivo, entonces será capaz de dominar el contenido y de aplicar los adecuados métodos.

El objetivo -que presupone un sistema de conocimiento- recoge una sola habilidad generadora, esencial e integradora, mientras el **contenido**, recoge además de su respectivo sistema de conocimientos, un sistema de habilidades específicas que contiene la parte de la cultura de la humanidad que requiere asimilar el estudiante para su aprendizaje, responde a la pregunta ¿Qué enseñar? Es más rico, detallado y analítico que el objetivo. La incomprensión de la relación objetivo-contenido ha llegado a la presentación tradicional de clases, temas y asignaturas con una gran cantidad de objetivos, lo cual, según la teoría de la dirección, es ineficiente. En



particular el tema debe ser considerado como unidad básica en la organización del proceso docente educativo que se destina al cumplimiento de un solo objetivo en general, esencial e integrador. Esta ley presenta al **método** como el elemento más dinámico, cambiante y rico además, permite conformar la futura forma de pensar y actuar del egresado.

Es la categoría ejecutadora cuando lo utiliza el profesor es un método de enseñanza y cuando lo utiliza el alumno es un método de aprendizaje. Responde a la pregunta ¿Como aprender?, ¿Como enseñar?

El método de forma general es:

- 1- Función del objetivo y contenido a impartir.
- 2- Función de la lógica de la ciencia.
- 3- Depende de la independencia del estudiante.
- 4- Función de la instrucción y de la educación.
- 5- Cuando es problémico, es más motivante y permite el desarrollo de las potencialidades productivas y creativas del futuro egresado.
- 6- Tiene carácter social.
- 7- Es necesario planificarlo, organizarlo, desarrollarlo y controlarlo.

La contradicción fundamental del proceso docente educativo es la que se establece entre el **objetivo** -como categoría rectora que recoge el encargo social, la aspiración de la sociedad de materializar un egresado capaz de resolver los problemas científicos-técnicos que se presentan en su seno- y el **método** -como categoría inductora y ejecutora del proceso docente educativo-.

La solución de un problema es el modo concreto de realizar el objetivo, el contenido, y el método de enseñanza y de aprendizaje. La solución lleva a la aplicación del método y recoge la dialéctica entre el problema (lo social) y el objetivo (lo docente).

Si se quiere analizar cualquier otro componente del proceso docente educativo se hará sobre la base de la relación que éste guarda con la tríada Objetivo-Contenido-Método, conformándose así una un prisma de base triangular en el que aparecen como vértices de la base del objetivo, el contenido y el método, el otro componente



constituirá el vértice superior de este; Por ejemplo, para seleccionar y aplicar un medio de enseñanza, se debe tener en cuenta cuál es el objetivo que prevé la tarea en la cual se aplicará dicho medio, cuál es el contenido que debe dominarse y el método que se empleará. Ello determinará cuál es el medio idóneo a aplicar o sea, que cualquier otro componente debe analizarse como función del objetivo, del contenido y del método (medios, formas organizativas, resultados y evaluación).

La derivación es un proceso mediante el cual, -en la elaboración de los planes y programas de estudios, al determinar los objetivos de un nivel de sistematización (Carrera, Disciplina o Año, Asignaturas, Temas, Clases, o Tareas docentes)-, quedan significados implícitamente las características de los subsiguientes niveles inferiores de sistematización.

La integración es la lógica inversa de la derivación, por ello presupone -al desarrollar un nivel de sistematicidad dado- hacerlo en aras de garantizar el desarrollo exitoso del proceso en los niveles superiores de sistematización.

Esta interrelación ofrece como resultado una cualidad nueva. Se derivan e integran los objetivos, contenido, métodos fundamentales y también todos los otros componentes del proceso docente educativo. La integración se produce con un carácter vertical a través de la sistematicidad de las tareas, los temas, las asignaturas y las disciplinas. Se realizan también en un sentido horizontal, aún con asignaturas de objetivos distintos mediante la existencia de un objeto común, que por lo general es el año, el semestre o el bloque.

Para educar es necesario instruir, se educa instruyendo. El vínculo entre la teoría y la práctica con el contenido del estudio y trabajo del plan de estudio, crea las condiciones necesarias para que se establezcan las relaciones entre la educación y la instrucción. Esto es así, ya que solo en la práctica y en la actividad social se pueden formar las generaciones. El profesor con carácter obligatorio a la vez que instruye, educa. No obstante, la formación a que aspiramos hay que lograrla de un modo sistémico, consiente y dirigido.

El vínculo con la vida es el medio para alcanzar la educación, sin embargo, la esencia de la formación de las nuevas generaciones se fundamenta en la relación entre el proceso cognoscitivo y el afectivo, que se da en el proceso docente educativo.



De esta forma si el estudiante no se motiva e interesa en la solución de los problemas sociales no puede formarse y a la vez educarse.

La enseñanza, tanto por su contenido como por sus métodos, debe ser un poderoso medio de desarrollo intelectual y moral del hombre.

En el proceso docente educativo no se da solo la educación, sino también la instrucción que -con carácter de ley- se ofrece como vinculo entre lo cognoscitivo y lo afectivo.

Los objetivos se dividen en:

- Objetivos educativos.
- Objetivos instructivos.

Objetivos educativos:

Están dirigidos a lograr transformaciones trascendentales en la especialidad de los estudiantes, tales como: sentimientos, valores, convicciones, capacidades y otras.

Objetivos instructivos:

De menor trascendencia y están vinculados con el dominio por los estudiantes del contenido de la asignatura y la formación del pensamiento lógico.

La solución del problema es el modo objetivo de relacionar el objetivo, el contenido y el método de enseñanza y aprendizaje.

En Cuba el sistema educativo tiene como fin la formación integral y armónica de la personalidad para lo cual es necesario lograr a los más altos niveles los objetivos siguientes: la educación intelectual, la educación científica, moral, estética, política, laboral y patriótico militar.

Tercera ley: Derivación e integración o sistematización.

Esta ley se manifiesta en el diseño del proceso, en la elaboración de los planes y programas de estudios donde al terminar los objetivos del nivel o carrera, están implícitamente significadas las características y tareas docentes. La integración es la lógica inversa a la analizada. Esta interrelación conforma un sistema con un resultado que ofrezca una cualidad nueva donde se derivan e integran los objetivos, contenidos y los métodos.

Cuarta ley: Relación entre la instrucción y la educación.



La educación tiene como fin la formación de la concepción dialéctica materialista del mundo sobre la base sólida de los conocimientos científicos y su transformación, y convicciones morales y motivos de conducta.

Los conocimientos deben apoyarse en la práctica de la actividad social del estudiante, éste aprende a actuar de acuerdo con los intereses del colectivo y se propone como meta los objetivos de la sociedad.

Esta práctica va formando sentimientos y costumbres morales que constituyen la base para la asimilación de las normas y reglas morales. Además contribuye al desarrollo del gusto estético, al desarrollo físico, a la formación ideológica y de cualidades del carácter que transforman al individuo en un constructor activo de la sociedad socialista.

En el proceso docente educativo se da no sólo la educación, sino la instrucción que con carácter de la ley se ofrece como vehículo entre lo cognitivo y lo objetivo.

La instrucción está vinculada con los conocimientos científicos que deba asimilar el estudiante de una rama determinada de la ciencia. En la asignatura significa: la preparación del estudiante para resolver determinados problemas que se le presenten en su vida profesional. Se manifiesta en un intervalo de tiempo menor y sirve como complemento a la formación del profesional.

1.3.3 Dinámica del diseño del proceso docente educativo

La dialéctica del proceso docente educativo tiene su base en las contracciones internas, que actúan como fuerzas motrices en la formación y desarrollo de la personalidad. La dinámica del proceso docente educativo se puede desarrollar sobre una base productiva, en la que el estudiante jugaría un papel activo en el proceso de la propia construcción del objeto de estudio, apoyado en el camino lógico del desarrollo de la teoría, Álvarez. C (1992).

A través del análisis del esquema se puede constatar cómo los objetivos generales educativos y desarrolladores de la asignatura se derivan de los objetivos generales educativos y desarrolladores de la carrera y de la disciplina. De los conocimientos de la ciencia deben formar parte los elementos esenciales de la teoría que son llamados invariantes de conocimientos.



Los módulos que caracterizan el objeto de estudio, el núcleo de la teoría, es decir, las leyes y regularidades esenciales para la formación de dichas regularidades.

La selección de esta invariante de conocimiento aligera los programas y concentra la atención del estudiante en aquellos aspectos esenciales, los tiene que llegar a dominar y no olvidar. Estas invariantes de conocimientos pueden apoyarse en el enfoque estructural que se presenta la invariante como un sistema, destacándose sus componentes y la estructura de la misma, esto es: las relaciones jerárquicas y temporales que establecen dichos componentes, lo cual se aplica en reiteradas ocasiones al desarrollo de las distintas variantes y/o aplicaciones de la teoría.

Aquí el objeto se estudia como una serie de subsistemas estructurales y funcionales jerarquizados y de niveles con la variante de cada nivel. Con anterioridad se ha presentado este enfoque en el plano de la Didáctica, pues se muestran las componentes del proceso docente educativo, dando las leyes de la misma y las relaciones que se establecen entre ellas. Enfoque Genético que

se apoya en concepto de Célula que es el elemento más simple de todo objeto desarrollado que contiene la contradicción dialéctica del objeto de estudio por lo cual, apoyado en él, puede desarrollarse dicho objeto y que además contiene todas las componentes del objeto de estudio y revela la esencia de éste.

Por ejemplo: es conocido que la Tarea Docente es la célula del proceso docente educativo, pues la división más simple de éste que sigue siendo un proceso docente educativo -sin perder su esencia- contiene la contradicción fundamental en él, que es la que se establece entre el objetivo (de dicha tarea) y el método (de desarrollo de la misma). Por otra parte, la tarea docente posee: problema, objetivo, contenido, métodos de enseñanza y de aprendizaje, medios de enseñanza y de aprendizaje, y resultados. Contiene todas las componentes del proceso.

1.3.4 Diseño curricular en la enseñanza superior

La respuesta a los retos que plantea el desarrollo científico contemporáneo y la urgencia de los países de América Latina por superar la situación de dependencia y atraso actual en diversas esferas, supone la necesidad de realizar enormes esfuerzos en el currículum de estudios en el marco de la educación superior.



En estas circunstancias la formación de la fuerza altamente calificada, en correspondencia con las exigencias actuales y perspectivas, no puede dejarse alzar a la acción y decisión individual de los protagonistas principales que participan en este proceso. Cada vez con mayor urgencia se requiere la acción planificada y coordinada que asegure un engranaje adecuado entre las exigencias de desarrollo económico - social y las posibilidades del nivel superior.

Se hace imprescindible el desarrollo de la investigación científica que asegure no sólo la solución de muchos de los problemas que históricamente afectan a la sociedad, sino también a la formación del pensamiento científico con sentido ético del estudiante.

Uno de los problemas que actualmente tiene las universidades en este sentido es mantener una estructura fija de carreras con una matrícula muchas veces elevada, distorsionada en función de las necesidades sociales. Asimismo, resulta aún insuficiente la previsión de nuevas carreras en función del desarrollo prospectivo del país.

Se requiere organizar el currículum de las carreras desde nuevas perspectivas que aseguren la formación de profesionales activos, creadores y críticos de su realidad, con actitudes de búsqueda permanente de superación y de actuación responsable de la sociedad, tal como lo demanda la tendencia hacia una educación permanente que ya se vislumbra en el mundo de hoy.

En lo que respecta a la forma de concebir el proceso de enseñanza – aprendizaje, es conveniente orientar estrategias formativas que den espacios a la capacidad de iniciativa individual y colectiva del sujeto que aprende, promoviendo a su vez, la conservación de los recursos disponibles, y sobre todo el aprendizaje permanente.

Teniendo en cuenta las características de la matrícula universitaria en lo que respecta a su formación inicial para cursar estudio superiores, es necesario desarrollar variantes curriculares que permitan que los estudiantes más aventajados transiten de una forma más rápida y que aquellos que presentan insuficiencias superables en su formación dispongan de sistemas de ayudas paralelos, adecuados a las insuficiencias y desniveles conocidos con que arriban al sistema el estudiante.



El diseño curricular se concreta en tres momentos fundamentales entre los cuales deben producirse una relación lógica y coherente, de modo que se produzca la armonía necesaria, que permita lograr que las situaciones de aprendizaje que se le presentan al estudiante en cada clase contribuyan a su formación profesional: El perfil profesional, el plan de estudio y los programas.

Niveles fundamentales del diseño curricular:

1. El primer nivel parte del marco legal básico institucional, y establece la enseñanza de carácter prescriptivo para todo el Estado, establece el Marco común, normativo, abierto flexible para su posterior contextualización y desarrollo en cada centro. (Plan de Estudio).
2. El segundo nivel está relacionado con los proyectos curriculares que los equipos de profesores desarrollan en cada centro a partir del Plan de Estudio así como los medios para alcanzarlos (Programa de Estudio).
3. Y finalmente una vez establecido el programa en el marco de los acuerdos y decisiones tomadas por el conjunto de profesores se llega a este nivel de concreción, que constituye la programación para el aula, en esta parte los profesores harán todo lo posible para que lo que esté institucionalizado, revisado y adaptado llegue a los alumnos independientemente de las características personales, sociales... etc.



1.3.4.1 Estructuración del contenido a través del enfoque de invariante

La didáctica es una ciencia, la cual ayuda a caracterizar el proceso docente educativo. El contenido es aquella parte de la cultura de la humanidad que debe ser objeto de asimilación por los estudiantes en el aprendizaje al alcanzar los objetivos propuestos para una determinada carrera y que agrupamos en un sistema de conocimientos y otros sistemas de habilidades respectivamente.

La educación superior persigue el objetivo de formar profesionales, lo que se logra a través de la apropiación -por medio de los estudiantes-, de los conocimientos de los objetivos en aras de su futura actividad y de la actuación con dichos objetos, o sea, el contenido. Es decir, la sistematización de los conocimientos y habilidades conforman la maestría del profesional, lo que es resultado del proceso docente educativo.

El sistema de conocimientos está compuesto por el conjunto. En este nivel de sistematicidad se da propiedad, la magnitud y modelo, fenómenos, leyes, teorías y cuadros con la ayuda de los cuales el objeto se estudia.

En el sistema de conocimiento es necesario precisar aquellos más generales ó esenciales que en calidad de invariantes o núcleos de conocimientos, subyacen en la base de toda estructura de dicho sistema y de los que se infieren el resto de los elementos componentes de los objetos de estudio. La determinación de las invariantes y el modo de enriquecerlas es un camino fundamental que permite la racionalización del proceso docente educativo y el incremento de su eficiencia.

El sistema de habilidades está compuesto por habilidades que resultan fundamentales o esenciales que en calidad de invariantes, deben aparecer en el contenido de la asignatura. Estas invariantes son aquellas que deben ser dominadas por los estudiantes y son las que aseguran el desarrollo de sus capacidades cognoscitivas, es decir, la formación en la personalidad del estudiante de aquellas potencialidades que le permiten enfrentar los problemas complejos y resolverlos mediante la aplicación de dichas invariantes.

El conocimiento y la habilidad son los subsistemas fundamentales del contenido que se separan en el plano teórico de la ciencia (Didáctica), pero en la realidad objetiva del proceso docente se manifiestan unidos.



El contenido se subordina a los objetivos de la enseñanza, pero estos se manifiestan o se concretan en el contenido, de manera similar a la relación dialéctica que existe en el par de categorías filosóficas de fenómenos y esencia.

El contenido en la enseñanza se precisa en el plan de estudio, en el programa de la disciplina o de la asignatura, en el texto, y en el plan de clases.

1.3.4.2 Estructuración del proceso docente educativo en la educación superior

Constantemente se ha trabajado en el perfeccionamiento de la aplicación de un modelo teórico del proceso docente educativo para la formación de ingenieros en Cuba, en particular, desde la Dirección de Formación de Profesionales del Ministerio de Educación Superior e Instituciones Universitarias.

Este modelo ha sido desarrollado desde la Didáctica y demás ciencias de la educación, el mismo es concebido como un mecanismo que de modo sistémico, se propone para la formación de nuevas generaciones. Es el proceso docente educativo, objeto que se conforma como resultado de sistematizar el conjunto de elementos presentes en él que garantizan la resolución del problema, encargo social y la necesidad que tiene la sociedad de preparar -de un modo eficiente- a sus ciudadanos.

En la formación de ingenieros es de suma importancia la identificación del PROBLEMA, pues nos brinda la expresión fenoménica del OBJETO y del OBJETIVO como concreción esencial de dicho proceso, el objeto genera la contradicción entre lo externo y polifacético, con lo interno y esencial que se resuelve a través del desarrollo del proceso.

Como se puede apreciar el PROBLEMA es la situación final del proceso del OBJETO. El OBJETIVO se alcanza en la situación final del proceso, es decir, en los resultados. Una de las cualidades del proceso docente educativo que como característica se manifiesta en el objetivo de forma holística, que como una de las cualidades lo precisa: es el nivel de estructuración que proporciona la posibilidad de elaborar distintas variantes didácticas para una determinada estructura del plan de estudios de un carrera que puede ser la disciplina, la asignatura o el tema (Silva Diéguez, O. (2002).



Lo anteriormente expuesto permite a partir del PROBLEMA DE LA CARRERA, sistematizar el PROBLEMA DOCENTE DE LA DISCIPLINA y de éste, el PROBLEMA DOCENTE DE LA ASIGNATURA, teniendo en consideración el contenido específico como derivación del objeto de la profesión.

1.4 Característica de la carrera de ingeniería mecánica

En la investigación bibliográfica realizada sobre la formación de los Ingenieros Mecánicos en diferentes instituciones y en Cuba para otras épocas, se ha podido ver que existe una correlación entre el Modelo del Profesional y la estructuración de los planes de estudios.

Por ejemplo, en el plan "B" la tendencia fue a la formación de un especialista de perfil estrecho y el objetivo de la carrera estuvo relacionado con el diseño, bien de Máquinas, Herramientas o Equipos para Instalaciones Energéticas, según el perfil.

En los planes de estudio de Universidades de EE.UU. como Yale, Michigan, Miami y Colorado se puede observar que la tendencia es a la formación de ingenieros de perfil amplio con posibilidades de la particularización en alguna dirección con el empleo del sistema de créditos por opción.

En estas Universidades se manifiesta una fuerte formación socio - humanista y corresponde con objetivos profesionales definidos como es la posibilidad de establecer negocios dentro o fuera de los EE.UU.

En Brasil, por ejemplo, existe la tendencia a la formación de un profesional de perfil amplio, con posibilidades un tanto más limitadas de opciones que en los EE.UU, pero con alguna semejanza.

En el modelo brasileño aparecen asignaturas del perfil tecnológico como Máquinas Herramienta, Soldadura, etc., que no aparecen en el de los americanos pues en su modelo se concibe un profesional que de alguna forma va a dar respuesta directa a la producción y la explotación de máquinas cuando se gradúe.

En el modelo Brasileño aparece como función la Fiscalización e Ingeniería Legal y tiene respuesta en el diseño de su plan de estudios con asignaturas como Derecho.

Como, elemento general la formación del perfil amplio plantea la posibilidad de la especialización como actividad de postgrado.



En el caso de Cuba y para dar respuesta a las necesidades de la segunda mitad de la década de 90 y comienzos del Siglo XXI se plantea, un ingeniero de perfil amplio, cuyo objetivo fundamental en la formación esté dirigido a la Explotación de Máquinas, Equipos e Instalaciones Industriales, con la posibilidad de adquirir la especialización por la vía del postgrado.

Con una formación básica suficiente para ponerse al día con los desarrollos tecnológicos por auto preparación y con un nivel de habilidades que le permita incorporarse a la actividad productiva en un corto tiempo, que en este caso se definió, como, período de adiestramiento profesional y se encuentra aprobado por el estado.

Para la preparación de cualquier tipo de profesional es necesario partir de un análisis integral del contexto en que se desenvolverá el mismo y para ello se toman como elementos fundamentales:

- Los lineamientos económicos, políticos y sociales del país.
- El estado de la formación del profesional en el momento en que se realiza el trabajo.
- El nivel y las tendencias en la formación de ese tipo de profesional en el mundo.

1.4.1 Característica de la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba

La carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba tiene como objetivo fundamental la explotación de máquinas, equipos e instalaciones industriales y desarrolla sus actividades en los campos de acción de la proyección, la construcción y el mantenimiento, apoyados en una formación complementaria que le permita adaptarse a su actividad profesional con creatividad e imaginación, teniendo una comprensión de la idiosincrasia cubana y de sus raíces culturales, que le permitan comunicarse y dirigir personas, en función de sus valores humanos, actuando como individuo responsable y comprometido con el proyecto social cubano.

Con vistas a dar respuesta al encargo social del ingeniero cubano en los inicios del siglo XXI, se ha diseñado un modelo de profesional que se caracteriza por:

- Una formación de perfil amplio.



- La capacidad para dar respuesta a los problemas a nivel de base en el primer período.
- El desarrollo de habilidades en el arte de hacer desde la formación de pregrado.
- Una formación básica sólida que le permita acceder a la formación de postgrado.

1.4.2 Carrera de la Ingeniería Mecánica en el ISMM, Origen y Desarrollo

La carrera de Mecánica en el ISMM tiene su génesis al fundarse en Moa la Filial Universitaria de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Oriente conocida popularmente como Plan Extramuros, donde se impartía la Carrera de Ingeniería Mecánica. Con la fundación del Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa el 20 de Noviembre de 1976, se crea oficialmente la carrera de Electromecánica. Esta carrera de Electromecánica tenía un perfil minero-metalúrgico para satisfacer, esencialmente, las demandas de la rama minero-metalúrgica en el norte oriental del país.

La impetuosa evolución y desarrollo industrial de la región trajo aparejadas nuevas exigencias en el modelo del profesional, haciéndose necesaria la formación de egresados con mayores niveles de habilidades técnicas y profesionales diferenciadas en el campo de la eléctrica y de la mecánica; es por ello que en 1982 se divide la carrera de Electromecánica en: Carrera de Ingeniería Eléctrica y Mecánica Industrial.

La necesidad de graduar profesionales de perfil amplio con dominio profundo de su formación básica y capacidades de resolver en la base de modo activo, independiente y creador los problemas más generales y frecuentes presentes en su esfera de actuación, trajo aparejada la creación del Plan C en el año 1990 y la designación de la carrera como Carrera de Ingeniería Mecánica.

1.5 Modelo del Ingeniero Mecánico como profesional

El modelo del Ingeniero Mecánico es un profesional con conocimientos, habilidades y valores que le permiten poner al servicio de la humanidad el desarrollo de la ciencia y la tecnología, con racionalidad económica, optimización del uso de los

recursos humanos y materiales, preservando los principios éticos de la sociedad, minimizando el consumo de naturaleza y el deterioro al medio ambiente.

Con vistas a garantizar el profesional que requiere la sociedad para insertarse en el desarrollo previsible para el primer decenio del tercer milenio y las condiciones que impone el proceso de globalización; se ha realizado un diseño curricular de la carrera que tiene como punto de partida el Modelo del Profesional.

Para establecer el “Modelo del Profesional” se parte de tres elementos fundamentales.



Figura. 1. Esquema del modelo del profesional

El modelo del profesional define en forma de objetivos las tareas y conjunto de acciones que es capaz de desarrollar el ingeniero al salir de la universidad.

La necesidad de formar un profesional integral ha indicado definir cada año, como un nivel de formación, y no sólo como un período académico, lo cual implica que el sistema de objetivos del año, presente la estructura siguiente:

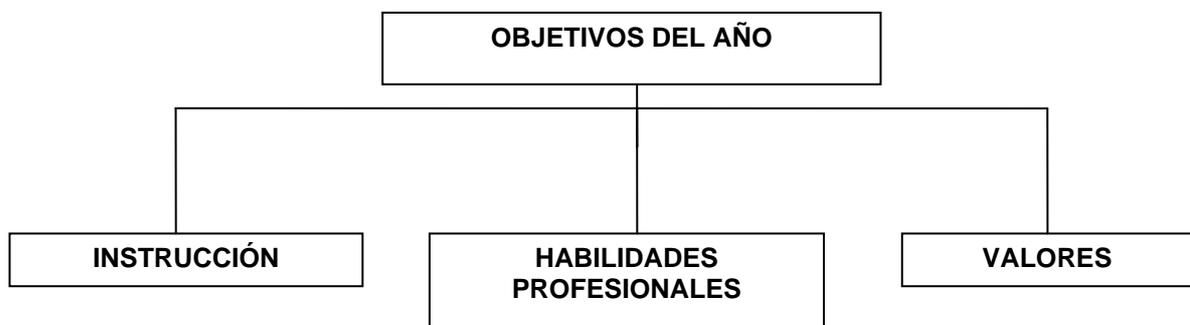


Figura 2. Estructura del sistema de objetivo



Para acometer el análisis y diseño del nuevo plan de estudios que diera respuesta al nuevo Modelo del Profesional planteado se hizo necesario definir elementos fundamentales como son el objeto de la carrera, los objetivos, los campos de acción y las esferas de actuación.

Objeto de la carrera: Las máquinas, equipos e instalaciones de procesos industriales.

Objetivo de la carrera: Explotación de máquinas, equipos e instalaciones de procesos industriales.

Esferas de actuación:

- ✓ Procesos industriales.
- ✓ Procesos de producción de piezas y máquinas.
- ✓ Procesos de transformación y utilización de la energía.
- ✓ Máquinas automotrices.

Campos de acción:

- ✓ Proyección.
- ✓ Construcción.
- ✓ Mantenimiento.

El Ingeniero en el desarrollo de su actividad desempeña según los campos de acción, las siguientes actividades.

Proyección:

Diseñar:

- ✓ Elementos de Máquinas.
- ✓ Redes Técnicas.

Seleccionar:

- ✓ Motores de combustión.
- ✓ Motores eléctricos.
- ✓ Elementos de transmisión
- ✓ Transportadores.



- ✓ Accesorios para redes técnicas.

Construcción:

Diseñar:

- ✓ Procesos tecnológicos para la producción en pequeña escala.
- ✓ Dispositivos para la producción en pequeña escala.
- ✓ Procesos tecnológicos de restauración.

Seleccionar:

- ✓ Máquinas y equipos para la producción y recuperación de piezas.
- ✓ Dispositivos universales para máquinas herramientas por corte.

Mantenimiento:

Planificar, organizar y controlar:

- ✓ El trabajo de las máquinas, equipos e instalaciones.
- ✓ El mantenimiento y reparación de las máquinas, equipos e instalaciones.
- ✓ Diagnosticar:
- ✓ El estado técnico de las máquinas, equipos e instalaciones.

Seleccionar:

- ✓ Componentes, piezas y materiales para el mantenimiento de las máquinas, equipos e instalaciones.
- ✓ Evaluar técnico - económicamente las tareas que desarrolla.
- ✓ Otros elementos no menos importantes y que se manifiestan en todos los campos de acción son:
- ✓ La comunicación oral y escrita, en idioma materno.
- ✓ La comunicación, interpretación y redacción de documentos en lengua materna e idioma Inglés.
- ✓ El empleo de la gráfica como técnica de ingeniería.
- ✓ El empleo de las técnicas de cómputo, incluyendo el trabajo en redes.
- ✓ El dominio y empleo de técnicas de dirección y economía.



- ✓ El dominio y empleo de las leyes sobre protección y defensa de las instalaciones industriales y objetivos económicos en general.
- ✓ El desarrollo de un nivel de conocimientos en humanidades y ciencias sociales acordes con su nivel profesional.
- ✓ El empleo de métodos y técnicas experimentales y de investigación científica.
- ✓ El dominio de métodos y técnicas deportivas que le permitan preservar su salud física y mental y lo ayuden a disfrutar de una vida profesional más placentera.

Premisas de la carrera:

- ✓ Graduar un profesional de perfil amplio que se caracterice por tener un dominio profundo en su formación básica y sea capaz de resolver en la base, de modo activo, independiente y creador los problemas más generales y frecuentes que se les presenten en su esfera de actuación.
- ✓ Lograr un egresado con hábitos de superación permanente, la cual comienza en período de adiestramiento laboral en el centro de producción donde sea ubicado y con la posibilidad de especializarse posteriormente a través de estudios de postgrado, manteniéndose vinculado a su actividad laboral.
- ✓ Lograr la vinculación directa con la producción desde los primeros años de la carrera y a todo lo largo de ésta, lo que brindará a los egresados de la profesión un mayor nivel de habilidades técnicas, profesionales y de comprensión de la realidad económica y social de la actividad productiva



Estructura de la carrera de Ingeniería Mecánica

La carrera tiene un período de duración de cinco años, durante los cuales el estudiante debe vencer tres niveles de formación.

Nivel básico: El nivel básico se dedica a la formación en ciencias naturales, matemáticas, ciencias sociales y comunicación, este nivel se desarrolla fundamentalmente entre primero y segundo año.

Nivel básico específico: Este nivel se destina a la formación en las ciencias de la ingeniería que sustentan la Ingeniería Mecánica como son Ciencia de los Materiales, Termodinámica, Mecánica Teórica, Resistencia de Materiales, Mecánica de los fluidos, entre otras, este período transcurre fundamentalmente entre tercero y cuarto año.

Formación Profesional: Corresponden a este período aquellas disciplinas cuyos contenidos se vinculan directamente con las acciones propias de la profesión.

Como estrategia para la organización y control del proceso de aprendizaje, se definen para cada año los objetivos, habilidades y valores a desarrollar y el sistema de integración de los mismos.

Cada año tiene definido su forma de culminación, por ejemplo en tercero y cuarto año el último período corresponde al desarrollo de proyectos, tareas típicas a solucionar por los ingenieros, que integran un sistema de objetivos definidos para cada período.

La culminación de carrera se realiza por medio de un Trabajo de Diploma, el cual constituye el proyecto de mayor nivel de complejidad de la carrera.

Desde segundo a quinto año se imparten paralelamente asignaturas facultativas que permiten al estudiante por selección individual desarrollar conocimientos y habilidades de forma tutorial en diversos campos de la Ingeniería Mecánica.



1.6 Análisis histórico de la Asignatura Elementos Finitos

En 1959 Turner propuso el Método de Rigidez Directa (DSM) como una aplicación computacional del entonces embrionario, y todavía anónimo Método de los Elementos Finitos (FEM).

El nombre de Método de los Elementos Finitos fue publicado por primera vez por Clough en 1960, cuando usó elementos triangulares y rectangulares para el análisis de un estado plano de tensiones. El método de elementos finitos no es nuevo. Su desarrollo y éxito se expande con el creciente desempeño de las computadoras digitales. Los geómetras antiguos ya habían empleado los “elementos finitos” para determinar un valor aproximado de π . Arquímedes usó ideas similares para determinar el área de figuras planas.

Este hecho dio una premisa para el desarrollo del cálculo integral por Newton y Leibniz dos mil años después.

Walter Ritz (1878–1909), físico suizo, fue el primero en formalizar el método de elementos finitos. Él propuso que las frecuencias de las líneas espectrales de los átomos podían ser expresadas por entre un relativamente pequeño número de “elementos”. Ritz desarrolló la formulación matemática del MEF, con base en el cálculo variacional. El método de Ritz es también conocido como variacional o formulación clásica. La simulación de procesos es una de las mas grandes herramientas de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro que lo hace mucho mas simple e entendible.

La incorporación del cálculo matricial al método de elementos finitos fue propuesta por el ingeniero ruso Boris G. Galerkin (1871-1945). Galerkin publicó sus primeros trabajos en base al método clásico durante su prisión en 1906 por orden del zar en la Rusia prerrevolucionaria. En muchos textos rusos el método de elementos finitos de Galerkin se conoce como método de Bubnov-Galerkin. Él publicó un trabajo usando esta idea en 1915. El método también fue atribuido a Bubnov en 1913. La aplicabilidad del método de elementos finitos fue detenida por lo extenso de los cálculos necesarios para resolver un sistema de un considerable número de elementos finitos. El desarrollo de los computadores digitales durante la década de 1950, permitió la aplicación del método de elementos finitos a la solución de ecuaciones diferenciales.



El uso moderno de los elementos finitos inició en el campo de ingeniería de estructuras en 1950, para que luego los conceptos básicos fueran reconocidos de amplia aplicabilidad y prontamente empleados en muchas otras áreas. El subsecuente desarrollo ha sido vertiginoso y ahora el método está bien establecido dentro de varias disciplinas científicas.

1.7 Conclusiones del capítulo

El contenido tratado en el capítulo permite arribar a las siguientes conclusiones:

1. Se exponen las categorías y leyes fundamentales de la Didáctica con vista a su aplicación en la estructuración lógica del proceso docente educativo de la asignatura Elementos Finitos.
2. Se muestran los principios a tener en cuenta para la estructuración metodológica del contenido de una determinada asignatura sobre la base de invariantes.



CAPÍTULO II PROPUESTA METODOLÓGICA DEL DISEÑO CURRICULAR DE LA ASIGNATURA ELEMENTOS FINITOS

2.1 Introducción

En estos tiempos la educación experimenta profundas transformaciones, se producen reflexiones sobre la práctica educativa y se elaboran nuevas reformas en los distintos niveles de enseñanza como expresión de los trascendentales cambios sociales que se desarrollan en el mundo contemporáneo.

Al desarrollo de las ideas y las reflexiones sobre la teoría curricular, se añade un interés y una necesidad creciente por elaborar alternativas metodológicas más ajustadas en sus distintas fases a las necesidades y realidades de cada país, en tal sentido el **objetivo** del presente capítulo es:

Realizar la propuesta metodológica del diseño curricular en la asignatura Elementos Finitos.

2.2 Caracterización de la asignatura

La asignatura Elementos finitos, se imparte en 3er año de la carrera de Ingeniería Mecánica, formando parte de la disciplina Mecánica Aplicada

El objeto de estudio es del sólido rígido y del sólido deformable a través de la modelación y simulación, así como de los principios básicos generales de la mecánica que sentarán las bases para el estudio de otras disciplinas de la carrera de ingeniería mecánica.

2.2.1 Fundamentación del modelo para el perfeccionamiento del sistema de estudio de la asignatura

Toda ciencia en su evolución transita inicialmente por el desarrollo de enfoques positivistas en los que la cualidad esencial que se analiza en el objeto de estudio (variable dependiente) se realiza a través de la dependencia funcional de una serie de parámetros o magnitudes (variables independientes), se presenta dicha cualidad como un sistema, cuyas componentes son las referidas variables independientes, profundizándose en las interrelaciones que se establecen entre éstas y el efecto que las mismas producen en la cualidad del objeto de estudio. Este análisis aporta una caracterización externa, fenomenológica, necesaria y positiva de dicho objeto;



pero la misma es insuficiente, se requiere de un análisis profundo de su dialéctica, dinámica y desarrollo, por lo que se hace necesario la revelación de la contradicción dialéctica que aporta la fuente motriz de su desarrollo, sobre cuya base se puede realizar todo el análisis causal. Finalmente la ciencia debe revelar la esencia del objeto de estudio, la cual la aporta la célula del mismo.

En el proceso docente-educativo debe recrearse la lógica del proceso histórico referido, es por ello que en el mismo deben desarrollarse los enfoques epistemológicos sistémico (estructural-funcional-positivista), dialéctico (apoyado en la contradicción dialéctica, que debe ser revelada y desarrollada en la estructuración del contenido) y el genético (revelación y empleo de la célula). Desde el punto de vista constructivista, se debe partir de la contradicción dialéctica, con ella formalizar la célula y con ambas conformar el enfoque estructural funcional, para con posterioridad, aplicar los mismos a la derivación de la teoría y a las aplicaciones o variantes del contenido.

Todo lo anterior fundamenta la importancia que en la ciencia actual tienen los enfoques epistemológicos sistémico (estructural-funcional), genético (célula) y dialéctico (contradicción dialéctica). Por ello, los mismos deben revelarse en el desarrollo del proceso docente-educativo, por lo cual, estos deben desenvolverse a través de discusiones epistemológicas que tengan como base el referido camino lógico del desarrollo de la teoría. Lo antes mencionado tributa al desarrollo de una sólida concepción científica del mundo, pues aparta un profundo análisis materialista dialéctico del objeto de estudio, lo cual constituye uno de los objetivos educativos de más relevancia del programa de cualquier asignatura de la Educación Superior.

La aplicación del modelo defendido y con ello los enfoques sistémicos que este recoge, permite obviamente una mayor sistematización del contenido de la asignatura, de los conocimientos y de las habilidades de la misma, al aplicarse a las diferentes variantes del sistema el invariante estructural-funcional y al realizar toda la derivación de la teoría, a partir del desarrollo de la contradicción dialéctica y del desdoble de la célula; por lo cual las habilidades previstas en el programa de la asignatura se deberán formar con un mayor grado de dominio y como el desarrollo del proceso se prevé realizarlo con un enfoque constructivista, en el que los estudiantes, apoyados en el modelo referido, vayan desarrollando y construyendo



el contenido de la teoría, ello deberá provocar un natural desarrollo de la independencia y de la creatividad de los educandos, valores de gran relevancia si se aspira a formar un egresado competitivo y creador, como los que exige el encargo social de la nación cubana.

2.2.2 Interrelación vertical y horizontal de la asignatura con otras de la carrera

En el plano vertical se relaciona fundamentalmente con asignaturas dentro de la propia disciplina, tales como Mecánica Teórica I y II, Elemento de Máquinas I y II. Tiene relación con otras disciplinas y asignaturas básicas y de la profesión como son: Dibujo Mecánico, Física, Matemática, Computación, Mantenimiento Industrial y Transferencia de Calor.

En el plano horizontal se relaciona con las asignaturas, Resistencia de Materiales, Mecánica de los Fluidos, Teoría de los Mecanismos y Máquinas y Vibraciones mecánicas. Cumpliendo con los objetivos en el año que se plantean y con los objetivos generales de la carrera de Ingeniería Mecánica.

2.2.3 Objetivos generales de la asignatura

Educativos.

- ✓ Enriquecer la concepción científica del mundo mediante el estudio de los métodos de solución avanzados de estructuras y elementos de máquinas y el trabajo consciente del hombre en el desarrollo de éstos.
- ✓ Desarrollar las formas de pensamiento lógico y las capacidades cognitivas que permitan la formación y aplicación de un enfoque ingenieril de la actividad profesional.
- ✓ Identificar el estado actual y las tendencias futuras en el desarrollo de los métodos de cálculo de estructuras y elementos de máquinas.
- ✓ Formar una actitud hacia la auto preparación permanente como expresión de su condición profesional.
- ✓ *Desarrollar la Creatividad* de los estudiantes como una habilidad profesional que le proporcionará la necesaria Capacidad de innovación y habilidad para la solución de los problemas propios de la profesión.



- ✓ Formar y enriquecer la *independencia* en el trabajo de los estudiantes como una vía para el incremento de su intelecto y hacia la formación de una actitud positiva y consciente de su auto preparación como expresión de su condición profesional.

Instructivos.

- ✓ Comprender las bases sobre las cuales se asienta el Método de Cálculo por Elementos Finitos. (FEM)
- ✓ Obtener habilidades en la confección de modelos físico matemático.
- ✓ Comprender como realizar la selección de los tipos de elementos para la construcción del modelo.
- ✓ Ofrecer al alumno una introducción a la modelación de sistemas estáticos y dinámicos mediante un programa profesional, de modo que adquiera los criterios fundamentales a la hora de discretizar y modelar los mismos
- ✓ Comprensión detallada de los distintos tipos de análisis que se incluyen dentro de los términos genéricos "análisis estático" y "análisis dinámico", así como de los procedimientos que lleva a cabo el software empleado durante la etapa de solución.
- ✓ Adquirir habilidades en el empleo de un software de cálculo profesional.
- ✓ Aplicación de los conocimientos adquiridos, tanto a nivel teórico como de modelación, en la resolución de problemas prácticos (en ocasiones reales) que abarcan los distintos tipos de análisis mencionados con anterioridad.
- ✓ Conocer y poder aplicar los conceptos de entidades y elementos en la solución de los deferentes tipos de modelos que se ejecuten.



2.2.4 Sistema de conocimientos

Elementos finitos I (Estática)

- ✓ El resorte como elemento simple. Rigidez del elemento y rigidez de la estructura.
- ✓ Elemento de barra articulada. Sistema de coordenadas local y global.
- ✓ Elemento tipo viga. Superposición de comportamientos independientes.
- ✓ Elementos bidimensionales y tridimensionales. Aplicaciones generales.

Elementos Finitos II. (Dinámica)

- ✓ Introducción al análisis dinámico. Tipos.
- ✓ Conceptos previos.
- ✓ Análisis de sistemas de 1 gdl.

2.2.5- Sistema de habilidades

Elementos Finitos I. (Estática)

- ✓ Identificar los criterios principales para la solución de problemas aplicando el método de los elementos finitos.
- ✓ Diferenciar entre cálculo de resistencia y cálculo de rigidez.
- ✓ Modelar sistemas reales e introducirlos en el software de cálculo que se haya decidido aplicar.
- ✓ Estar capacitado para interpretar los resultados que se obtengan en la solución de los problemas.
- ✓ Determinar las dimensiones principales de estructura y elementos de máquinas sobre la base de cálculos manuales y computarizados.
- ✓ Realizar los cálculos fundamentales para comprobar la resistencia y rigidez de estructuras y elementos de máquinas.

Elementos Finitos II. (Dinámica)

- ✓ Identificar los criterios principales para la solución de problemas aplicando el método de los elementos finitos.
- ✓ Diferenciar entre cálculo de resistencia y cálculo de rigidez.



- ✓ Modelar sistemas reales e introducirlos en el software de cálculo que se haya decidido aplicar.
- ✓ Estar capacitado para interpretar los resultados que se obtengan en la solución de los problemas.
- ✓ Determinar las dimensiones principales de estructura y elementos de máquinas sobre la base de cálculos manuales y computarizados.
- ✓ Realizar los cálculos fundamentales para comprobar la resistencia y rigidez de estructuras y elementos de máquinas.

2.2.6 Sistema de valores de la asignatura

Por el carácter del sistema de valores, el proceso consciente de formación de un valor dado arrastra la formación de otros valores afines, para ello es necesario determinar aquellos valores generales, esenciales e integradores asociados al contenido de la asignatura, de la disciplina, del año y de la carrera (llamados valores trascendentales), que reflejan las características estables de la personalidad, y generan por una parte el desarrollo del proceso docente referido al contenido, a través de su integración, de la solución sistémica de tareas por parte del estudiante mediante el trabajo y por la otra requieren formar o desarrollar en los estudiantes la apropiación del contenido. Los valores trascendentales son componente esencial del contenido y por tanto están asociados al mismo, por ello hay que concentrarse en su formación.

En cambio, desde el punto de vista táctico existen una serie de valores que se deben formar primero por su incidencia en la formación de cualquier tipo de valor, de aquí que los referidos valores permiten el desarrollo de lo táctico en el proceso formativo, por lo cual se denominan *Valores Básicos o Desarrollantes*.

Los valores a formar en los estudiantes de tercer año son:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| ✓ En la dimensión intelectual | La responsabilidad y el saber. |
| ✓ En la dimensión técnica | La eficiencia. |
| ✓ En la dimensión Ética. | La dignidad. |
| ✓ En la dimensión estética | La sensibilidad. |
| ✓ En la dimensión político-ideológica | El ser revolucionario. |



En el caso específico de la asignatura Elementos finitos, se tienen en cuenta estos valores, garantizando su integración. La asignatura contribuye al desarrollo de los siguientes valores durante su impartición:

- ✓ Sensibilidad
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Honestidad
- ✓ Dignidad

2.2.7 Sistema de Evaluación

Evaluar es la componente del proceso docente educativo mediante el cual se comprueba el grado de cumplimiento de los objetivos. La evaluación es una parte esencial del trabajo docente, constituye una vía para la dirección del mismo. Se conoce el grado en que se logran los objetivos propuestos a través de la valoración de los conocimientos y las habilidades que los estudiantes adquieren y desarrollan en el proceso docente educativo.

En la educación superior la evaluación del aprendizaje tiene un carácter cualitativo e integrador y se estructura de forma frecuente, parcial, final y de culminación de estudios en correspondencia con el grado de sistematización de los objetivos que deben haberse alcanzado.

Caracterización de cada una de estas formas:

- ✓ *Evaluaciones frecuentes:* son aquellas que controlan los objetivos específicos y están definidas para cada asignatura por el profesor.
- ✓ *Evaluaciones parciales:* comprueban los objetivos particulares de uno o varios temas de la asignatura.
- ✓ *Evaluación Final Extraclases:* comprueba las habilidades adquiridas durante el desarrollo de la asignatura.

Se propone que los trabajos extraclases se vinculen a problemas reales de la ingeniería mecánica.



2.2.8 Bibliografía

El libro de texto en el proceso educativo debe cumplir las funciones siguientes:

- ✓ Ser fuente de información.
- ✓ Contribuir a la asimilación, consolidación, sistematización e integración de los conocimientos, habilidades y hábitos.
- ✓ Estimular y activar el proceso de aprendizaje.
- ✓ Contribuir al desarrollo de habilidades para el trabajo independiente.
- ✓ Permitir la utilización efectiva del tiempo, tanto en las clases como en el estudio individual de los alumnos y facilitar la planificación, preparación y dirección del proceso docente educativo.

La realización de estas funciones como una de las vías para elevar la calidad del aprendizaje del alumno depende fundamentalmente de tres factores:

- ✓ La estructura metodológica del libro.
- ✓ La forma en que el profesor planifica, organiza y controla el trabajo de los alumnos con el libro de texto.
- ✓ El grado de desarrollo de las habilidades del trabajo con el libro de texto que tienen los alumnos, es decir, que sepan cómo utilizarlo en función de su aprendizaje.

La formación y desarrollo de la personalidad multilateral creadora de las generaciones, es el objetivo esencial de la educación cubana y una exigencia que la construcción de la nueva sociedad le ha planteado a las universidades de la educación superior.

La bibliografía se puede encontrar en el centro de información Científico-Técnica del ISMMM, así como en los CES donde se imparte la asignatura.

Literatura Básica

- ✓ Tutorial de ANYS
- ✓ Tutoriales de COSMOS DESIGNSTAR
- ✓ Folletos de ANYS



- ✓ Folletos de COSMOS DESIGNSTAR
- ✓ Tutorial en L. SOLIDWORK, 2006
- ✓ Tutorial en L. COSMOSWORK, 2006
- ✓ Vladimir I. Feodosiev. Resistencia de Materiales Tomo I y II
- ✓ Guía de estudio de EMF, 2010

Indicaciones Metodológicas y de Organización de la Asignatura

- ✓ El sistema principal está compuesto por conferencias y clases prácticas.
- ✓ Los trabajos extraclases que forman parte del sistema de evaluación incluyen problemas que integran conocimientos de más de un tema.
- ✓ Deben seleccionarse problemas (para resolver en clases o en trabajos extraclases)
- ✓ Se recomienda explotar al máximo la práctica de laboratorio como vía para garantizar las prácticas en la asignatura.
- ✓ Durante el desarrollo de la disciplina deben evaluarse aquellos temas de mayor complejidad como vía de retroalimentación en el conocimiento de la materia aprendida por los estudiantes y para facilitar una mejor fijación de ésta por los mismos.

2.3 Modelo para la organización didáctica del sistema de conocimientos de la asignatura

En la investigación realizada se propone un modelo que fundamenta la estructuración de los conocimientos de la asignatura, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: las exigencias socio-profesionales de los egresados de la Ingeniería Mecánica, lo cual es un aspecto externo que le sirve de base a la disciplina y da respuesta a los problemas profesionales; y el otro las demandas internas que presentan aquellos aspectos psicológicos, pedagógicos, estructurales, sociales y epistemológicos que tienen como punto de partida los problemas profesionales que tributan a la asignatura y que se concretan en los temas que instituyen la unidad organizativa básica del proceso educativo-instructivo.



El modelo que se propone tiene tres partes principales:

Las exigencias socio-profesionales de los egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica, donde se tiene en cuenta el banco de problemas de la carrera que tributa al modelo del profesional.

Los problemas profesionales que tributan a la disciplina.

Los problemas que tributan a la asignatura para poder realizar la estructuración del diseño curricular.

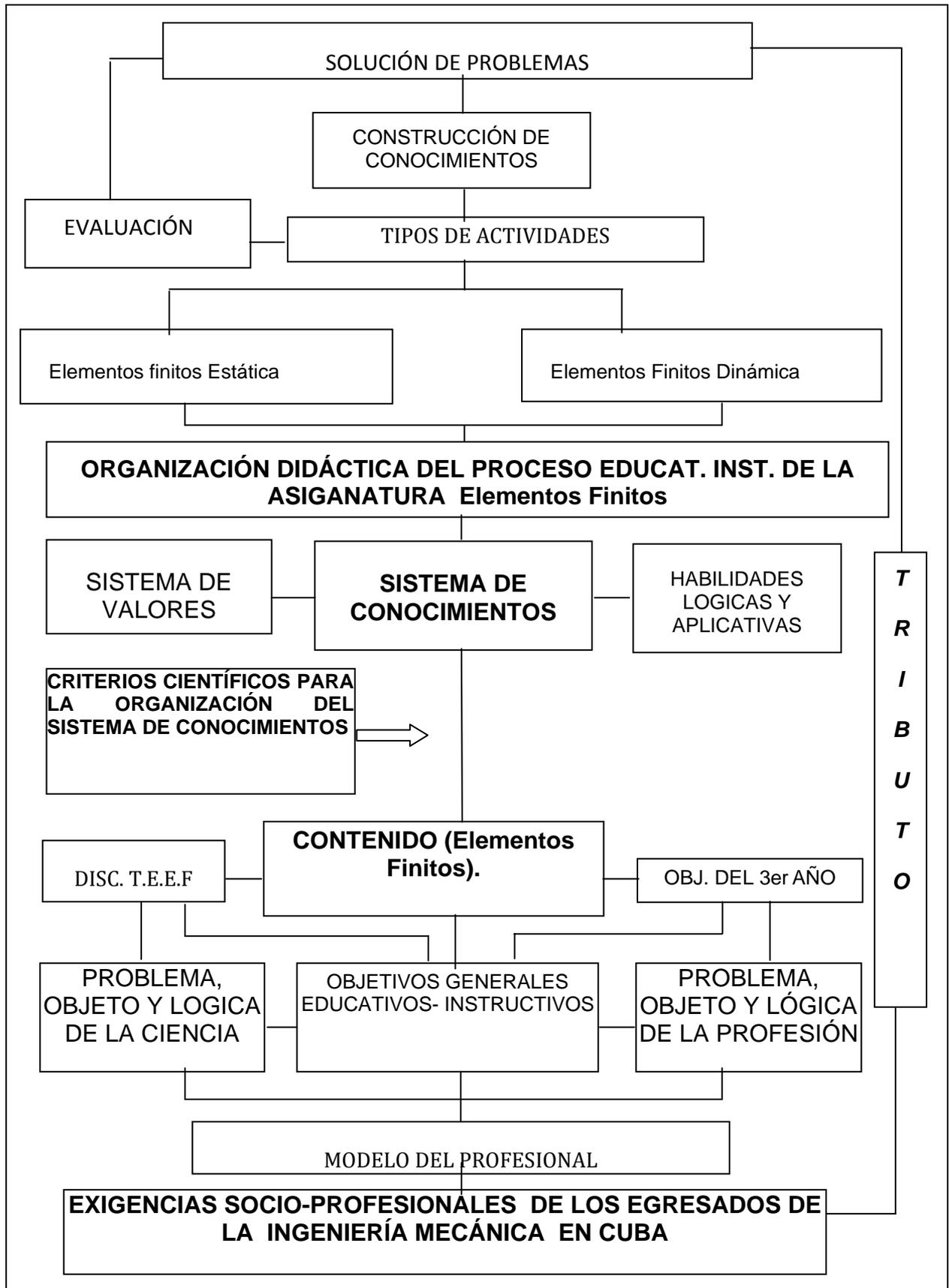


Figura 2.1. Modelo para la organización didáctica del sistema de conocimiento de la asignatura Elementos Finitos



2.4 Conclusiones del capítulo

- El sistema de evaluación garantiza la atención personalizada, diferenciada y sistemática de los estudiantes con problemas en el aprendizaje y constituye el mecanismo mediante el cual se comprueba el cumplimiento de los objetivos.
- El modelo para la organización didáctica del sistema de conocimientos de la asignatura integra los aspectos esenciales del proceso docente educativo de la misma y los problemas profesionales a todos los niveles.

CAPÍTULO III: INDICACIONES METODOLÓGICAS Y DE ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE-EDUCATIVO

3.1 Introducción

En este capítulo se realiza la estructura de la asignatura Elementos Finitos, el plan calendario y las indicaciones metodológicas por clases considerando los aspectos esenciales del proceso docente educativo.

El **objetivo** del capítulo es: establecer la estructura metodológica para el desarrollo del proceso docente educativo de la asignatura objeto de estudio.

3.2 Estructura de la asignatura

Se desarrollará según el plan siguiente:

Fondo de tiempo total: 44 horas 100 %

Tabla 3.1. Distribución del fondo de tiempo

Tipología	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	Por ciento
Conferencias	6	12	27.3 %
Clases Taller	3	6	13.6 %
Seminarios	3	6	13.6 %
Clases Prácticas	10	20	45.5 %
Total	22	44	100 %

El sistema evaluativo de la asignatura se desarrollará como se expone en tabla 3.2 Es necesario esclarecer que está concebido que la asignatura no tenga examen final y que los estudiantes se le tendrá en cuenta como la evaluación final de la asignatura, las notas obtenidas en evaluaciones en clase, pruebas parciales y trabajos extraclases.

Tabla 3.2 Sistema evaluativo de la asignatura elementos Finitos

Sem/Enc	Tipo Acti, Evaluat, parcial	Tiempo de Activiad	Sem/Enc Orientac.	Sem/Enc Recoida	Sem/Enc Orientac	Sem/Enc Recoida	Total Horas
4	Seminario1	2h	1	4			2h
5	PP1	2h					2h
7	Seminario2	2h	4	7			2h
9	Seminario3	2h	7	9			2h
10	PP	4h					4h
Resumen total de horas por forma docencia							
Conf.(C)	12				Examen Final. (No) Oral. (Si) Otras Formas. (Si) Cual. PP y S,		
Clase Practica (CP)	20						
Semen. (S)	6						

3.3 Formas organizativas para la impartición de la asignatura

Académicas: constituyen las clases que a su vez se planifican en función de los objetivos trazados en la asignatura:

- *Conferencias:* el objetivo fundamental es instructivo, consiste en orientar a los estudiantes de los fundamentos científico-técnicos más actualizados de una rama del saber, un esquema dialéctico-materialista mediante el uso adecuado de métodos científicos y pedagógicos de modo que les permita la interacción generalizada de los conocimientos adquiridos y desarrollo de habilidades que posteriormente deben aplicar en su vida profesional.
- *Clases taller:* tiene como objetivo que los estudiantes adquieran habilidades propias de los métodos de investigación científica, amplíen y profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina, mediante la experiencia, empleando los medios de enseñanzas necesarios. Como norma deberán garantizar el trabajo en la ejecución de las mismas.
- *Seminarios:* tienen como objetivo instructivo que los estudiantes consoliden, apliquen, profundicen, discutan, integren y generalicen los contenidos orientados; aborden la solución de problemas mediante la utilización de los métodos propios del saber y de la investigación científica; desarrollen su expresión oral, el ordenamiento lógico de los contenidos y las habilidades en la utilización de las diferentes fuentes de conocimientos.

3.4 Indicaciones metodológicas y de organización

La asignatura se impartirá en cuatro temas fundamentales, estructurados de forma tal que permita ejercer el proceso docente con una lógica más exacta, para que la calidad del egresado sea mayor, incrementando las actividades prácticas, seminarios y laboratorios, que posibiliten la interacción entre los alumnos y el profesor.

Los medios de enseñanza a utilizar serán entre otros: El pizarrón, la bibliografía disponible, libros, artículos, manuales de consultas, los programas de computación, y videos instructivos.

Los métodos de enseñanza:

Se aplicarán los métodos de enseñanza que responden a los objetivos y al contenido. Con estos se asegurará el dominio de los conocimientos y actividades prácticas, así como, la educación con base en los valores antes planteados, lo que fundamentará el aprendizaje de los alumnos.

3.5 Plan de la asignatura por temas

En este epígrafe se muestra la distribución del fondo de tiempo por temas para todas las actividades de la asignatura. Los resultados del análisis realizado se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Distribución del fondo de tiempo para la asignatura estructurada.

Propuesta Actividades Docente (Prof)				TOTAL	Propuesta Actividades Docente (Prof)			Seminario/Encuentros
Semana/Encuentros	Formas Docente y Horas Actividades				Formas Docente y Horas Actividades			
	1	2	3	Sem/Enc	1	2	3	
1	C1	C2		4	C1	C2		4
2	CP1	CP2	C3	6	CP1L	P2 L		6
3	CP3	CP4		4	CP3 L	CP4 L		4
4	S1	C4		4	T5	C4		4
5	PP1	CP5	CP6	6	PP			2
6	C5	CP7	CP8	6	CP5	CP6		4
7	S2	C6		4	C5	CP7	CP8	6
8	CP9	CP10		4	TS2	C6		4
9	S3			4	CP9	CP10		4
10	PP	PP		4	S3	PP 4h		
Totales:					Totales:			44h

3.6 Programa analítico de la asignatura

Nº	T	Tema, título, contenido y objetivo
1	C1	Tema I: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. Título: Introducción al estudio de el Método de Elementos Finitos. Contenido: El método de los elementos finitos. Áreas de aplicación. Tipos de problemas que pueden ser resueltos y sus características. Desarrollo histórico. Descripción general del método del elemento finito. Objetivo: Comprender las bases sobre las cuales se asienta el Método de Cálculo por Elementos Finitos. (FEM)
2	C ₂	Tema I: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. Título: Introducción al estudio de el Método de Elementos Finitos. Contenido: Etapas del método de los elementos finitos: pre-procesamiento, procesamiento y post-procesamiento. Introducción al uso de un programa comercial para el análisis de esfuerzos por elementos finitos Objetivo: Familiarizarse con el uso de las áreas de la pantalla, comandos, menús, barras de herramientas y ratón del software. Conocer la terminología, funciones y posibilidades del software SolidWorks, ANSYS y COSMOS.
3	Cp1	Tema I: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. Título: Modelos sólidos y estructuras Contenido: Trabajo con el tutorial en leves confección de modelos sólidos y estructura con croquis 3D Objetivo: que los estudiantes sean capaces de desarrollar modelos sólidos y estructuras con croquis 3D
4	Cp2	Tema I: INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. Título: Modelos sólidos y estructuras Contenido: Trabajo con el tutorial en leves confección de modelos sólidos y estructura con croquis 3D Objetivo: que los estudiantes sean capaces de desarrollar modelos sólidos y estructuras con croquis 3D



5	C ₃	Tema II.- ELEMENTO DE BARRA ARTICULADA. SISTEMA DE COORDENADAS LOCAL Y GLOBAL. ENSAMBLE DE COMPONENTES Contenido: Trabajos con chapas y ensamblajes y estructura para soldadura Objetivos: Reconocer los métodos que se pueden emplear para crear ensamblajes Reconocer las relaciones de posición que se pueden emplear entre los distintos componentes
6	Cp ₃	Tema II.- ELEMENTO DE BARRA ARTICULADA. SISTEMA DE COORDENADAS LOCAL Y GLOBAL. ENSAMBLE DE COMPONENTES Título: Ensamble de componentes. Contenido: Modelo tipo chapa, ensamblajes y piezas soldadas Objetivo: Aplicar métodos para crear ensamblajes. Identificar las relaciones de posición entre los distintos componentes
7	Cp ₄	Tema II.- ELEMENTO DE BARRA ARTICULADA. SISTEMA DE COORDENADAS LOCAL Y GLOBAL. ENSAMBLE DE COMPONENTES. Título: Ensamble de componentes. Contenido: Modelo tipo chapa, ensamblajes y piezas soldadas Objetivo: Aplicar métodos para crear ensamblajes. Identificar las relaciones de posición entre los distintos componentes
8	S1	Tema II.- ELEMENTO DE BARRA ARTICULADA. SISTEMA DE COORDENADAS LOCAL Y GLOBAL. ENSAMBLE DE COMPONENTES Título: Ensamble de componentes. Contenido: Modelo tipo chapa, ensamblajes y piezas soldadas Objetivo: Aplicar métodos para crear ensamblajes. Identificar las relaciones de posición entre los distintos componentes
9	C4	Tema III.- ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES. Título: Empleo de los paquetes CAD-CAE en el diseño y análisis moderno Contenidos: Introducción al COSMOSDISAINGSTAR y ANSYS. Aplicaciones del MEF en el territorio. Objetivos: Reconocer los fundamentos matemáticos del MEF. Reconocer los principios básicos de trabajo de los paquetes profesionales del FEM



10	Cp5	<p>Tema III.- ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Análisis de Modelos sólidos y de chapas</p> <p>Objetivos: Realizar el análisis estáticos de modelos sólidos</p> <p>Contenidos: Modelos tipo viga de perfiles variados</p>
11	Cp6	<p>Tema III.- ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Análisis de Modelos sólidos y de chapas</p> <p>Contenidos: Modelos tipo chapas, deformaciones y esfuerzos</p> <p>Objetivos: Realizar el análisis estáticos de modelos tipo chapas</p>
12	C ₅	<p>Tema III.- ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Empleo de los paquetes CAD-CAE en el diseño y análisis moderno</p> <p>Contenidos: Análisis de modelos con elementos tipo SAELL y sólidos. Estáticos.</p> <p>Objetivos: Reconocer aspectos generales y el campo de aplicación del Método de Elementos Finitos</p> <p>Iniciar la familiarización con el programa COSMOSDISAINGSTAR y ANYS.</p>
13	Cp ₇	<p>Tema III: ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Vigas y pórticos planos.</p> <p>Contenidos: Análisis de ensamblajes sencillos y estabilidad de estructuras y piezas.</p> <p>Objetivos: Calcular elementos tipo viga. Tensiones normales. Definir el modelo estructural como un ensamblaje de elementos.</p>
14	Cp ₈	<p>Tema III: ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Vigas y pórticos planos.</p> <p>Contenidos: Cálculo de Vigas y Pórtico Plano. Tensiones normales y desplazamiento</p> <p>Objetivos: Calcular elementos tipo viga. Tensiones normales. Definir el modelo estructural como un ensamblaje de elementos.</p>



15	S2	<p>Tema III: ELEMENTO TIPO VIGA. SUPERPOSICIÓN DE COMPORTAMIENTOS INDEPENDIENTES.</p> <p>Título: Vigas y pórticos planos.</p> <p>Contenidos: Pórtico Plano. Matriz de rigidez del elemento en los sistemas de coordenadas local y global. Matriz de Transformación.</p> <p>Objetivos: Definir modelo estructural como un ensamblaje de elementos. Determinar la matriz de rigidez de cada elemento y representarla en el sistema de coordenadas global. Ensamblar la matriz de rigidez de la estructura a partir de las matrices de rigidez de sus elementos.</p>
16	C ₆	<p>Tema IV.- ELEMENTOS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES. APLICACIONES GENERALES.</p> <p>Título: Elementos bidimensionales y tridimensionales.</p> <p>Contenidos: Análisis Térmico y de Frecuencias</p> <p>Objetivos: Reconocer los métodos matemáticos para el análisis de frecuencias</p> <p>Definir propiedades de material termodependiente</p> <p>Utilizar herramientas identificar valores y generar trazados Iso de temperatura</p> <p>Definir cargas térmicas y condiciones de frontera</p> <p>Incluir efectos térmicos en estudios estáticos mediante el uso de los resultados obtenidos en los estudios antes mencionados</p>
17	Cp9	<p>TEMA IV.- ELEMENTOS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES. APLICACIONES GENERALES.</p> <p>Título: Elementos bidimensionales y tridimensionales.</p> <p>Contenidos: Análisis Frecuencias y de tensiones térmicas</p> <p>Objetivos: Definir los métodos matemáticos para el análisis de frecuencias</p> <p>Definir propiedades de material termodependiente</p> <p>Utilizar herramientas identificar valores y generar trazados Iso de temperatura</p>



18	Cp10	Tema IV.- ELEMENTOS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES. APLICACIONES GENERALES. Título: Elementos bidimensionales y tridimensionales. Aplicaciones generales. Contenidos: Análisis Frecuencias y de tensiones térmicas objetivos: Definir cargas térmicas y condiciones de frontera Incluir efectos térmicos en estudios estáticos mediante el uso de los resultados obtenidos en los estudios antes mencionados
19	S3	Tema IV: ELEMENTOS BIDIMENSIONALES Y TRIDIMENSIONALES. APLICACIONES GENERALES Título: Aspectos generales de la formulación de los elementos finitos Contenidos: Aspectos generales de la formulación de los elementos finitos. Aplicaciones generales. Conceptos importantes de la definición de la matriz de rigidez de elementos finitos bidimensionales y tridimensionales. Objetivos: Formular la función de desplazamientos para el elemento finito. Escoger una función de interpolación adecuada para el elemento.

3.8 Aplicación de las estrategias de desarrollo en la asignatura

Estrategia curricular Formación Económica y Gestión Empresarial:

En esta estrategia se tiene como finalidad profundizar y consolidar un sistema de conocimientos y habilidades desde el primer año de la carrera, abarcando las diferentes disciplinas, proyectos, prácticas laborales y la elaboración del trabajo de diploma, de modo que se garantice la integralidad necesaria. En el sentido vertical, su desarrollo a través de la carrera en esta asignatura se apoya según el esquema siguiente:

- ✓ Vincular los elementos de selección de la forma de la sección transversal y resistencia al concepto de racionalidad.

Estrategia curricular de Computación:

- ✓ Empleo de paquetes de programas de cómputo y sistemas profesionales disponibles en el Instituto y en el territorio (CEPRONIQUEL) en la solución de Trabajos Extractases e informes de Laboratorio, a fin de facilitar la solución del Proyecto de Ingeniería Mecánica I y II así como en la solución de problemas



prácticos del ejercicio de la profesión del Ingeniero Mecánico (Sistema MECASOFT, MATHCAD, ANSYS, COSMOS, MATERIALES, LABORATORIO DE MATERIALES).

Estrategia curricular de Historia:

- ✓ Potenciar la realización de investigaciones relacionadas con la historia de la profesión y de la asignatura, identificando los problemas históricos de esta hacia la formación de una cultura de trabajo y las perspectivas de desarrollo.
- ✓ Contribuir al conocimiento de la historia de la profesión y de la asignatura, y de las ciencias que le tributan, en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Estrategia curricular de Dirección:

Objetivo:

- ✓ Utilizar el enfoque actual de la Dirección en la solución de problemas de la Asignatura, mediante el empleo de participativos, en aras de contribuir al desarrollo eficiente y eficaz de los procesos docente, producción, investigación a la luz de la escuela cubana de dirección.
- ✓ Forma de implementarlo:
- ✓ Profundizar a través del trabajo en grupo en la solución de conflictos y en los elementos básicos de la teoría de las decisiones.

Estrategia curricular de Idioma:

- ✓ Interpretación de textos con el léxico propio de la asignatura. Una vía de aplicación puede ser la solución de problemas con texto en inglés como tarea.
COMO FORMAR LA DIMENSION AMBIENTAL EN EL FUTURO GRADUADO
- ✓ Realizar cálculos de selección y verificación de secciones y perfiles, así como seleccionar semiproductos, materiales, procesos tecnológicos y recubrimientos que garanticen un aprovechamiento más consecuente y racional de los recursos materiales.



3.9 Conclusiones del capítulo

- Con la propuesta de organización del plan analítico se estructura la asignatura y se establece un orden de prioridad en los conocimientos necesarios para garantizar el buen aprendizaje en los estudiantes y el desarrollo de valores.
- Quedó establecido el programa de la asignatura Elementos Finitos, el mismo recoge los elementos positivos de los propuestos para otras asignaturas.
- La distribución propuesta muestra una adecuada interrelación entre los elementos del conocimiento a impartir, evidenciándose un alto grado de consecutividad y compactibilidad de los temas de la asignatura.



CONCLUSIONES GENERALES

- Se realizó el perfeccionamiento y la estructuración metodológica de la asignatura Elementos Finitos. La cual permite que los estudiantes logren un mayor nivel de independencia y desarrollo de sus capacidades de gestión.
- Se exponen las categorías y leyes fundamentales de la Didáctica con vista a su aplicación en la estructuración lógica del proceso docente educativo de la asignatura Elementos Finitos.
- Se muestran los principios a tener en cuenta para la estructuración metodológica del contenido de una determinada asignatura sobre la base de invariantes.
- El sistema de evaluación garantiza la atención personalizada, diferenciada y sistemática de los estudiantes con problemas en el aprendizaje y constituye el mecanismo mediante el cual se comprueba el cumplimiento de los objetivos (evaluaciones parciales, trabajos extraclases y seminarios).
- El modelo para la organización didáctica del sistema de conocimientos de la asignatura integra los aspectos esenciales del proceso docente educativo de la misma y los problemas profesionales a todos los niveles.

RECOMENDACIONES

- Continuar el perfeccionamiento metodológico de la asignatura donde se incorporen nuevos aspectos no abordados en este trabajo.
- Impartir la asignatura de acuerdo con el programa propuesto en el trabajo y las indicaciones metodológicas establecidas.
- Actualizar constantemente el contenido de las actividades docentes programadas y de los materiales complementarios.
- Adecuar la estructuración metodológica propuesta al Curso para Trabajadores.



RERERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALPAJÓN REYES, R. *Perfeccionamiento y actualización metodológica de la asignatura Termodinámica Técnica*. R. González Marrero (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2001. 80 h.
2. ÁLVAREZ GALÁN, L. *Perfeccionamiento metodológico de las asignaturas Ciencia de los Materiales I y II*. A. Velázquez del Rosario (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2003. 71 h.
3. BAUTA ESTÉVEZ, B. *Perfeccionamiento metodológico de la asignatura Transferencia de calor*. E. Torres Tamayo; G. Rodríguez Bárcenas (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 65 h.
4. BORGES SANAME, H.L. *Perfeccionamiento metodológico de la asignatura Mecánica Teórica I*. E.E. Guzmán (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2003. 123 h.
5. BRUNET GALANO, Y. *Perfeccionamiento metodológico del sistema de conocimientos de la asignatura Dibujo Mecánico II en la carrera Ingeniería Mecánica del ISMM*. A. Rodríguez Suárez; L. Reyes Oliveros (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2005. 46 h.
6. CORDERO PÉREZ, A. *Propuesta de una variante didáctica del proceso docente educativo de la asignatura de Intercambiabilidad y Mediciones Técnicas para la carrera de Ingeniería Mecánica en el ISMM de Moa*. B. Leyva de la Cruz; O. Silva Diéguez (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2006. 57 h.
7. FERNANDEZ ABREU, Estructuración Metodológica de la Asignatura Educación Vial y Transito para la carrera Ingeniería Mecánica en el ISMM .Y.R. Medianeja (Tutor) Trabajo de Diploma Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2007. 32h.
8. LAMORÚ URGELLÉS, M.; A. REYES GARCÍA. *Perfeccionamiento metodológico del sistema de conocimientos de la asignatura Termodinámica Técnica I para la carrera Ingeniería Mecánica del ISMM*. E. Góngora Leyva; D.E. Fonseca Navarro; R. Cobas Abad (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2005. 63 h.
9. LEYVA AYARDE, Perfeccionamiento metodológico del diseño del proceso docente educativo de la asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica I para la carrera de Mecánica en el ISMM. B.L. de la Cruz; O.R.S. Diéguez (Tutores) Trabajo de Diploma Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2007. 48h.
10. MARIÑO HERNÁNDEZ, Y. *Perfeccionamiento del proceso docente educativo de la asignatura Complementos de Mecánica para la carrera de Ingeniería Eléctrica*. . É. Góngora Leyva; D.E. Fonseca Navarro (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 61 h.
11. MÉNDEZ BETAL, A. *Perfeccionamiento metodológico del proceso docente educativo de la asignatura Mecánica Teórica II para la carrera de Ingeniería Mecánica*. A. Méndez Leyva (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2006. 81 h.



12. MÉNDEZ SÁNCHEZ, Y. *Organización metodológica de la asignatura Teoría de los Mecanismos y Máquinas de la especialidad de Ingeniería Mecánica del Instituto Superior Minero Metalúrgico*. M. Pompa Larrázabal (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2006. 101 h.
13. NAVARRO DIAZ, Perfeccionamiento curricular de la Asignatura Geometría Descriptiva en el proceso de formación del Ingeniero Mecánico del Plan de Estudio "D" para la Carrera de Mecánica en el ISMM. A:R Suárez; O.R.S. Diéguez (Tutores) Trabajo de Diploma Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2009. 48h
14. NAVARRO VEGA, Y. *Perfeccionamiento de la estructuración didáctica de la asignatura Elementos de Máquinas de la carrera de Ingeniería Mecánica*. I. Rodríguez González (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 46 h.
15. NICLE NAVARRO, R. *Perfeccionamiento metodológico del sistema de conocimientos de la asignatura de Soldadura para la carrera de Ingeniería Mecánica*. T. Fernández Columbié (tutor). Trabajo de Diploma. ISMM, 2003. 68h..
16. PEÑA GARCELL, Y. *Perfeccionamiento del Proceso Docente Educativo de la asignatura Generación, Transporte y Uso del Vapor para la carrera de Ingeniería Mecánica*. É. Góngora Leyva; L. Reyes Oliveros (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 49 h.
17. SPENCER RODRÍGUEZ, Y. *Preparación metodológica de la asignatura Refrigeración, Climatización y Ventilación*. E. Góngora Leyva; D. E. Fonseca Navarro (tutores). Trabajo de Diploma. ISMM, 2005. 49 h.
18. VELÁZQUEZ MARTÍNEZ, E. Perfeccionamiento de la estructura del proceso docente educativo de la asignatura Introducción a la Ingeniería Mecánica I. E.E. Guzmán (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2000. 55 h.
19. <http://www.monografias.com/>