



MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

FACULTAD METALURGIA-ELECTROMECAÁNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Título: Estructuración metodológica de la asignatura
Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica
en el ISMM.

Autora: Idalmis Lantigua Paumier

Tutores: M. Sc. Marbelis Lamorú Urgelles
M. Sc. Yoalbys Retirado Mediaceja

Moa-2010

“Año 52 de la Revolución”



Declaración de autoridad

Yo: Idalmis Lantigua Paumier autora de este trabajo y los tutores declaramos la propiedad intelectual del mismo al servicio del Instituto Superior Minero Metalúrgico, para que dispongan de su uso cuando estímen conveniente.

Idalmis Lantigua Paumier

M. Sc. Yoalbys Retirado Mediaceja

M. Sc. Marbelis Lamorú Urgelles



Pensamiento

“... La vida debe ser diaria, móvil, útil y el primer deber de un hombre de estos días, es ser un hombre de su tiempo. No aplicar teorías ajenas, sino descubrir las propias. No estorbar a su país con abstracciones, sino inquirir la manera de hacer prácticas las útiles. Si de algo serví antes de ahora, ya no me acuerdo: lo que quiero es servir más...”

*José Martí Pérez.
Apóstol Nacional de Cuba*



Agradecimientos

En la realización de este trabajo, he contado con el apoyo valioso de muchas personas, que se esforzaron para que el mismo quedara con la mayor calidad posible, por lo que he querido dejar constancia de mi especial agradecimiento.

A la Revolución por darme la oportunidad a serme una profesional

A, mis tutores Yoalbys y Marbelis, por la confianza depositada y su ayuda abnegada durante la realización de la tesis. A los profesores Yodelki y Ever, por su constante preocupación y la ayuda prestada para la realización de mi tesis.

A: Blanquita por haberme apoyado siempre para la culminación de mis estudios.

A, mi papá Delmis y a mi padrastro Serrano, por darme el apoyo necesario para poder continuar y terminar mi carrera. A mis hermanos Inalvis y Leonel, a mi tía Iris y mi hijo Elian por ser la fuente de inspiración en todo lo que hago. A mis compañeros de estudio (Yamilé, Nivia, Evaristo y Guillermo). A mis amistades Deisysita, Henrito, Kirenia, Aneyda, Baby y Rolman, porque de una forma u otra me ayudaron a alcanzar este éxito.

A los nombrados hoy y a quienes imperdonablemente no he podido recordar mis agradecimientos sinceros y desde mi corazón.

A todos muchas gracias

La Autora



Dedicatoria

Dedico este trabajo en especial a la memoria de mi madre Nelsis Paumier y a mi Abuela Nena, aunque no están entre nosotros siempre confiaron en mí y se que se sienten orgullosas porque he realizado este sueño realidad.

A mi hijo Elian Pico Lantigua, para que en el futuro le sirva de ejemplo

A mi papá, mi padrastro y mis hermanos por confiar siempre en mí

A mis tutores M. Sc. Yoalbys y Marbelis por su dedicación durante el desarrollo de la investigación.

A mis amigos y vecinos que siempre me demostraron preocupación por mis estudios.

A la Revolución Cubana por darme la posibilidad de ser una profesional.

Al Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz quien siempre ha velado por el bienestar del ser humano. A Dios y a la Virgen con todo mi amor.

A todos les dedico este éxito

La autora



RESUMEN

En el trabajo se realizó la estructuración metodológica de la asignatura termodinámica para la carrera de Ingeniería Eléctrica en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Se comprobó, a través del análisis de la estructura metodológica actual, que la asignatura presenta incongruencias en las horas destinadas a las diferentes actividades docentes y en la disponibilidad de los medios de enseñanza en la impartición de los contenidos.

La estructuración propuesta mantiene el número de temas de la asignatura permitiendo la reducción del número de conferencias y el incremento de las actividades prácticas en un 6,5%. Finalmente se confeccionaron los folletos para la impartición de las conferencias y las actividades prácticas en correspondencia con las indicaciones del Ministerio de Educación Superior para el plan de estudio D.



SUMMARY

In the present work was carried out the methodological structuring of the Thermodynamic subject for the career of Electric Engineering in the Higher Institute of Mining-Metallurgist of Moa. It was proven through the analysis of the current methodological structure that the subject presents incongruities in the hours dedicated to the different educational activities and in the readiness of the teaching means for the of the contents.

The proposed structuring maintains the number of topics of the subject allowing the reduction of the number of lectures and the increase of the practical activities in 6,5%. Finally the pamphlets were made of the lectures and the practical activities in correspondence with the indications of the Ministry of Higher Education for the study plan D.



INDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1- Introducción	5
1.2- Análisis de la evolución histórica de la carrera Ingeniería Eléctrica	5
1.3- Principales trabajos precedentes desarrollados en el ISMM	14
1.4- Breve caracterización de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Cuba	19
1.5- Modelo del Ingeniero Electricista	20
1.6- Estructura de la carrera de Ingeniería Eléctrica	23
1.7- Conclusiones del Capítulo I	24
CAPÍTULO II. INDICACIONES METODOLÓGICAS Y DE ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROCESO DOCENTE-EDUCATIVO	
2.1- Introducción	25
2.2 - Análisis y crítica a la estructuración del proceso docente educativo actual de la asignatura estudiada	25
2.3- Caracterización de la asignatura	27
2.4- Indicaciones metodológicas y de organización para el desarrollo del proceso docente-educativo	36
2.5- Plan calendario actual de la asignatura para el Plan de estudio C perfeccionado	39
2.6- Programa analítico de la asignatura	40
2.7- Valoración del trabajo realizado	50
2.8- Conclusiones del capítulo II	54
CONCLUSIONES GENERALES	55
RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFIA	57
ANEXOS	-

Introducción

A comienzo del siglo XXI la sociedad cubana se ha visto sometida a profundos cambios que afectan a todos los niveles de la vida económica y social, debido a las transformaciones que producen los cambios tecnológicos. Esta corriente de cambios, el acelerado desarrollo científico, la globalización, el agotamiento de los recursos energéticos, el nuevo orden económico, entre otros, producen transformaciones tanto en el ámbito nacional como internacional que imponen nuevas exigencias en la labor del profesional (Giró, 2008).

El sistema de educación en Cuba se encuentra sumido en una gran revolución sociocultural basada en la ciencia y la tecnología. Esto hace que la forma de pensar y actuar de los científicos haya pasado a formar parte de las distintas ramas de la producción y los servicios. Por ende, el entorno laboral de hoy requiere de personas con conocimientos, actitudes y valores acorde con estas exigencias (Orozco, 2007).

Los conocimientos científicos que forman hoy parte de la cultura humana y que son aprendidos por los estudiantes en los centros educacionales, no pueden llegarles desde afuera y ser aprendidos como cadenas verbales, o sea, como una unión consecutiva, estricta e inalterable de palabras o frases, por lo general afuncional para la persona, como sucede hoy en la mayoría de los casos. Estos deben ser aprendidos a partir de su actuación y en la calidad que le corresponde.

Los fundamentos psicológicos sobre los que descansa el aprendizaje y la enseñanza, así como las principales características y los procedimientos fundamentales para la obtención del conocimiento científico, no son del dominio de la mayor parte de los profesores, los cuales lo transmiten de manera ya acabada y hacen que los estudiantes los fijen a partir de la aplicación mecánica de los mismos.

Por otro lado, la sociedad cubana demanda de la universidad la formación de un profesional con una alta capacidad, caracterizado por sólidos conocimientos sobre su profesión y a la vez, con el dominio de los modos de actuación más generales de su labor.

La necesidad de dirigir la formación de profesionales universitarios y egresados de diferentes niveles de la educación constituye un problema que se plantea la escuela,

independientemente de las condiciones económicas, políticas e ideológicas de un determinado país.

En Cuba y en particular en el Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM) de Moa, la Educación Superior dirige los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad en la formación de profesionales, 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 sustentable.

La implantación del nuevo plan perfeccionado en la carrera de Ingeniería Eléctrica del ISMM (plan C') se llevó a cabo con el objetivo de formar un profesional eléctrico 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 los problemas más generales que se le presenten una vez graduado.

Para eso es necesario establecer programas de estudio en la carrera de Ingeniería Eléctrica 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.

La formación del Ingeniero Eléctrico 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.

Actualmente en el ISMM se implementa el plan de estudio D en la carrera Ingeniería Eléctrica, el referido plan de estudio 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 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 estructuración metodológica de las nuevas asignaturas que surgen y de las ya existentes en aras de lograr los objetivos de esta nueva etapa de la educación superior en Cuba.

La asignatura Termodinámica que se imparte en el tercer año de la carrera Ingeniería Eléctrica tenía un fondo de tiempo de 80 horas según el plan C' y en el plan D está concebida con 48 horas, representando una reducción del 40% del fondo de tiempo total, esto impone la necesidad de estructurar el proceso docente educativo para las nuevas condiciones.

A partir de los elementos expuestos se declara como **problema:**

No se cuenta con una estructuración metodológica apropiada del proceso docente educativo de la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica, que considere la educación semipresencial y la reducción del fondo de tiempo concebida en el plan de estudio D.

Como **objeto de estudio de la investigación** se plantea:

El proceso docente educativo de la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica en el ISMM de Moa.

Campo de acción:

El sistema de conocimiento de la asignatura Termodinámica.

Sobre la base del problema a resolver se establece la siguiente **hipótesis:**

Si se organiza apropiadamente el sistema de conocimientos de la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica, entonces es posible la estructuración metodológica de la misma que considere la educación semipresencial y la reducción del fondo de tiempo concebidas en el plan de estudio D.

En correspondencia con la hipótesis planteada, se define como **objetivo del trabajo:**

Estructurar metodológicamente la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica, en correspondencia con las particularidades del plan de estudio D.



Para lograr el cumplimiento del objetivo propuesto, se plantean las siguientes **tareas**:

- 1- Actualizar el estado del arte relacionado con la temática analizada en la investigación.
- 2- Analizar la estructura actual del programa analítico de la asignatura y las deficiencias que presenta.
- 3- Proponer una nueva estructura del programa analítico y definir las ventajas que tiene respecto al anterior.
- 4- Preparar metodológicamente todas las actividades docentes propuestas.
- 5- Confeccionar los folletos de conferencias, clases prácticas, seminarios y laboratorios para la asignatura.

Capítulo 1

Fundamentación teórica de la investigación

1.1- Introducción

El adecuado aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica está estrechamente asociado al sistema de conocimientos de las asignaturas que se imparten durante su período de formación y a la estructuración que tienen esos conocimientos, lo cual permitirá la adquisición de un mayor volumen de información que le permitirá desarrollarse de manera activa, creadora e independiente en el puesto de trabajo donde se desempeñe una vez graduado.

Aunque en los últimos años se ha implementado en los Centros de Educación Superior el Plan de estudio D, en el ISMM de Moa no se cuenta con la estructuración metodológica de las asignaturas según las especificaciones del referido plan de estudio, en este sentido el **objetivo** del presente capítulo es:

Establecer aspectos teóricos y metodológicos apropiados para la Estructuración metodológica de la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica.

1.2- Análisis de la evolución histórica de la carrera Ingeniería Eléctrica

Félix Varela fue el primero que impartió en Cuba de forma sistemática lecciones sobre los principios de la electricidad como una ciencia experimental. Lo hizo en el Seminario de San Carlos a partir de 1816 (Alshuler, 2000). Más tarde, en el año 1900 bajo la guía de Enrique José Varona es fundada la carrera de Ingeniería Eléctrica en la nueva “Escuela de Ingenieros, Electricistas y Arquitectos” en las antiguas instalaciones de la Escuela Profesional de la Habana (Pérez, 2000).

La historia de la carrera de Ingeniería Eléctrica desde entonces puede dividirse en siete períodos, en cada uno de los cuales se identifican determinadas características de los años académicos. Al iniciarse la carrera, los años académicos estaban conformados por asignaturas poco relacionadas con la especialidad. Así se mantuvo hasta la reforma universitaria de 1925 cuando se incorporaron asignaturas más afines a la electricidad en respuesta al incipiente desarrollo de la industria eléctrica en el país, también se

extendió a cinco en número de años académicos que anteriormente era solo de cuatro. Con el triunfo de la Revolución se inician importantes cambios de orden político, social y económico que repercuten en la Educación Superior y por tanto en la carrera de Ingeniería Eléctrica. El desarrollo paulatino del país demandó una mayor vinculación de los estudiantes a la práctica profesional para su rápida incorporación en su puesto de trabajo. La creación del Ministerio de Educación Superior en 1976 trajo consigo la unificación de los planes de estudio de las carreras y los programas analíticos de las asignaturas. Entre las diferentes generaciones de planes de estudio debe mencionarse que a partir del plan de estudio “C” se da un salto cualitativo en la estructuración sistémica de la carrera y el establecimiento preciso de los diferentes niveles de objetivos, entre ellos los objetivos generales de año.

Período de 1900-1925: Desde la creación de la carrera de Ingeniería Eléctrica hasta la Reforma Universitaria de 1925

En su comienzo la carrera de Ingeniería Eléctrica era de cuatro años académicos y no de cinco, como las de Ingeniería Civil y Arquitectura, las otras dos que se daban en la Escuela, y se orientaba esencialmente hacia la rama energética. En sus cuatro años se impartían un grupo de asignaturas que en comparación con las demás carreras eran muy similares, pues, con unas pocas asignaturas adicionales podían obtenerse dos o más títulos. Las materias específicamente eléctricas eran escasas, se concentraban exclusivamente en tres asignaturas: Electricidad Aplicada, Electricidad Matemática y Electricidad Industrial, las cuales se estudiaban en los años segundo, tercero y cuarto de la carrera, respectivamente (Alshuler, 2000; Pérez, 2000).

Período de 1925-1959: Desde la Reforma Universitaria de 1925 hasta el triunfo de la Revolución

El plan de estudio de 1900 se mantuvo prácticamente igual hasta 1925, cuando fue reorganizado como consecuencia del Movimiento de Reforma Universitaria liderado por Julio Antonio Mella en 1923. La carrera de Ingeniería Eléctrica se extendió a partir de entonces a cinco años, lo cual la emparejó en la jerarquía académica con las demás carreras. Aunque las transformaciones fueron relativamente grandes, el cambio cualitativo no llegó al nivel necesario, ya que la carrera se llenó de conocimientos de

otras especialidades que no eran imprescindibles, para darle el volumen que no podía dársele con materias específicas de la profesión y así llenar los cinco años que la equiparaban en tiempo con las otras dos carreras de la Escuela, aunque la carga docente anual era menor que aquellas (Pérez, 2000).

El plan de estudio de 1925 de Ingeniería Eléctrica, sufrió muy pocas transformaciones hasta 1959. En todo este período la carrera respondió al incipiente y paulatino desarrollo del país en la rama eléctrica. Las materias impartidas relacionadas con la especialidad fueron en aumento. Los años académicos ganaron con el tiempo cierta diferencia con respecto a otras carreras. Luego del cambio de cuatro a cinco años de duración la carrera contó inicialmente con menor carga docente anual, pero fue incrementándose luego. El diseño de los años era básicamente por asignaturas relativamente aisladas entre sí, con escasa integración.

Período de 1959-1976: Desde el triunfo de la Revolución hasta la creación del Ministerio de Educación Superior

Grandes transformaciones político-sociales se iniciaron en Cuba a partir del primero de enero de 1959 con el triunfo de la Revolución, que incidieron de manera contundente en la enseñanza de la Ingeniería Eléctrica. Decenas de compañías norteamericanas fueron nacionalizadas, entre ellas la “Compañía Cubana de Electricidad”. Muchos profesionales, incluidos numerosos ingenieros eléctricos emigraron principalmente hacia los Estados Unidos. Se ponía a la orden del día, la tarea de formar a la mayor brevedad tantos ingenieros electricistas como fuera posible, que pudieran integrarse rápida y eficazmente incluso antes de haber concluido sus estudios a la práctica de la profesión allí donde su necesidad fuese más apremiante (Alshuler, 2000).

Todavía en el marco del antiguo plan de estudios, en la carrera de Ingeniería Eléctrica se introdujeron sobre la marcha varios cambios sustanciales, que consistían esencialmente en sustituir todo aquello que se consideraba estéril, por temas de genuina importancia tecnológica, particularmente para los años superiores de la carrera. Por otro lado aumentó el rigor con que se impartía la teoría básica pertinente.

En octubre de 1960 se publicó un plan de estudios emergente de Ingeniería Eléctrica (Alshuler, 2000), que sin descuidar en ningún momento las ciencias básicas, encaraba con firme decisión el problema de los estudios especializados y lo resuelve

sobriamente; elimina las repeticiones inútiles a fin de ganar un tiempo precioso para el desarrollo de las ideas esenciales de la profesión y la formación intelectual del alumno. Al realizarse la Reforma Universitaria en enero de 1962, el nivel de conocimientos propios de la electricidad en la carrera era tal que, unido a la necesidad de incorporación rápida a los puestos de trabajo de los egresados, se crearon tres especialidades eléctricas: Telecomunicaciones, Control Automático y Potencia (Vilaragut, 2003), pero manteniéndose el carácter del perfil amplio, es decir, a la formación de un solo tipo de ingeniero eléctrico (Álvarez, 1996a).

En este período los planes se reducen a un listado de asignaturas semestres y a la determinación del sistema de conocimientos correspondientes para cada asignatura (Álvarez, 1996a). Lo que significa que se heredó la concepción del año académico de los planes anteriores, prevaleciendo la parcelación por asignaturas y la poca integración entre ellas durante los cursos escolares. Pero el solo hecho de vincular la carrera en mayor medida, con las materias que le tributan, así como el establecimiento de la especialización estrechamente vinculada a la realidad profesional, permitió dar un paso de avance en el mejoramiento de la integración de los contenidos, principalmente de la que surge por el acercamiento a los problemas propios de la profesión en la misma práctica social.

Período de 1976-1990: La carrera de Ingeniería Eléctrica en los Planes de Estudio “A” y “B”

Al comenzar la década de los setenta, como resultado del mismo desarrollo social que se generó en los primeros años del período revolucionario en que se eliminó el analfabetismo, se logró la escolarización de todos los niños en edad para la escuela primaria, se garantizó la salud para todos y se vivió un proceso de industrialización y avances en las diferentes ramas de la ciencia, fue necesario pasar a una nueva etapa de masificación de las universidades en que los conceptos y las estructuras existentes no le daban respuesta (Álvarez, 1996a).

En 1976 se crea el Ministerio de Educación Superior, en el que se proyecta un trabajo de perfeccionamiento que conduce a que en el curso 1977-1978 surja la primera generación de planes de estudio con una concepción unificadora, los llamados Planes

“A”. Anteriormente existía una relativa independencia de las universidades en la creación descentralizada de carreras y su diseño (Álvarez, 1996a).

Estos nuevos planes se caracterizaron fundamentalmente por ser de perfil estrecho. Por este motivo se vio incrementado el número de perfiles terminales que vincularon la necesidad social al tipo de egresado, desechándose el concepto de carrera por especialidad. Así cada carrera tenía varias especialidades y estas a su vez especializaciones (Hurruitiner, 2006b).

En el caso de la carrera de Ingeniería Eléctrica, se formaron dos especializaciones (Vilaragut, 2003). La primera se llamó “Redes y Sistemas Eléctricos” que se encargaba de las diferentes redes de transmisión y distribución de la energía eléctrica fuera de la industria, así como a la generación. La segunda era “Electrificación Industrial”, encargada de la distribución de la energía eléctrica en el interior de la industria en los niveles de media y baja tensión.

El propio desarrollo de la Educación Superior durante la implantación de los planes “A”, caracterizados por un alto nivel de centralización, trajo como consecuencia que en el curso 1982-1983 surgieran los denominados Planes “B”, en los cuales, si bien aun predominaba el enfoque de perfil estrecho, estos se redujeron apreciablemente (Hurruitiner, 2006b). Disminuyó el número de especialidades pero se mantuvieron muchas especializaciones. Mientras en el Plan “A” los cambios se reflejaron mayormente en el plan de estudio centralizado de la carrera, en el “B” lo fue en el programa analítico de la asignatura (Vecino, 1985).

La carrera de Ingeniería Eléctrica en el Plan “B” quedó constituida por una sola especialidad “Ingeniería Electroenergética”, en la cual se integraron tanto las materias referidas a las redes eléctricas de transmisión y distribución urbanas, como las redes de distribución industrial. Entre las numerosas especializaciones que aun se mantenían se encontraban las relacionadas con los accionamientos eléctricos, o las llamadas *electromecánicas* con muchas variantes.

El documento del plan de estudio recogía el conjunto de asignaturas semestres y su agrupación en las disciplinas que constituían la carrera. En ese documento se precisaban las formas de enseñanza, con sus respectivas horas; así como, el tipo de evaluación final para cada asignatura (Álvarez, 1996a). Los objetivos por tanto se

concretan fundamentalmente al nivel de asignatura, quedando establecidos en los programas analíticos de cada una de ellas. Aunque no se hablaba de objetivos generales de año, podían considerarse como tales los específicos de todas las asignaturas. No se ofrecía una visión sistémica e integradora del año académico. La integración entre los contenidos era preferentemente, la que se expresaba de forma natural en las asignaturas.

Un elemento que debe destacarse en este período es que se toma consciencia del papel de los *objetivos* como categoría rectora del proceso docente educativo en el marco de la Educación Superior, los cuales ya se habían precisado para cada especialidad en el nivel de las asignaturas (Álvarez, 1996a). Pero en la década de los ochenta comenzaron a fraguarse un grupo de ideas sobre la necesidad de realizar una reorganización sustancial de las carreras donde primara la coordinación entre varios niveles de objetivos, desde los más generales de la carrera, hasta los más particulares en las clases.

En 1985 Fernando Vecino Alegret Ministro de Educación Superior, expresó: *“Desde principio de este decenio nos hemos hecho conscientes del papel rector que desempeña la categoría didáctica objetivo en el proceso docente. (...) los mismos deben declararse en términos de tareas, de habilidades, lo que permite resolver el problema de la integración de los conocimientos y las habilidades. Este modo de formular los objetivos es válido desde el modelo del especialista hasta la clase.”* (Vecino, 1985)

Una nueva generación de planes de estudio donde se declararían con precisión los objetivos en diferentes niveles estaba por comenzar. En relación a los planes “B” (donde se encontraba además la carrera de Eletroenergética) se dijo que había: *“Insuficiencia en los actuales modelos del especialista, fundamentalmente en relación con la precisión de tareas que debe ser capaz de enfrentar el futuro profesional para resolver los problemas más generales y típicos del sistema laboral de la profesión. Insuficiente comprensión del papel de los objetivos como categoría rectora del proceso docente en cada uno de los niveles en que este se desarrolla.”* (MES, 1987)

Período de 1990-1996: La carrera de Ingeniería Eléctrica en el Plan de Estudio “C”

A partir del curso 1990-91 se implementan los planes de estudio C, caracterizados por el profesional de perfil amplio. Se elaboran los objetivos más generales de la carrera en el documento “Modelo del Profesional”, que incluye el objeto de trabajo, los campos de acción, esferas y modos de actuación que caracterizan al profesional (MES, 1987). Este modelo de cada profesional se elaboró a partir de la identificación de los problemas que el graduado debía ser capaz de resolver en su actividad profesional, caracterizando adecuadamente los modos de actuar esenciales, sobre la base de los criterios del perfil amplio y relegando las especializaciones en los estudio del postgrado.

Al reducirse el número de carreras, se integran las diversas especializaciones de electromecánica a la Ingeniería Electroenergética, formándose una sola carrera de Ingeniería Eléctrica. Su objeto de trabajo quedó definido por el conjunto de medios electrotécnicos empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Y el modo de actuar se caracterizó por las habilidades generalizadoras *Proyección* y *Explotación* del objeto de trabajo (MES, 1990).

El plan “C” promueve el principio de la sistematicidad en la enseñanza, lo que conllevó a la precisión de sistemas tales como la disciplina y el año, de modo tal que se garantizara en cada uno de ellos el logro de los objetivos propuestos en el modelo del profesional. Las Comisiones Nacionales de Carrera serían las encargadas de establecer los objetivos en estos niveles. De esta manera se daba una importante respuesta a la insuficiente sistematicidad de los planes de estudio anteriores.

En el Documento Base de los Planes de Estudio “C”, se planteó que: *“...la determinación por las comisiones por carreras, de los objetivos por años y de los programas de las disciplinas brindan una respuesta adecuada a la insuficiencia en la sistematicidad de los actuales planes de estudio, al quedar establecidos estos sistemas intermedios entre el modelo del profesional y la asignatura, lo que contribuirá a que el trabajo de dichas comisiones sea más eficiente.”* (MES, 1987).

En relación a los años académicos se enfatiza en que estos deben de precisar “en forma integrada, el o los objetivos a lograr por la acción conjunta de las asignaturas” que se impartan en cada año (MES, 1987). De esta forma se les orienta a las Comisiones Nacionales de Carrera, que formulen los objetivos generales de los años, a

partir de la integración de los contenidos de las asignaturas, yendo más allá del alcance de cada una de ellas, mostrando nuevas cualidades instructivas y educativas.

Sin embargo al realizar un análisis de los objetivos generales del año formulados en la carrera de Ingeniería Eléctrica en el Plan de Estudio C, puede verificarse un cierto divorcio entre lo que se aspiraba y lo que se concretó en los documentos de la carrera.

Período de 1997-2006: La carrera de Ingeniería Eléctrica en el Plan de Estudio “C Perfeccionado”

Haciendo un balance a mediados de los noventa del Plan de Estudio C, es reconocido como un avance en relación a la etapa anterior, que "se logró la sistematización del proceso en un nivel superior al de los planes "B". Los subsistemas disciplina y año operaron tanto en el desarrollo del proceso como en el trabajo metodológico." (MES, 1995). Pero a la vez se reconoce como se dijo anteriormente, que los objetivos generales de año en la mayoría de las carreras, en las que se incluye la de Ingeniería Eléctrica, no estaban formulados con un “enfoque integrador”. Por esta causa se hace un llamado a las Comisiones Nacionales de Carrera de reformular estos objetivos con las características requeridas.

Unido a la necesidad de reformular los objetivos generales de año, de manera que fueran menos en número y más integradores, se orienta el fortalecimiento del papel de la Disciplina Principal Integradora, ya que en varias carreras estaba ausente y se trataba de sustituir su papel dentro de otras disciplinas del plan de estudio, lo que le restaba organización y limitaba su proyección (MES, 1995).

También se realizan cambios en la Disciplina Principal Integradora, con la adición de proyectos de curso en los dos primeros años, que anteriormente no se realizaban (MES, 1997). De esta manera se logra que la Disciplina realice una importante integración entre los contenidos de las asignaturas en los cinco años académicos de la Carrera, para el cumplimiento de importantes objetivos generales de año.

Período de 2007 en adelante: La carrera de Ingeniería Eléctrica en el Plan de Estudio “D”

En el curso escolar 2007-2008 se inicia en el *primer año* de la carrera de Ingeniería Eléctrica el Plan de Estudio “D”. Como consecuencia del nuevo plan de estudio, se han actualizado los objetivos más generales del Modelo del Profesional, se ha reorganizado el Plan del Proceso Docente, así como rediseñado los Programas de las Disciplinas (MES, 2007a); todo ello por la Comisión Nacional de Carrera (MES, 2003). El plan de estudio que recién comienza plantea varios retos en relación con el cumplimiento de los objetivos generales del año.

En primer lugar se propone la descentralización en la formulación de los objetivos generales de año, siendo ahora responsabilidad de los Colectivos de Carrera en cada Centro de Educación Superior (MES, 2003). En planes anteriores eran las Comisiones Nacionales de Carrera las que conformaban de forma unificada estos objetivos para todos los Centros. Este reto planteado a los Colectivos de Carrera conlleva a reajustar de manera permanente el año académico a las características del contexto social y empresarial de la Universidad, y a las particularidades de los estudiantes de cada año, así como a trazar las vías más efectivas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje para alcanzar los objetivos del año.

En segundo lugar, en la carrera de Ingeniería Eléctrica se realiza una transformación radical de la Disciplina Principal Integradora en el Plan “D” correspondiente al *currículum base* (MES, 2007a). En comparación con los planes “C” y “C Perfeccionado” donde la Disciplina era representada en todos los años académicos mediante las asignaturas Ingeniería Eléctrica I, II, III, IV y V, en el nuevo plan de estudio se ausenta en seis de los diez semestres que conforman la carrera, principalmente para los años superiores.

Las nuevas asignaturas de la Disciplina Principal Integradora han incorporado además contenidos de diferentes temas de la especialidad que limitan su concepción original de integrar en cada año los contenidos de las asignaturas. Si anteriormente varios de los objetivos generales de año eran favorecidos por esta Disciplina, en el momento actual se plantea el reto a la carrera de Ingeniería Eléctrica de encontrar alguna vía para lograrlos donde no necesariamente participe la Disciplina Integradora.

Otro reto del nuevo plan de estudio tiene que ver con la realización de “cambios importantes en la actividad presencial de clases de los estudiantes con una tendencia a

la disminución desde los primeros a los últimos años, a partir de la introducción de nuevos métodos en el proceso de formación, que centren su atención principal en el autoaprendizaje de los estudiantes” (MES, 2003). Las vías que se propongan en el Plan “D” para el cumplimiento de los objetivos generales de año en la carrera de Ingeniería Eléctrica, deben centrar la atención en el protagonismo del estudiante, en su actividad independiente.

1.3- Principales trabajos precedentes desarrollados en el ISMM

Los trabajos más importantes relacionados con el perfeccionamiento, la estructuración y la reestructuración metodológica de diferentes asignaturas se analizan a continuación:

Velázquez (2000), reestructura la asignatura “Introducción a la Ingeniería Mecánica I” basado en el cambio de los objetivos y reorganización del contenido, rediseña la planificación calendario y el sistema de evaluación de la asignatura mediante la aplicación del principio de la sistematicidad de la enseñanza. Realiza además una correcta distribución del fondo de tiempo en función de los objetivos planteados y del requerimiento del plan de estudio C’.

Alpajón (2001), sustenta su trabajo en el perfeccionamiento y la actualización metodológica del programa de estudio de la asignatura “Termodinámica Técnica” para la especialidad de Ingeniería Mecánica mediante la realización 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 las clases prácticas de un 45,5 a 56,3% coincidiendo con la política llevada a cabo por el Ministerio de Educación Superior (MES) en este sentido.

Borges (2002), enmarcó su trabajo en la elaboración de un material didáctico para el perfeccionamiento metodológico de la asignatura Mecánica Teórica I ofreciendo una propuesta acerca de la forma en que debe desarrollarse el programa 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), fundamenta en su trabajo el 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.

Logra además la aplicación de un modelo pedagógico sustentado en el enfoque de las invariantes del conocimiento y habilidades permitiendo 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), trabajó en el perfeccionamiento metodológico de la asignatura Transferencia de Calor realizando la digitalización de los contenidos de la asignatura divididos 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 incrementó 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), propone el perfeccionamiento de la asignatura “Complementos de Mecánica” para los estudiantes de segundo año de la carrera Ingeniería Eléctrica mediante 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, contribuyendo a la adquisición 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), perfeccionó el programa de la asignatura Elementos de Máquinas de la carrera Ingeniería Mecánica mediante 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 logrando aumentar el 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), pone de manifiesto una reestructuración del sistema de conocimientos de la asignatura Dibujo Mecánico II mediante la introducción de nuevos métodos en el proceso docente educativo, propone además 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 y Reyes (2005), muestran en su trabajo lo 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 desempeña el mismo en la formación del profesional, lo cual debe ser generalizado a otros centros de la educación superior para facilitar la enseñanza y recepción de los contenidos a transmitir.

Spencer (2005), realiza 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 nueva 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), logró el perfeccionamiento de la asignatura Mecánica Teórica II impartida a los estudiantes de segundo año de la carrera mediante 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), se enmarca 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 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 Educación Vial y Tránsito, mediante la elaboración de medios de enseñanza, entre lo que se encuentran el manual de conferencias, clases taller, seminarios y clases prácticas para una mejor comprensión por parte de los estudiantes de la especialidad

Soler y Hernández (2009) realizan el diseño metodológico de las asignaturas Circuitos Eléctricos I, II y III pertenecientes a la disciplina de Circuitos Eléctricos, distribuyendo la asignatura por temáticas en conferencias, clases prácticas, seminarios y laboratorios para una mejor adquisición de conocimientos y habilidades; perfeccionan y actualizan las guías de laboratorios existentes ajustándolas al plan D. También analizan las potencialidades del nuevo equipamiento de laboratorio y se lleva a cabo su implementación.

Coello (2009) desarrolla la preparación Metodológica de la asignatura Economía para Ingenieros Eléctricos logrando una adecuada distribución del contenido en conferencias, clases prácticas y seminarios con la intención de lograr el incremento del trabajo individual y la auto preparación de los estudiantes.

Rodríguez (2009) perfecciona metodológicamente la disciplina Preparación para la Defensa según los requerimientos del plan D para ello distribuye el contenido de las asignaturas en conferencias, clases prácticas y seminarios. Finalmente lleva al formato digital todas las actividades para que los estudiantes tengan acceso permanente a la información de la disciplina.

Estudios similares a los ya analizados son reportados por Navarro (2009) para la asignatura Geometría Descriptiva y Moracén (2009) para la Disciplina de Dibujo de la carrera ingeniería Mecánica en el Plan de Estudio D.

En los trabajos consultados se aprecia una amplia diversidad de estudios relacionados con el perfeccionamiento y la estructuración metodológica de las diferentes asignaturas y disciplinas de las carreras de Mecánica y Eléctrica, pero en ninguno de los casos se analiza el sistema de conocimientos de la asignatura Termodinámica para la carrera de Ingeniería Eléctrica según las particularidades del plan de estudio D.

1.4- Breve caracterización de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Cuba

El ingeniero electricista es un profesional de perfil amplio que desarrolla sus tareas en todas las actividades económicas del país, pero con mayor peso en la rama eléctrica.

Su **objeto de trabajo** es el conjunto de medios técnicos (equipos, instalaciones y sistemas) empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Los campos de acción se definen como aquellos aspectos esenciales del objeto de la profesión (grandes grupos de conocimiento). En esta profesión son las redes eléctricas, las máquinas eléctricas y los componentes y convertidores electrónicos de potencia. Los modos de actuación del profesional están caracterizados por las habilidades generalizadoras de la actividad del ingeniero electricista que serían fundamentalmente en este plan el de **proyección** y **explotación**.

Las esferas de actuación son las partes del objeto del profesional donde se manifiesta su modo de actuación. Las esferas de actuación de este profesional son: las plantas generadoras de energía, las redes eléctricas de cualquier nivel de voltaje considerando las subestaciones eléctricas y los medios de protección de sistemas electroenergéticos, los accionamientos eléctricos de cargas mecánicas industriales y la pedagogía.

Las actividades más importantes realizadas en estas esferas por este profesional al culminar sus estudios son: explotar, proyectar, seleccionar y reparar. Luego de pasar periodos de entrenamiento o cursos de posgrado y de acuerdo con las funciones que desempeñe, podrá realizar actividades de montaje, mantenimiento, investigación, comercialización, así como docencia y dirección.

1.5- Modelo del Ingeniero Electricista

Objetivos educativos:

Contribuir a formar ingenieros electricistas capaces de:

1. Plasmar en el trabajo de proyección y explotación de su objeto de trabajo la lucha por la eficiencia económica, (el ahorro y uso racional de la energía y los recursos humanos y materiales, la calidad y el aumento en la productividad del trabajo), manifestando valores tales como: Dignidad, patriotismo, honestidad, solidaridad, responsabilidad, humanismo, laboriosidad, honradez y justicia.
2. Poseer una formación integral, teórico-práctica, científico-técnica y estética de carácter profesional, así como cultural general y de la profesión, con la capacidad de adquirir conocimientos por si mismo que le permita crear y de forma independiente o en colectivos técnicos resolver las tareas que le demande la sociedad.
3. Lograr hábitos de práctica sistemática de ejercicios físicos que perduren en la vida profesional y en la utilización correcta del tiempo libre.
4. Utilizar el idioma español con eficiencia en su forma oral y escrita, así como en la comunicación a través del oficio adquirido, por medio de la elaboración, presentación y defensa de informes y proyectos técnicos bien estructurados y de la realización de tareas en las entidades laborales.
5. Manifestar amor por su actividad, comprometido con las consecuencias e impacto de su actividad de explotador y proyectista eléctrico, celoso de su ética profesional que no permita violaciones, chapucerías e indolencias.
6. Conocer y hacer uso de los aspectos de la preparación del país para la defensa ante eventos de tipo militar o de desastres naturales.
7. Aplicar los conocimientos de proyección y explotación de la técnica electroenergética de forma tal que se preserve el medio ambiente. Conocer y

hacer uso de las Regulaciones Nacionales e Internacionales sobre el cuidado del medio ambiente y el entorno natural

Objetivos Instructivos

Aclaraciones: Con el objetivo de precisar aún más el alcance de los objetivos instructivos del modelo del profesional, resulta conveniente organizarlos en término de los niveles de solución: resuelve y participa. A continuación de los objetivos se muestra un glosario de términos utilizados en los mismos.

Resuelve: Se refiere a todos aquellos problemas profesionales a los que de acuerdo con los conocimientos y habilidades adquiridos en el transcurso de la carrera el ingeniero electricista recién graduado está preparado para darles respuesta desde el punto de vista técnico-profesional.

Participa: Se trata de aquellos problemas que con los conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera el ingeniero electricista no está preparado en general para resolverlos de forma independiente, pero posee capacitación para participar bajo la dirección de un especialista en su solución.

- **Resuelve:**

1. La proyección y explotación de:

- Sistemas de alumbrado.
- Redes eléctricas de medio y bajo voltaje.
- Sistemas de tierra y pararrayos para instalaciones industriales.
- Accionamiento eléctrico de cargas mecánicas industriales

2. La selección y explotación de:

- Medios técnicos eléctricos y electrónicos de accionamiento de cargas mecánicas industriales.
- Medios técnicos de regulación y control eléctricos y electrónicos de magnitudes eléctricas y no eléctricas asociadas a instalaciones electroenergéticas.
- Medios técnicos eléctricos de generación de energía eléctrica de baja y media

- potencia en instalaciones industriales y comerciales.
- Medios técnicos eléctricos y electrónicos de protección de accionamientos eléctricos de cargas mecánicas industriales y de redes de medio y bajo voltaje.
 - Sistemas de alimentación y distribución a corriente directa de celdas electroquímicas estacionarias
 - Instrumentos eléctricos y electrónicos de medición de magnitudes asociadas a instalaciones electroenergéticas.
3. La explotación de subestaciones eléctricas de medio voltaje.
 4. El ajuste de medios técnicos de protección así como el cálculo para la coordinación de las protecciones en redes hasta medio voltaje.
 5. La elaboración de estudios técnico-económicos de mejoras en redes de medio y bajo voltaje y en accionamientos de cargas mecánicas industriales.
 6. La aplicación de las normas de seguridad eléctrica teniendo en cuenta los Reglamentos Electrotécnicos en uso.
- **Utiliza** el idioma inglés para leer, comprender, resumir y comunicarse en forma oral en temas científicos y técnicos relacionados con su actividad profesional.
 - **Domina**
 1. Las herramientas de computación y las nuevas tecnologías de la información, alcanzando particularmente una cultura de trabajo en redes de computadoras para lograr un uso racional de los recursos de hardware y software.
 2. Las herramientas computacionales propias de la carrera, especialmente las que tienen que ver con la simulación de los procesos electroenergéticos.
 - **Elabora** programas computacionales en un lenguaje orientado al cálculo Científico-Técnico.

- **Participa en:**

1. El montaje y mantenimiento de:

Medios técnicos de medición, protección, automatización y control de sistemas electroenergéticos.

Sistemas de alimentación y distribución a corriente directa de celdas electroquímicas estacionarias.

- Paneles de distribución de redes de eléctricas industriales y en centrales térmicas.
- Cables eléctricos de fuerza y alumbrado en sistemas industriales y subestaciones.
- Sistemas de tierra y pararrayos.
- Equipamiento de las redes de distribución del Sistema Electroenergético Nacional (SEN).
- Medios técnicos eléctricos y electrónicos de accionamiento de cargas mecánicas industriales.
- Medios técnicos de generación de energía eléctrica.
- Subestaciones transformadoras.

2. Estudios de flujo de carga, cortocircuito y estabilidad dinámica en redes complejas y en redes de distribución zonales.

1.6- Estructura de la carrera de Ingeniería Eléctrica

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

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: el mismo se destina a la formación en las ciencias de la ingeniería que sustentan la Ingeniería, 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, además del 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 la 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 eléctrica.

1.7- Conclusiones del Capítulo 1

- La carrera Ingeniería Eléctrica ha transitado por diferentes periodos y planes de estudio, todos con características diversas, pero solo en los planes de estudio posteriores a la creación del Ministerio de Educación Superior han concebido la formación integral del Ingeniero Electricista.

- Los trabajos desarrollados en el ISMM de Moa no abordan la estructuración metodológica de la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica, solo se reportan estudios relacionados con la referida asignatura para la carrera Ingeniería Mecánica.

Capítulo 2

Indicaciones metodológicas y de organización para el desarrollo del proceso docente-educativo

2.1- Introducción

La estructuración metodológica de las asignaturas que reciben los estudiantes del tercer año de Ingeniería Eléctrica es de gran importancia porque permite estructurar de forma armónica y lógica los conocimientos que deben adquirir los educandos durante el desarrollo de una asignatura determinada, en este sentido el **objetivo** del capítulo es: establecer la estructura metodológica para el desarrollo del proceso docente educativo de la asignatura teniendo en cuenta las indicaciones metodológicas contenidas en el Plan de estudio D.

2.2- Análisis y crítica a la estructuración del proceso docente educativo actual de la asignatura estudiada

La Revolución Cubana ha dedicado grandes esfuerzos humanos a la consolidación de la educación del país, aspecto importante para el desarrollo socioeconómico del mismo. Al respecto se recoge en los lineamientos económicos y sociales para el quinquenio (1986-1990) que “Eleva la calidad de la educación constituye el objetivo fundamental para el cual será necesario continuar perfeccionando el Sistema Nacional de Educación...” En este mismo documento se resalta además que deben... “continuar los trabajos dirigidos a desarrollar en los estudiantes la capacidad de razonar y actuar creadoramente.

En el ámbito pedagógico se requiere la aplicación de una nueva estructura del proceso docente-educativo donde se muestre un enfoque más dialéctico en el desarrollo del proceso que ayude analizar la unidad de lo lógico y lo intuitivo, de lo educativo y lo instructivo, de lo teórico y lo empírico como momentos de las interacciones e interrelación de los fenómenos.

La experiencia adquirida durante los años que se ha impartido la asignatura Termodinámica en la carrera Ingeniería Eléctrica indica que necesariamente requiere la aplicación de un plan analítico perfeccionado que considere las indicaciones metodológicas para el Plan de estudio D. En el plan analítico actual la asignatura esta estructurada de la siguiente manera:

- 1- Posee tres temas, donde se aglomeran los contenidos que deben recibir los estudiantes, agrupados los mismos con una adecuada afinidad.
- 2- La forma de enseñanza de la asignatura es mediante conferencias, seminarios y clases prácticas, la distribución se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Fondo de tiempo total por actividades docentes

Temas	Conferencias (horas)	Clases Prácticas (horas)	Seminarios (horas)	Laboratorios (horas)	Total (horas)
I	16	20	4	0	40
II	8	12	2	0	22
III	8	10	0	0	18
Total	32	42	6	0	80
%	40	52,5	7,5	0	100

De lo anterior se observa que el número de horas de conferencias constituye el 40%; las clases prácticas el 52,5%; los seminarios el 7,5%, los laboratorios el 0% y del número de horas total de la asignatura. Significando que el 60% de la misma se destina a actividades prácticas. Se considera que se deben planificar los laboratorios y visitas a la industria. También persisten las siguientes **deficiencias**:

- 1- Existe una incongruencia en las horas destinadas a las diferentes actividades docentes, de tal manera que no se planifican laboratorios en la asignatura.

- 2- El contenido de los temas no tiene la suficiente fuente de información científico técnica y el nivel de actualización requerida.
- 3- Insuficiencia en la disponibilidad de utilización de los medios de enseñanza.
- 4- No se detalla con suficiente claridad el estado del arte de la asignatura, desde la perspectiva de la Ingeniería Eléctrica.
- 5- No existe un sitio Web disponible ni un folleto teórico para la realización eficiente de las conferencias, clases prácticas y seminarios, tampoco se cuenta con la guía de estudio para la orientación de la prelación independiente por temas.
- 6- El contenido de las actividades docentes no está debidamente organizado, no tienen la debida consecutividad.

De las deficiencias antes mencionadas se infiere la necesidad de preparar metodológicamente la asignatura para que sean mitigadas en la nueva concepción del Plan de estudio D.

2.3- Caracterización de la asignatura

La asignatura Termodinámica se imparte en el tercer año de la carrera de Ingeniería Eléctrica, formando parte de la disciplina “Motores primarios para la generación eléctrica”

El objeto de estudio de la misma son los Ciclos Termodinámicos con gases y con vapor de agua y otros refrigerantes, los diagramas PV y TS en sustancias ideales y reales, los ciclos de las máquinas reales (Rankine, Otto y Diesel) y las Formas de transferencia de calor (conducción, radiación y convección). También estudia las ecuaciones de los procesos y los equipos de transferencia de calor.

2.3.1- 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 con las asignaturas siguientes: Motores Primarios para la Generación Eléctrica, Centrales Termoeléctricas y Centrales Eléctricas Diesel.

En el plano horizontal se relaciona con las asignaturas, Transformadores, Electromagnetismo, Conversión Electromecánica y Temas de Ingeniería Eléctrica,

cumpliendo con los objetivos que se plantean para el año y con los objetivos generales de la carrera Ingeniería Eléctrica.

2.3.2- Objetivos

- Comprender las leyes que rigen la transformación de la energía térmica en trabajo mecánico y este en electricidad, así como conocer otras formas de transformación de la energía.
- Calcular los procesos fundamentales de transformación de la energía a partir del agente de transformación y sin el agente de transformación.
- Dominar las leyes del comportamiento del agente de transformación (sustancia de trabajo) y sus distintas formas: gases (ideales o no), líquidos, mezclas.
- Evaluar la eficiencia de las transformaciones y procesos y otras características.
- Comprender la función del ciclo termodinámico en la transformación de calor en trabajo y vice-versa y la realización de su cálculo.
- Comprender las formas de movimiento de la sustancia trabajo y su influencia en la transferencia de calor y en la producción de trabajo y vice-versa, así como la realización de los cálculos correspondientes.
- Conocer las características fundamentales de los diferentes ciclo conocidos de transformación de la energía, así como conocer sus límites en cada caso.

2.3.3- Sistemas de Habilidades

- Emplear los conceptos de reversibilidad, calor, trabajo, potencia, energía, sistema termodinámico en la solución de ejercicios
- Resolver problemas numéricos relativos a transformaciones energéticas en sistemas abiertos y cerrados, a partir de cálculos de las propiedades termodinámicas de la sustancia trabajo y de las expresiones de calor y trabajo.
- Aplicar la 1ra. Ley de la termodinámica a cualquier tipo de sistema
- Calcular el rendimiento térmico de cualquier ciclo.
- Calcular los procesos de transmisión de calor y de trabajo en sistemas y equipos.

2.3.4- Sistema de Conocimientos

- **Introducción:** La CTE como ejemplo de máquina térmica, mostrando en su funcionamiento, la aplicación de los 1ro. y 2do. Principios. El ciclo Carnot y su relación con el calentamiento regenerativo del agua de alimentación. Reversibilidad (interna y externa), el porque de su existencia. La sustancia trabajo (agente de transformación), sus propiedades. Sistema termodinámico, sus fronteras. Sistema termodinámico, sus tipos. Los conceptos de proceso, ciclo, eficiencias.
- **La sustancia trabajo:** Características, sus propiedades, presión, temperatura, energía interna, la entalpía, la entropía. Las leyes de su movimiento. La ecuación de continuidad, de Bernoulli, La aplicación de la 1ra. Y 2da. Leyes al fluido en movimiento. Diferentes tipos de sustancia trabajo, calculo de sus propiedades. Aplicaciones de la 1ra. Ley a flujo estacionario (a partir del diagrama térmico de la CTE) y cálculo del ΔS del sistema. Generalización de los procesos en gases ideales. Cálculos de sistemas cerrados.
- **Ciclos Termodinámicos:** Ciclos de trabajo (de potencia) y ciclo inverso, con gases y con vapor de agua y otros refrigerantes. Diagramas PV y TS en sustancias ideales y reales. El ciclo reversible: Dedución del concepto **entropía** a partir del mismo. El principio del incremento de entropía. Escala energética de temperaturas y su importancia: Mención, no deducción. Energía disponible: Exergía. La parte disponible del calor. Reversibilidad y producción de trabajo.
- **Ciclos de las máquinas reales:** Ciclo Rankine, Ciclos Otto y Diesel. Ciclo Brayton, otros ciclos. El ciclo de refrigeración por compresión de vapores, ciclo de absorción (solo descripción, mención).
- **Mezclas de gases ideales:** Formas de dar la composición de la mezcla. Leyes de Dalton, Amagat y Dalton-Gibbs. Propiedades aditivas. La paradoja de Gibbs. Cálculo de los C_p y C_v de las mezclas de gases ideales. Aire húmedo, sus propiedades, diagramas de cálculo. Gases de escape y su punto de rocío.
- **Combustión:** Modelos de combustión. La combustión como reacción en cadena. Balance de ecuaciones. Calor de reacción, Entalpía de reacción. Variación de entropía de la reacción. Crecimiento de exergía.

- **Formas de transferencia de calor:** conducción, radiación y convección. Ecuaciones de procesos. La capa límite. La diferencia terminal. Equipos de transferencia de calor
- Equipos de transferencia de calor y masa.

2.3.5- Sistema de valores de la asignatura

1. DIGNIDAD

Modos de actuación asociado a este valor

- Sentirse orgulloso por la defensa de la obra educacional que ha desarrollado la Revolución.
- Reconocimiento social como fruto de su actuación consecuente en la labor de formación con los estudiantes.
- Se valora positivamente su ejemplaridad y liderazgo tanto en el ámbito educacional como en la comunidad.

2. PATRIOTISMO

Modos de actuación asociados a este valor

- Integración de la comunidad educacional a la Batalla de ideas.
- Actuar en correspondencia con los valores genuinos de nuestra historia y extenderlos a toda la sociedad.
- Defensa de los valores patrios y los principios de la Revolución Socialista.
- Participación activa en las tareas de la defensa de la Revolución.
- Fortalecer la unidad en torno al Partido.

3. HONESTIDAD

Modos de actuación asociados a este valor

- Actuar y combatir las manifestaciones de doble moral, fraude, indisciplina, vicio, delito y corrupción.

- Ser ejemplo y actuar en correspondencia con los valores reconocidos por la organización.
- Formar estudiantes íntegros.
- Ser autocrítico y crítico.
- Brindar información verás.

4. SOLIDARIDAD

Modos de actuación asociados a este valor

- Favorecer y apoyar las instituciones de menor desarrollo, reflejado en la distribución de recursos, formación de personal, participación en proyectos.
- Participar activamente, con nuestros recursos y conocimientos en proyectos integrados.
- Lograr la integración y la unidad de acción de la organización para la solución de los problemas.
- Potenciar las acciones internacionalistas dentro y fuera del país.
- Estar identificado y participar conscientemente en los Programas de la Revolución.
- Solidaridad con las personas dentro de la organización.

5. RESPONSABILIDAD

Modos de actuación asociados a este valor

- Compromiso, consagración y nivel de respuesta a las tareas asignadas, en un ambiente de colectivismo y sentido de pertenencia.
- Cumplimiento en tiempo y con calidad, de los objetivos y tareas asignadas.
- Disciplina y respeto de las leyes y normas, lo que se refleja en el respeto a la propiedad social, el cuidado y uso de los recursos, la legalidad socialista, la educación formal y cívica.
- Rigor, exigencia, evaluación y control sistemático.

- Somos consecuentes con el espíritu crítico y autocrítico.
- Comportamiento social ético, caracterizado por la discreción.
- Somos optimistas, reflejado en la búsqueda de soluciones, creatividad, entusiasmo, persistencia, perseverancia y liderazgo.

6. HUMANISMO

Modos de actuación asociados a este valor

- Participación sistemática en las actividades que propicien una mayor cultura general integral.
- Conocimiento y defensa de nuestras tradiciones e historia.
- Se significa la importancia del hombre en la sociedad en el quehacer cotidiano.
- Poseemos un nuevo estilo de trabajo y dirección que transforma el ambiente educacional.
- Participación activa y eficiente en los Programas de la Revolución.

7. LABORIOSIDAD

Modos de actuación asociado a este valor

- Consagración en la actividad laboral que se realiza.
- Desarrollo con eficiencia y calidad las responsabilidades laborales que se asignen.
- Disciplina y organización en el trabajo. Esmerarnos por presentar nuestro trabajo limpio y ordenado.
- Cumplimiento de las normas laborales. Terminar en orden y de acuerdo a su importancia todo lo empezado.
- Búsqueda de soluciones a los problemas con sentido creativo.

8. HONRADEZ

Modos de actuación asociados a este valor

- Vivir con lo que se recibe sin violar la legalidad ni la moral socialista

- Administrar los recursos económicos del país, en cualquiera de sus niveles, de acuerdo a la política económica trazada por el Partido.
- Velar porque los recursos económicos se destinen hacia su objeto social.
- Combatir la enajenación de la propiedad social en beneficio de la propiedad individual.
- Respetar la propiedad social y personal, no robar.
- Enfrentar las manifestaciones de indisciplinas, ilegalidades, fraude y los hechos de corrupción.

9. JUSTICIA

Modos de actuación asociados a este valor

- Cumplir y hacer cumplir la legalidad socialista en lo relativo a la justicia.
- Luchar contra todo tipo de discriminación en los ámbitos doméstico y público.
- Promover en los ámbitos políticos, económicos y sociales la incorporación del ejercicio pleno de la igualdad.
- Valorar con objetividad los resultados de cualquier actividad laboral y social.
- Contribuir con su criterio a la selección de personas acreedoras de reconocimiento moral y material.

2.3.6- 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: comprueban el cumplimiento de los objetivos generales de la asignatura por parte de los estudiantes.

Se propone que los trabajos extraclases se vinculen a problemas reales de la industria donde el estudiante actúe de forma creativa e independiente. En cuanto a la evaluación final teniendo en cuenta la cantidad de actividades prácticas y sus evaluaciones frecuentes se propone que el profesor realice un examen final a los estudiantes que no hayan vencido los conocimientos y habilidades necesarias.

Sistema evaluativo de la asignatura

El sistema evaluativo de la asignatura estará conformado por 3 tareas extraclases (una de cada tema), donde los estudiantes emplearán los conocimientos adquiridos en resolver una tarea técnica. Se desarrollarán dos exámenes parciales al final del tema I (TCP 1) y al final del tema III (TCP 2). Otro aspecto importante dentro de la evaluación lo constituyen los seminarios desarrollados en cada tema, en los cuales el estudiante adquirirá aquellos conocimientos teóricos necesarios que le permitirán tomar decisiones y resolver los problemas de su radio de acción. La asignatura no tiene examen final.

2.3.7- 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 como 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.

Bibliografía básica

- Faires, V. *Termodinámica*. La Habana: Edición Revolucionaria, 1991.

Bibliografía complementaria

- Fernández, E. *Termodinámica Técnica*. La Habana: Editorial "Félix Varela, 1994. Tomo I. II y III.
- Abbott, M.M., Vanness, H.C., (1991): *Termodinámica*. 2a. ed. México: McGraw-Hill.
- Callen, H.B., (1985): *Thermodynamics*. New York: Wiley & Sons.
- Reif, F., (1983): *Berkeley physics course - volumen 5*. Barcelona: Reverté.
- Thellier, M., Ripoll, C., (1992): *Bases Thermodynamiques de la Biologie Cellulaire*. Paris: Masson.

- Colectivo de autores, Monografía: Termodinámica Utilitaria para Centrales termoeléctricas.

2.4- Indicaciones metodológicas y de organización para el desarrollo del proceso docente-educativo

2.4.1- Estructura de la asignatura

Se desarrolla en el plan siguiente:

Fondo de tiempo total: 80 horas 100 %

Tabla 2.2. Distribución del fondo de tiempo

Tipología	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	Por ciento
Conferencias	16	32	40
Clases Prácticas	21	42	52,5
Seminarios	3	6	7,5
Laboratorios	0	0	0

2.4.2- Formas organizativas para la impartición de la asignatura

- *Conferencias*: el objetivo fundamental es instructivo, consiste en orientar a los estudiantes de los fundamentos científicos-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 prácticas*: tienen como objetivo que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen determinados métodos de trabajo de las asignaturas y disciplinas que permitan desarrollarles habilidades para utilizar y aplicar de modo independiente los conocimientos.

- *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.
- *Laboratorios*: tienen como objetivo que los estudiantes adquieran habilidades propias de los métodos de investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos técnicos de la disciplina, mediante la experimentación, empleando los medios de enseñanza necesarios. Como norma se deberá garantizar el trabajo individual en la ejecución de las mismas.

2.4.3- Indicaciones metodológicas y de organización

La asignatura se impartirá en tres 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, laboratorios, seminarios y visitas a la industria, que posibiliten la interacción entre los alumnos, el profesor y el entorno.

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

2.4.4- Plan por temas

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Tabla 2.3. Distribución del fondo de tiempo para los dos planes de estudio (Tema I).

ACTUAL (Plan de estudio C ^o) Con fondo de tiempo 40 horas				PROPUESTO (Plan de estudio D) Con fondo de tiempo 20 horas		
Tipología	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%
Conferencias	8	16	40	3	6	30
Clases Prácticas	10	20	50	6	12	60
Seminarios	2	4	10	1	2	10
Laboratorios	0	0	0	0	0	0

Tema II: Aire Húmedo y Refrigeración

Tabla 2.4. Distribución del fondo de tiempo para los dos planes de estudio (Tema II).

ACTUAL (Plan de estudio C ^o) Con fondo de tiempo 22 horas				PROPUESTO (Plan de estudio D) Con fondo de tiempo 10 horas		
Tipología	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%
Conferencias	4	8	36	2	4	40
Clases Prácticas	6	12	55	2	4	40
Seminarios	1	2	9	1	2	20
Laboratorios	0	0	0	0	0	0

Tema III: Máquinas Térmicas

Tabla 2.5. Distribución del fondo de tiempo para los dos planes de estudio (Tema III).

ACTUAL (Plan de estudio C ^o) Con fondo de tiempo 18 horas				PROPUESTO (Plan de estudio D) Con fondo de tiempo 18 horas		
Tipología	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%	Cantidad de actividades	Cantidad de horas	%
Conferencias	4	8	44	3	6	34
Clases Prácticas	5	10	56	4	8	44
Seminarios	0	0	0	1	2	11
Laboratorios	0	0	0	1	2	11

2.5- Plan calendario actual de la asignatura (P0) para el Plan de estudio C perfeccionado.

C₁-S₁-P₁-C₂-P₂-P₃-C₃-P₄-C₄-C₅-S₂-P₅-C₆-P₆-P₇-C₇-P₈-C₈-P₉-P₁₀-C₉-P₁₁-C₁₀-P₁₂-P₁₃-C₁₁-
S₃-P₁₄-C₁₂-P₁₅-P₁₆-C₁₃-P₁₇-C₁₄-C₁₅-P₁₈-P₁₉-C₁₆-P₂₀-P₂₁.

Plan calendario propuesto para la asignatura (Plan de Estudio D)

C₁-S₁-P₁-P₂-C₂-P₃-C₃-P₄-P₅-P₆-C₄-P₇-C₅-S₂-P₈-C₆-P₉-C₇-S₃-P₁₀-C₈-P₁₁-L₁-P₁₂

2.6- Programa analítico de la asignatura (P1)

Programa analítico de la asignatura (P1)
Distribución de las actividades docentes
Actividad 1- Tema 1- Conferencia 1
Tema I: Principios de la Termodinámica.
Título: Introducción al estudio de la Termodinámica.
Contenido: Definición de la termodinámica. Reseña histórica. Conceptos fundamentales. Primer principio de la Termodinámica. Limitaciones del Primer principio. Segundo principio. Aplicación de los principios. Ciclos reversibles, el ciclo de Carnot y su principio de funcionamiento. Rendimiento de máquinas trabajando con ciclos totalmente reversibles. La CTE como ejemplo de máquina térmica. Su principio de funcionamiento. La escala termodinámica de temperatura. Ejemplos.
Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con los conceptos fundamentales relacionados con la Termodinámica y sus principios.
Estrategia curricular que se implementa: Historia, Defensa.
Actividad 2- Tema 1- Seminario 1
Tema I: Principios de la Termodinámica.
Título: Aspectos teóricos asociados a los Principios de la Termodinámica.
Contenido: Sistema termodinámico. Los conceptos de proceso, ciclo, eficiencia, sistema, estado, equilibrio, propiedades, temperatura, presión y volumen específico. Trabajo en sistemas. Principios de la Termodinámica y sus aplicaciones. Calor específico a presión y volumen constante. Procesos reversibles e irreversibles. Reversibilidad interna y externa. Ciclos reversibles, el ciclo de Carnot y su principio. Rendimiento de máquinas trabajando con ciclos totalmente reversibles. El principio del aumento de entropía y su análisis en las máquinas irreversibles. Las funciones de

Helmholtz y Gibbs.

Objetivo: Consolidar aspectos teóricos asociados a los Principios de la Termodinámica.

Estrategia curricular que se implementa: Historia y Educativa.

Actividad 3- Tema 1- Clase práctica 1

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: El primer principio de la Termodinámica.

Contenido: Cálculo del Calor, trabajo, energía interna y entalpía en sistemas abiertos y cerrados.

Objetivo: Calcular los parámetros contenidos en el Primer principio de la Termodinámica.

Estrategia curricular que se implementa: Idioma, informatización.

Actividad 4- Tema 1- Clase práctica 2

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: El segundo principio de la Termodinámica.

Contenido: El segundo principio de la Termodinámica. Rendimiento de máquinas térmicas, trabajo neto, calor absorbido. La entropía.

Objetivo: Calcular el rendimiento, el trabajo neto, calor absorbido en máquinas térmicas.

Estrategia curricular que se implementa: Informatización.

Actividad 5- Tema 1- Conferencia 2

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: El gas ideal.

Contenido: Definición del modelo del Gas Ideal. Ecuación de estado y Constante universal de los gases. Energía interna y entalpía. Relación entre los calores específicos a presión y volumen constantes. La entropía. Los calores específicos medios. Tablas de las propiedades termodinámicas de los gases ideales. El gas perfecto, sus propiedades y procesos. Procesos politrópicos de un gas.

Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con los contenidos relacionados con el modelo del Gas Ideal.

Estrategia curricular que se implementa: Historia e idioma.

Actividad 6- Tema 1- Clase práctica 3

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: El gas ideal.

Contenido: Estado termodinámico y sus parámetros. Procesos en gases ideales. Tablas de las propiedades termodinámicas de los gases ideales. Procesos politrópicos de un gas.

Objetivos: Aplicar la ecuación universal de los gases ideales a procesos termodinámicos y calcular diferentes parámetros termodinámicos en procesos con gases ideales.

Estrategia curricular que se implementa: Idioma.

Actividad 7- Tema 1- Conferencia 3

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: Líquidos y vapores.

Contenido: Fases de una sustancia y diagrama de fases. Diagrama de propiedades. Líquido comprimido y subenfriado. Tabla de propiedades. Procesos en los vapores.

Ejemplos: explotación de los generadores de vapor en las industrias.

Objetivo: Exponer los principales aspectos teóricos-prácticos relacionados con los líquidos y vapores, así como las fases por la que puede transitar la sustancia de trabajo.

Estrategia curricular que se implementa: Formación económica y dirección

Actividad 8- Tema 1- Clase práctica 4

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: Líquidos y vapores.

Contenido: Propiedades termodinámicas de los líquidos y vapores. Uso práctico de las Tablas de propiedades del agua y el vapor.

Objetivo: Practicar la búsqueda de las propiedades termodinámicas mediante el uso de las Tablas de propiedades termodinámicas del agua y el vapor.

Estrategia curricular que se implementa: Informatización.

Actividad 9- Tema 1- Clase práctica 5

Tema I: Principios de la Termodinámica.

Título: Líquidos y vapores.

Contenido: Diagramas de propiedades de Molliere.

Objetivo: Practicar el uso de los diagramas de propiedades termodinámicas del agua.

Estrategia curricular que se implementa: Informatización e Idioma.

Actividad 10- Tema 1- Clase práctica 6

Primer Trabajo de control parcial.

Objetivo: Evaluar en los estudiantes la adquisición de los contenidos impartidos en el

primer tema de la asignatura.

Estrategia curricular que se implementa: Educativa.

Actividad 11- Tema 2- Conferencia 4

Tema II. Aire Húmedo y Refrigeración

Título: Propiedades de las mezclas de gases ideales.

Contenidos: Análisis gravimétrico. Análisis volumétrico. Propiedades de las mezclas de gases ideales. Mezcla de gases con vapor. Temperatura del punto de rocío. Mezclas gaseosas con un componente condensable. Aire húmedo. Diagrama psicrométrico. Procesos con aire húmedo. Mezcla de corrientes de aire húmedo. Torres de enfriamiento.

Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con las principales ecuaciones que permiten determinar las propiedades de la mezcla gases-vapor de agua y la representación de los procesos con aire húmedo en la carta psicrométrica.

Estrategia curricular que se implementa: Historia, Informatización.

Actividad 12- Tema 2- Clase práctica 7

Tema II. Aire Húmedo y Refrigeración

Título: Cálculo de las propiedades del aire húmedo.

Contenidos: Propiedades de la mezcla. Temperatura del punto de rocío. Temperatura a bulbo seco. Temperatura a bulbo húmedo. Humedad relativa. Humedad absoluta o específica. Diagrama psicrométrico. Procesos con aire húmedo. Calentamiento. Enfriamiento y deshumidificación. Humidificación de aire húmedo. Mezcla de corrientes de aire húmedo.

Objetivo: Calcular las propiedades del aire húmedo a través del uso de la carta psicrométrica.

Estrategia curricular que se implementa: Informatización.

Actividad 13- Tema 2- Conferencia 5

Tema II. Aire Húmedo y Refrigeración

Título: Ciclo de refrigeración por compresión mecánica de vapor.

Contenidos: Ciclo de refrigeración, métodos de obtención de frío, coeficiente de funcionamiento, el rendimiento de refrigeración. Ciclo de refrigeración de Carnot. Ciclos de refrigeración por compresión mecánica de vapor, el ciclo teórico de una sola etapa, Comparación del ciclo teórico de una sola etapa y el ciclo de Carnot. El ciclo real de una sola etapa. Ciclos de refrigeración por absorción. Tablas y diagramas de refrigerantes.

Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con las ecuaciones que permiten determinar los principales indicadores que caracterizan los ciclos de refrigeración de una etapa y con el trabajo de tablas y diagramas.

Estrategia curricular que se implementa: Formación económica y dirección, Medioambiente.

Actividad 14- Tema 2- Seminario 2

Tema II. Aire Húmedo y Refrigeración

Título: Refrigeración.

Contenidos: Métodos de obtención de frío artificial, coeficiente de funcionamiento, el rendimiento de refrigeración. Comparación del ciclo teórico de una sola etapa y el ciclo de Carnot. Ciclos de refrigeración por compresión mecánica de vapor, el ciclo teórico de una y múltiples etapas. Ciclos de refrigeración por absorción. Refrigerantes y medioambiente.

Objetivo: Consolidar las teorías que relacionan y caracterizan los sistemas de refrigeración y los refrigerantes.

Estrategia curricular que se implementa: Formación económica y dirección, Medioambiente.

Actividad 15- Tema 2- Clase práctica 8

Tema II. Aire Húmedo y Refrigeración

Título: Evaluación del ciclo de refrigeración por compresión mecánica de vapor.

Contenidos: Coeficiente de funcionamiento, el rendimiento de refrigeración. Temperatura y presión de ebullición. Temperatura y presión de condensación. Calor cedido por el condensador. Calor absorbido por el evaporador. Trabajo teórico del compresor. Efecto frigorífico. Cantidad de refrigerante. Tablas y diagramas de refrigerantes.

Objetivo: Calcular los principales indicadores que caracterizan los ciclos de refrigeración de una etapa, usando las tablas y diagramas de propiedades.

Estrategia curricular que se implementa: Formación económica y dirección, Medioambiente.

Actividad 16- Tema 3- Conferencia 6

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Combustión

Contenidos: El proceso de combustión. Características generales. Combustibles. Comburente: el aire. Productos de combustión. Estequiometría de los procesos de combustión. Balance de materia y energía. Entalpía de la reacción estándar. Reacción real. Entalpía de formación. Combustión en régimen estacionario. Primer principio. Variación de entalpía de una reacción: Ley de Hess. Potencia calorífica. Temperatura de la llama adiabática. Segundo principio. Combustión a volumen constante. La Combustión y su relación con la preparación para la defensa.

Objetivo: Familiarizar a los estudiantes con los diferentes tipos de combustibles y el

proceso de combustión.

Estrategia curricular que se implementa: Formación económica y dirección, Medioambiente e Idioma.

Actividad 17- Tema 3- Clase práctica 9

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Cálculo de la combustión

Contenidos: El proceso de combustión. Características generales. Combustibles. Comburente: el aire. Productos de combustión. Estequiometría de los procesos de combustión. Balance de materia y energía. Entalpía de la reacción estándar. Reacción real. Entalpía de formación. Combustión en régimen estacionario. Primer principio. Relación aire combustible. Exceso de aire.

Objetivo: Calcular la cantidad de calor desprendido durante la combustión y los parámetros que la caracterizan.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 18- Tema 3- Conferencia 7

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Ciclos de potencia.

Contenidos: La turbina de gas simple. El ciclo simple o abierto. El ciclo teórico de Brayton – Joule. La instalación de turbina de gas abierta con regeneración. El ciclo regenerativo. El ciclo teórico combinado de combustible. El ciclo Standard de aire. Comparación de los ciclos teóricos Otto, Diesel y combinado. Ciclos teóricos de aire equivalente a ciclos reales. La turbina de gas de propulsión a chorro. Balance de exergía.

Ciclos de potencia con vapor. El ciclo de Carnot empleando vapor. El ciclo teórico de Rankine. Sobrecalentamiento del vapor. El ciclo teórico con recalentamiento. El ciclo real.

Objetivos: Familiarizar a los estudiantes con los ciclos termodinámicos de potencia con gas y las ecuaciones que permiten determinar los principales indicadores que lo caracterizan.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 19- Tema 3- Seminario 3

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Ciclos de potencia.

Contenidos: La turbina de gas simple. El ciclo simple o abierto. El ciclo teórico de Brayton – Joule. La instalación de turbina de gas abierta con regeneración. El ciclo regenerativo, el ciclo con recalentamiento. Balance de exergía. El ciclo teórico combinado de combustible. El ciclo Standard de aire. Comparación de los ciclos teóricos Otto, Diesel y combinado. Ciclos teóricos de aire equivalente a ciclos reales. La turbina de gas de propulsión a chorro. Ciclos de potencia con vapor. El ciclo de Carnot empleando vapor. El ciclo teórico de Rankine. Sobrecalentamiento del vapor. El ciclo teórico con recalentamiento. El ciclo real.

Objetivo: Consolidar los contenidos relacionados con los ciclos de potencia con vapor y gas.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 20- Tema 3- Clase práctica 10

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Ciclo de potencia con vapor.

Contenidos: El ciclo regenerativo y el ciclo con recalentamiento. Balance de energía y exergía.

Objetivo: Calcular los principales indicadores que caracterizan los ciclos de potencia con vapor regenerativos.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 21- Tema 3- Conferencia 8

Tema III. Máquinas Térmicas.

Título: Ciclo de potencia con vapor con cogeneración.

Contenidos: Ciclo de potencia con vapor con cogeneración. Balance de energía y exergía.

Objetivos: Familiarizar a los estudiantes con los ciclos de potencia con vapor cogenerativos y las ecuaciones que permiten determinar los principales indicadores que lo caracterizan.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 22- Tema 3- Clase práctica 11

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Evaluación del ciclo teórico con recalentamiento.

Contenidos: Ciclo de potencia con vapor con cogeneración. Balance de energía y exergía.

Objetivo: Calcular los principales indicadores que caracterizan los ciclos

termodinámicos de potencia con vapor.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 23- Tema 3- Laboratorio 1

Tema III. Máquinas Térmicas

Título: Evaluación de un ciclo de potencia en un generador vapor.

Contenidos: Ciclos de potencia con vapor en los generadores de vapor.

Objetivo: Calcular los principales indicadores de eficiencia térmica y exergética que caracterizan a un generador de vapor.

Estrategia curricular que se implementa: Medioambiente y Formación económica y dirección.

Actividad 24- Tema 3- Clase práctica 12

Segundo Trabajo de Control

Objetivo: Evaluar en los estudiantes la adquisición de los contenidos impartidos en el segundo y tercer tema de la asignatura.

Estrategia curricular que se implementa: Educativa.

2.7- Valoración del trabajo realizado

Comparación entre el programa anterior y el propuesto

Partiendo de la problemática del trabajo para hacer las transformaciones, encaminadas a que el estudiante desarrolle en cada tema las habilidades necesarias, se disminuyeron las conferencias y aumentaron las actividades prácticas, siendo esta propuesta una forma efectiva de lograr habilidades en los estudiantes permitiendo que los mismos tengan el rol protagónico que se necesita en el proceso docente educativo.

Tabla 2.7. Comparación de la distribución del tiempo por temas

Actividades	Plan C Perfeccionado Con 80 horas					Plan D Con 48 horas				
	T-I (h)	T- II (h)	T- III (h)	Total (h)	%	T-I (h)	T- II (h)	T- III (h)	Total (h)	%
Conferencias	16	8	8	32	40	6	4	6	16	33,5
Clases Prácticas	20	12	10	42	52,5	12	4	8	24	50
Seminarios	4	2	0	6	7,5	2	2	2	6	12,5
Laboratorios	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
Total	40	22	18	80	100	20	10	18	48	100
Por ciento que representan las actividades prácticas					60	Por ciento que representan las actividades prácticas				66,5

Valoración de la nueva distribución por temas

Al valorar los resultados mostrados en la tabla 2.7 se aprecia que se mantiene el número de temas de la asignatura, pero se reduce en 32 horas el fondo de tiempo total (Por indicaciones del MES), se disminuyen en 16 horas el número de conferencias, siendo la distribución por temas como se expone a continuación: para el tema I se reducen las conferencias en 10 horas, y en los temas II y III se reducen en 4 y 2 horas, respectivamente. Estas reducciones de las horas de conferencias obedecen fundamentalmente a la complejidad de los contenidos que se imparten en los diferentes temas. En el primero de ellos (Principios de la Termodinámica) se abordan los conceptos fundamentales de la asignatura, es por ello que el profesor considera oportuno destinar solo una pequeña parte del fondo de tiempo a las conferencias, por cuanto considera que los conceptos más importantes son los que se tienen que

explicar en estas actividades y los restantes conceptos los estudiantes deben de ser capaces de asimilarlos a través del estudio independiente, los elementos antes mencionados son los que justifican la apreciable reducción del fondo de tiempo que se propone para el tema I en el Plan de Estudio D. En los dos últimos temas de la asignatura las reducciones son menos significativas porque la complejidad e importancia de los contenidos a impartir requieren necesariamente de la presencia del profesor.

Comparando la distribución que se propone en este trabajo (Para el Plan D) con el plan actual (C Perfeccionado) se observa el incremento en 6,5% de las actividades prácticas y el predominio de las mismas que representan el 66,5%, del total. En la nueva planificación se incluyen conferencias con el uso de medios visuales (videos instructivos, Proyector de video, Pancartas con esquemas de los ciclos termodinámicos) lo que facilitará de forma significativa el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se prevé que se realicen visitas a la industria del territorio y en éstas se desarrollen algunas actividades como laboratorios, seminarios y conferencias, además de la interacción estudio-trabajo, necesaria para la formación integral de los futuros egresados.

Aplicación de las estrategias de desarrollo en la asignatura

Se aplicarán las estrategias de desarrollo de: Idioma, Informatización, Formación Económica y Dirección, Medioambiente. Historia y la Educativa, según la distribución concebida en el programa analítico de la asignatura.

La estrategia de idioma estará presente en los tres temas con el empleo de literatura obtenida en Internet en idioma inglés, ruso, portugués y los libros de consulta declarados en el plan bibliográfico. La estrategia de Informatización se ejecutará mediante la solución de tareas extraclases y prácticas virtuales utilizando los software (Excel, Mathcad, Stargrath) y otros que por las características de las tareas lo requiera. Los restantes programas se ejecutarán realizando comparaciones y escogiendo las zonas y parámetros óptimos de trabajo de las máquinas térmicas, así como, el impacto en el medio ambiente que estas provocan.

En el epígrafe 2.6 se particulariza en qué actividades se hará efectiva la implementación de las estrategias curriculares, sin embargo es responsabilidad del profesor el cumplimiento estricto de la planificación propuesta en la presente investigación.

Valoración final del trabajo

Las modificaciones realizadas al programa de la asignatura que se exponen en este trabajo estuvieron sustentadas fundamentalmente en el mejoramiento de la calidad de las actividades planificadas y no en la cantidad de éstas, aunque de forma general se logró un incremento de las actividades prácticas a realizar por los estudiantes. Otro elemento que se consideró en la propuesta fue la consecutividad de los contenidos a impartir, los cuales se ordenaron de forma armónica y coherente en correspondencia con las necesidades y capacidades de los estudiantes.

Con la realización del trabajo se obtuvieron medios de enseñanzas (planos actualizados de máquinas térmicas, videos instructivos y materiales de consulta por temas para las conferencias y las actividades prácticas) que contribuyen al desarrollo adecuado de la asignatura, lo que tributa a la elevación de la calidad del contenido que se imparte y en general del egresado.

Lo anteriormente expuesto permite afirmar que el trabajo constituye en el plano social un elemento de importancia, pues está diseñado para perfeccionar la metodología de enseñanza de la Termodinámica, mostrando una vía adecuada para el desarrollo de la misma y de esta forma elevar la calidad científico-técnica de los egresados, de modo que puedan responder a las exigencias actuales y futuras, este perfeccionamiento del proceso docente-educativo provocará una mayor profundización y asimilación de los conocimientos, logrando dotar a los egresados de las herramientas y conocimientos que le permitan enfrentarse a los problemas de la sociedad y resolverlos.

2.8- Conclusiones del Capítulo 2

- Se estableció una propuesta metodológica para la impartición de la asignatura Termodinámica que considera la reducción de las actividades de conferencia y el aumento de las actividades práctica, promoviendo la autoasimilación de los conocimientos por parte de los estudiantes.
- En la propuesta realizada se reducen las actividades de conferencias en 16 horas y se incrementan las actividades prácticas en un 6,5%. Lo que está en correspondencia con las indicaciones del Ministerio de Educación Superior para el Plan de Estudio D.

Conclusiones generales

- En los trabajos precedentes consultados se aborda la estructuración y perfeccionamiento metodológico de las diferentes asignaturas impartidas en la carrera Ingeniería Mecánica, sin embargo no se reportan estudios relacionados con la asignatura Termodinámica para la carrera Ingeniería Eléctrica.
- Se comprobó, a través del análisis de la estructura metodológica actual, que la misma presenta deficiencias entre la que se manifiestan la incongruencia en las horas destinadas a las diferentes actividades docentes y insuficiencia en la disponibilidad de utilización de medios de enseñanza en la impartición de los contenidos.
- En la nueva distribución realizada se mantiene el número de temas de la asignatura, pero se reduce en 32 horas el fondo de tiempo total, se disminuyen en 16 horas el número de conferencias, reduciéndose en 10, 4 y 2 horas para los temas I, II y III, respectivamente. Lo que está en correspondencia con las indicaciones del Ministerio de Educación Superior para el Plan de Estudio D.
- La estructuración metodológica propuesta en el trabajo permite la reducción del número de conferencias y el incremento de las actividades prácticas en 6,5%, este último incluye el aumento de horas destinadas a los seminarios y laboratorios.
- Se confeccionaron los materiales de apoyo para la docencia, los mismos incluyen los folletos para la impartición de las conferencias y las actividades prácticas. En ellos se exponen explícitamente las actividades donde se implementan las estrategias curriculares definidas por el Ministerio de Educación Superior.



Recomendaciones

- Perfeccionar la estructuración metodológica propuesta, considerando las nuevas indicaciones e instrucciones ministeriales establecidas.
- Impartir la asignatura Termodinámica en la carrera Ingeniería Eléctrica teniendo en cuenta la estructuración metodológica propuesta y los folletos confeccionados para la impartición de las conferencias y las actividades prácticas.
- Confeccionar la guía de estudio independiente para cada tema, lo cual facilitará la orientación de los estudiantes en su estudio individual.

Referencias bibliográficas

1. ALPAJÓN, 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. ALTSHULER, J. “Los estudios de la Ingeniería Eléctrica en Cuba hasta la reforma de los años sesenta”, Revista Referencia Pedagógica, CREA, No. 1, ISBN: 959-261-005-3. 2000.
3. ÁLVAREZ, C. “El diseño curricular en la Educación Superior Cubana”, Revista Pedagogía Universitaria, Vol. 1, No. 1, Ministerio de Educación Superior. 1996a.
4. ÁLVAREZ, 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.
5. BAUTA, 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.
6. BORGES, H. *Perfeccionamiento metodológico de la asignatura Mecánica Teórica I*. E.E. Guzmán (tutor). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2003. 123 h.
7. BRUNET, 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.
8. Colectivo de Autores. *Generadores de Vapor*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1970.
9. CORDERO, 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.

10. GIRÓ, Y. Reestructuración metodológica de la asignatura Termodinámica Técnica para la carrera Ingeniería Mecánica. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2008. 58 h.
11. LAMORÚ, M.; A. REYES. *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.
12. MARIÑO, Y. *Perfeccionamiento del proceso docente educativo de la asignatura Complementos de Mecánica para la carrera de Ingeniería Eléctrica*. E. Góngora Leyva; D. E. Fonseca Navarro (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2004. 61 h.
13. MÉNDEZ, 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.
14. MÉNDEZ, 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.
15. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES). "Documento Base para la elaboración de los Planes de Estudio C", Dirección Docente Metodológica, República de Cuba. 1987.
16. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES). "Plan de Estudio "C" de la carrera de Ingeniería Eléctrica", Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, La Habana. 1990.
17. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES) "Documento Base para la elaboración de los Planes de Estudio "C Perfeccionados"". Dirección de Formación de Profesionales, La Habana. 1995.
18. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES). "Plan de Estudio "C Perfeccionado" de la carrera de Ingeniería Eléctrica", Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. La Habana. 1997.

19. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES). Documento Base para la elaboración de los Planes de Estudio D. Dirección de Formación de Profesionales, La Habana. 2003.
20. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR (MES). “Plan de Estudio “D” de la carrera de Ingeniería Eléctrica”, Comisión Nacional de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, La Habana. 2007a.
21. NAVARRO, 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.
22. NICLE, 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. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2003. 68 h.
23. OROZCO, Y. Perfeccionamiento metodológico de la asignatura Generación, transporte y usos del vapor. Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2007. 65p.
24. PEÑA, 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.
25. PÉREZ, D. “Cien años de enseñanza de la ingeniería y la arquitectura en Cuba”, Revista Referencia Pedagógica, CREA, No. 1, ISBN: 959-261-005-3. 2000.
26. SPENCER, Y. *Preparación metodológica de la asignatura Refrigeración, Climatización y Ventilación*. E. Góngora Leyva; D. E. Fonseca Navarro (tutores). Trabajo de Diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 2005. 49 h.
27. VECINO, F. “Prólogo” del libro: Los fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior, de N. F. Talízina, Departamento de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior, Universidad de la Habana. 1985.



28. VELÁZQUEZ, 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.
29. VILARAGUT, M. "Informe presentado a la Junta de Acreditación Nacional, como resultado de la autoevaluación realizada a la carrera de Ingeniería Eléctrica en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), para la solicitud de Acreditación", Dirección de Formación de Profesionales, Ministerio de Educación Superior. 2003.