

La asignatura Metodología de la Investigación Tecnológica. Una experiencia cubana en la formación del Ingeniero Mecánico.

F. Cavas-Martínez⁽¹⁾, F. Iznaga Benítez⁽²⁾, M. Pérez Lazo de la Vega⁽²⁾, F. Acosta Ruiz⁽²⁾

(1) Dpto. de Expresión Gráfica. Universidad Politécnica de Cartagena
francisco.cavas@upct.es

(2) Facultad de Ingeniería Mecánica. CUJAE

Aunque con diferencia de enfoque y de nombres, existe hoy una marcada tendencia a considerar necesaria la inclusión de ciertos contenidos de Metodología de la Investigación, en el currículo de los estudios de postgrado para la titulación de Magister o Doctorado. Sin embargo, resulta un tanto contradictorio que una asignatura de semejantes objetivos no se incluya en el currículo de pregrado de las universidades, en concordancia con la presencia de la componente investigativa que se declara en los planes de estudio.

Este trabajo tiene como objetivo propiciar el intercambio de experiencias en torno a la introducción de la asignatura “Metodología de la Investigación”, en sus variantes Científica y Tecnológica”, incluida en el currículo de las carreras de ingeniería en Cuba, tomando como referencia los resultados en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, de La Habana, conjugada con la disciplina integradora denominada “Proyecto de Ingeniería Mecánica” (PIM), que se imparte en los años 3º y 4º de la carrera, hasta concretarse en el Trabajo de Diploma de culminación de estudios.

La investigación tiene su génesis en el curso 2002-03 y se desarrolló según las siguientes etapas: aplicación del programa de la asignatura MIC indicado por la Comisión de Carrera; diagnóstico para valorar su aplicación; elaboración de la estrategia didáctica para la formación y desarrollo de habilidades investigativas; puesta en práctica y valoración de resultados; análisis de las transformaciones a considerar en la asignatura, incluyendo su concreción actual, bajo la denominación de Metodología de la Investigación Tecnológica (MIT).

Finalmente, contando con la colaboración de colegas españoles, ha sido posible realizar un análisis de las Guías Docentes de la mayoría de las universidades españolas –consideradas como modelo referente– con el objetivo de conocer si existían resultados de experiencias similares, y esto ha permitido constatar que la inclusión de asignaturas homólogas (MIC o MIT) no se relacionan en planes de estudio de las universidades españolas consultadas.

INTRODUCCIÓN

A comienzos de la década del 2000, treinta años después de la creación del Ministerio de Educación Superior, en Cuba, el modelo de formación básica del profesional había alcanzado, en general, sus principales objetivos, puestos en función del encargo social. Visto en la distancia, se puede considerar que es el momento a partir del cual se produce el tránsito hacia una fase en la que la formación continua mira hacia la titulación de Master, asociada o no con la posterior titulación de Doctor en Ciencias.

Una de las asignaturas que de inmediato se establece en el currículo de esos estudios es la Metodología de la Investigación Científica, de manera que el aspirante transita por un camino investigativo que se inicia con la identificación de un *problema científico* y culmina años después con la presentación y defensa de un informe o tesis en el que se devela la solución al problema.

Es común encontrar actualmente este modelo de postgrado en la mayoría de las universidades, de manera más o menos formalizada, pero curiosamente, una búsqueda similar realizada por los autores, tomando como referencia las universidades e institutos

superiores de España y varios países de América Latina, permitió constatar que no existe, en los currículos de pregrado, una asignatura concebida para planificar metodológicamente la componente investigativa del modelo de formación, aunque suele aparecer declarada en los planes de estudio de muchas universidades

De esta realidad se desprende una pregunta, que al mismo tiempo parece no tener respuesta: ¿Es que acaso el desarrollo de habilidades investigativas, a nivel de pregrado, no parte de problematizar la realidad, no requiere de un diseño teórico metodológico que permita formular y constatar hipótesis, aplicando métodos científicos de investigación?

Para ser justos, Cuba se encuentra entre los pocos países en los que es posible encontrar la asignatura “Metodología de la Investigación”, en estudios de pregrado, contextualizada en sus versiones «científica» (MIC), «tecnológica» (MIT), «educativa» (MIE), etc., estructurada de manera análoga a como sus homólogos lo son en los estudios de postgrado.

Es precisamente sobre el análisis de los resultados de esta experiencia, que alcanza ya más de 10 años de aplicación práctica, que se sustenta la presente ponencia, tomando como referencia el contexto de las Ciencias Técnicas, en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica de La Habana (CUJAE).

En este sentido, este trabajo tiene como objetivo propiciar el intercambio de experiencias con colegas españoles, en torno a la introducción de la asignatura “Metodología de la Investigación”, en sus componentes Científica y Tecnológica”, en el currículo de las carreras de ingeniería en Cuba.

En su estructura, la ponencia toca cuatro aspectos principales: primeras experiencias, estudio diagnóstico para identificar las habilidades investigativas presentes en la primera fase, concepción metodológica de impartición de la asignatura y finalmente proceso de integración con las asignaturas optativas e integradoras que fijan las menciones de salida previstas en la formación del ingeniero mecánico que necesita el país.

DESARROLLO

Antecedentes

La introducción de la Metodología de la Investigación Científica, como asignatura del currículo de pregrado en la enseñanza superior de Cuba, se produce en las carreras de ciencias sociales, a finales de la década de los 80, extendiéndose paulatinamente a otras carreras, de manera que a finales de la década de los 90, específicamente en la Carrera de Ingeniería Mecánica, en la Universidad Politécnica de La Habana (CUJAE), se imparte a los estudiantes que cursan el 3er año, en los Cursos Regulares, siguiéndose la concepción didáctica que pudiera denominarse típica, heredada de la experiencia conocida en asignaturas homólogas, impartidas en carreras de Ciencias Sociales.

Tal comportamiento, natural en la experiencia tomada de la enseñanza de postgrado, también aparece reportado en la forma como asumen la formación de habilidades investigativas en otras universidades latinoamericanas. Según Padrón[1], en un estudio amplio sobre los problemas que enfrenta la organización de la investigación universitaria, este autor parte de reconocer que no está en discusión ni la cantidad ni la calidad de la investigación que se realiza en las universidades (concretamente de Venezuela), sino, por ejemplo, la falta de consenso acerca de qué cosas debían considerarse investigación y qué cosas no; y sobre todo, la evidencia de que el asunto metodológico y epistemológico es más bien pequeño en comparación con el asunto organizacional.

Esta ambigüedad, que en el caso de las Ciencias Técnicas se traduce en la dicotomía entre hacer Ingeniería o hacer Investigación, es una evidencia –que todavía se manifiesta- de la falta de comprensión de que la planificación de una investigación se conjugue, desde su génesis, con un diseño teórico metodológico acorde con el tipo de investigación que se desea asumir.

Primeras experiencias. Estudio diagnóstico sobre el desarrollo de las habilidades investigativas.

A comienzos de la década del 2000, la «Metodología de la Investigación Científica» cuenta ya con algunos cursos académicos de implementación, con resultados modestos, y existe consenso sobre la conveniencia de realizar un estudio que permita identificar a cuáles habilidades investigativas debe tributar la formación del ingeniero mecánico.

Con ese fin y con respaldo oficial del Ministerio de Educación Superior, se llevó a cabo el proyecto “Estrategia metodológica para el desarrollo de habilidades investigativas en los profesionales de Ciencias técnicas” [2], con la participación de 11 investigadores, de los cuales 8 poseían el título de Doctor en Ciencias.

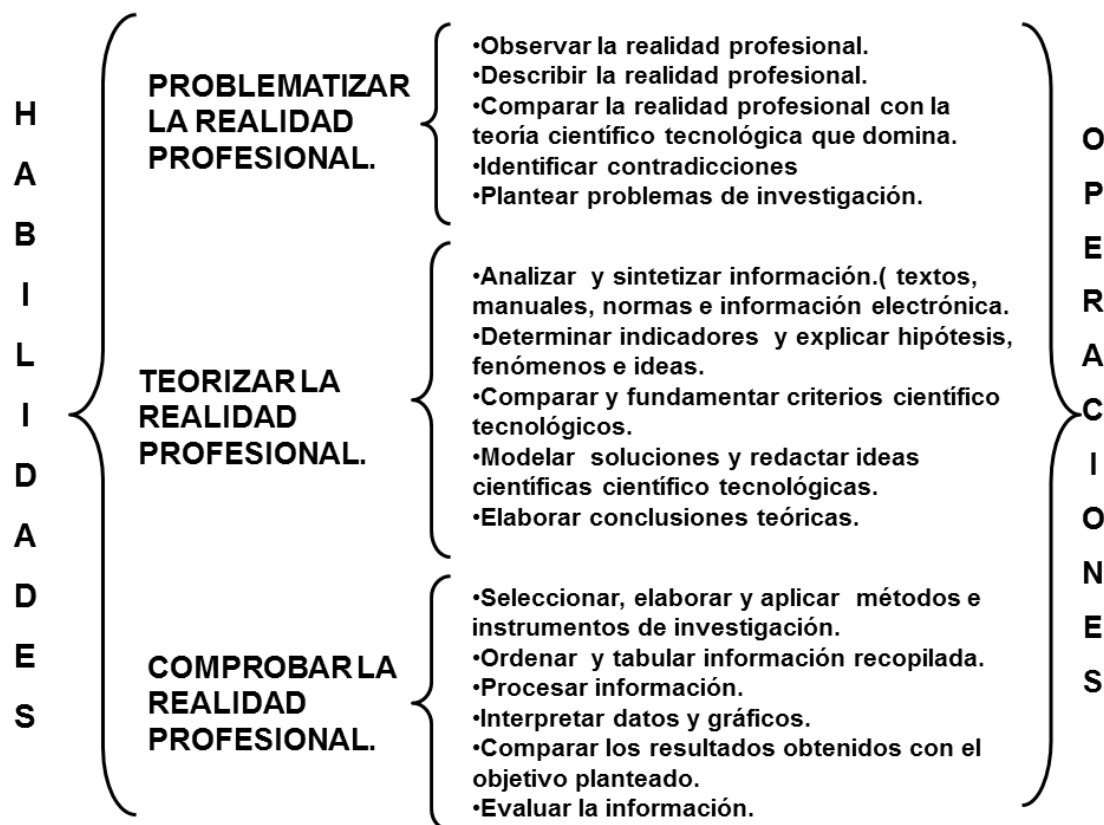


Figura 1. Propuesta de habilidades científico investigativas a desarrollar. [2]

La figura 1 muestra las variables y sus correspondientes indicadores, tenidos en cuenta en el proceso investigativo, llevado a cabo durante el año 2003, según el reporte correspondiente emitido por el investigador principal [2].

Como fundamento teórico, las tres variables objeto de valoración se asumieron a partir de las definiciones dadas en la tesis doctoral de M. V. Chirino [3], expresadas en los siguientes términos:

a) Problematizar la realidad profesional

Es la acción de percibir contradicciones y codificarlas en relaciones ingenieriles esenciales propias del perfil profesional, mediante la comparación de los conocimientos de las ciencias de la ingeniería con el funcionamiento de equipos, procesos, flujos de producción, organización de la producción, sistemas de mantenimiento, consumo de energía, entre otras acciones básicas de los modos de actuación profesional, lo que conduce a la identificación y formulación de problemas de carácter profesional”.

b) Teorizar la realidad profesional

Es la búsqueda, aplicación y socialización de los conocimientos científicos esenciales para interpretar la realidad profesional y asumir posiciones personales científicas y éticas que le permitan proyectarla de forma enriquecida.

c) Comprobar la realidad profesional

Es la verificación permanente del proceso y los resultados de la aplicación de propuestas tecnológicas que constituyen alternativas científicas de solución a los problemas de la realidad profesional, lo que permite evaluar sus logros y dificultades desde posiciones científicas y éticas, que contribuyan a su perfeccionamiento continuo a partir de su introducción en la práctica profesional.

Las principales situaciones identificadas en esta investigación fueron las siguientes [2]:

- De los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje, *académico, laboral e investigativo*, éste último es el menos logrado a la hora de su instrumentación.
- Aunque se declara el componente investigativo, éste no se define bien ni conceptual ni metodológicamente, limitando la forma en que debe instrumentarse.
- La evaluación de las competencias y habilidades declaradas en el modelo del profesional se centran más en los aspectos tecnológicos. La evaluación de los trabajos de diploma se concentra en la integración y sistematización de los conocimientos y habilidades asimilados durante la carrera. Las habilidades investigativas necesarias para ese trabajo no son objeto directo de evaluación, sino que subyacen.
- Las evaluaciones continúan centradas en el resultado y aunque se trabaja con la modalidad de examen escrito donde hay más posibilidades de medir el proceso, lo referente a las habilidades investigativas que le permiten arribar a determinadas conclusiones, aún está ausente.

Además es importante significar de manera especial que:

- La incorrecta identificación, formulación y planteamiento del problema son acciones que el profesional tiene que realizar en su vida laboral y para lo cual no ha sido preparado, pues de acuerdo con el modelo del profesional, la preparación está dirigida a resolverlos. Ante esto, las asignaturas se subordinan a este estilo de trabajo y en consecuencia la acción problematizar, como componente estructural de la actividad investigativa no está presente, y en consecuencia se origina una ruptura en la estructura funcional del proceso investigativo.
- Aunque los objetivos declarados en las diferentes asignaturas suponen que puedan cumplimentarse a partir del desarrollo de habilidades investigativas, su redacción no concreta la intencionalidad, quedando en manos de cada docente que se desarrollen o no las habilidades investigativas en los estudiantes.

Como se puede apreciar, estos resultados, que aunque esperados, no dejaban de ser un índice que visualiza la situación real en las aulas, donde la componente investigativa no pasaba de ser una declaración de principios.

Pudiera pensarse que, transcurridos diez años, la situación debe haber cambiado, pero si bien institucionalmente hay evidencias de una tendencia a dar la necesaria importancia a las investigaciones que realizan los profesores, reflejándose esto en la obtención de grados científicos, el hecho concreto es que esta realidad no tiene un reflejo concreto en las aulas. Los motivos no son nuevos, más bien se corresponden con el comportamiento en otros países; Padrón [1] lo expresa de la siguiente manera:

“Los datos esenciales que llevan a describir la Investigación Universitaria como un hecho individual, son los siguientes: el investigador selecciona su tema particular, formula su propio problema de estudio, elabora su plan de trabajo, lo canaliza a través de ciertos mecanismos administrativos, lo ejecuta y, finalmente, consigna los resultados en un paper publicable.

Podemos decir que la máxima aspiración de un investigador o el destino final de un trabajo de investigación está en la publicación del reporte en una revista indexada. Nada más.”

Cuesta trabajo pensar que esta referencia refleja una realidad universitaria de hace más de 10 años. Sin embargo, si bien la situación no es diferente en la Facultad de Ingeniería Mecánica en que se desempeñan los autores, existen hechos concretos, relacionados con el rol que la asignatura «Metodología de la Investigación Tecnológica» (MIT) ha jugado en el último quinquenio, ganando paulatinamente terreno en la valoración que los profesores vinculados a las asignaturas de proyectos, así como los tutores de proyectos y trabajos de diploma, están asumiendo respecto a la validez de la presencia

Cambios en la concepción metodológica de impartición. Tránsito de la MIC a MIT.

A partir de los resultados del diagnóstico y de la propia experiencia de los docentes que imparten esta asignatura, paulatinamente se fue haciendo evidente la necesidad de “ir más allá” y llevar a las aulas de pregrado las modificaciones que ya se venían implementando en las Maestrías y otros cursos de postgrado, tanto en Cuba como en países con los que la Facultad de Ingeniería Mecánica tiene convenios de colaboración.

Es decir, a partir de la experiencia realizada durante dos cursos académicos, la Comisión de Carrera de la facultad aprobó introducir los cambios necesarios al programa de la asignatura MIC [4], para transformarla en MIT [5] a partir del curso 2010-11.

En el plano metodológico, la asignatura se ha ido estructurando paulatinamente en torno a un modelo pedagógico centrado en el empleo de métodos productivos de enseñanza aprendizaje, empleando esencialmente la evaluación formativa.

Esto significa que sus 30 horas lectivas, suelen distribuirse según el calendario que muestra la siguiente tabla.

Semana	Actividad A	Actividad B	Observaciones
1	CT1	CP1	
2	CT2	---	
3	CP2	CP3	Evaluación-1
4	CT3	---	
5	CP4	CP5	Evaluación-2
6	CT4	---	
7	S1 (4h)		Seminario evaluado
8	T6	---	Proyecto PIM
9	Discusión (6h)/grupo		Discusión Final
Leyenda: (CT) – Clase Teórica (CP) – Clase Práctica (S) – Seminario			

Tabla 1. Calendario típico de actividades lectivas en la asignatura MIT.

A esta secuencia se corresponden las siguientes indicaciones metodológicas:

- En las Clases Teóricas (CT) se imparten los fundamentos teóricos de la asignatura, ilustrados con ejemplos tomados de la práctica real, empleando medios de enseñanza apropiados para presentar los contenidos.
- En las Clases Prácticas (CP) se presentan a los estudiantes ejemplos reales de diseños de investigación, para realizar el análisis crítico y proponer modificaciones al diseño, trabajando en equipos.
- Como preparación para el Seminario evaluado, se indica el análisis crítico de un Trabajo de Diploma real (o incluso una Tesis de Maestría). La nueva versión, fruto de este análisis crítico, será defendida por el estudiante mediante intercambio oral con el profesor.
- La evaluación final, formativa, se plantea a partir de que cada estudiante ya cuenta con un proyecto PIM que debe desarrollar, con ayuda de su tutor. La nota final de la asignatura MIT está en función del diseño de investigación que el estudiante realice

para el PIM. Se trata de un proceso interactivo alumno-profesor, y se defiende en un encuentro final oral, individual.

No obstante los esfuerzos de integración realizados, en los debates e intercambios sostenidos entre los especialistas que integran la Comisión de Carrera, en la Facultad de Ingeniería Mecánica [6], la práctica se puede inferir que existen aspectos asociados a la concepción primaria del PIM, que no contribuyen a que la asignatura integradora aporte los resultados esperados. Al respecto, tres razones que merecen comentarse son las siguientes:

- En primer lugar, los beneficios que aporta la asignatura MIT al desarrollo del PIM I, que se imparten en el 3er año, se minimizan en el orden práctico si al transitar al 4to año, (y posteriormente al Diploma) el vínculo MIT -> PIM II es casi nulo, debido esencialmente a que el rigor exigido por parte de los tutores de los proyectos que desarrollan los estudiantes en el PIM II no es suficiente para que dichos proyectos cumplan con los requerimientos que para el Diseño Teórico Metodológico fueron establecidos en la asignatura MIT, recibida en el 3er año de la carrera.
- Si bien en la concepción primigenia del plan de estudio [7], el Proyecto de Ingeniería Mecánica (PIM) se sustentaba en la idea de una vinculación estrecha entre la universidad y la industria, en la práctica esto no siempre se ha logrado, existiendo limitantes para alcanzar el objetivo de que cada estudiante, a partir del 3er año de la carrera, trabaje en un proyecto real, en contacto directo con la industria mecánica del país.
- La experiencia de varios años de impartición de la asignatura Metodología de la Investigación (MIC y MIT), evidencian que, al menos en el PIM I, se está violando la etapa reproductiva del aprendizaje, pues los estudiantes se suelen enfrentar a problemas reales, sin antes haber “aprendido”, a nivel reproductivo, los aspectos más generales que conforman un proyecto de ingeniería, objetivo que se debe alcanzar mediante la vinculación real MIT- PIM I.

De lo dicho, resulta evidente la necesidad de dar un nuevo paso en el perfeccionamiento continuo que sustenta la Educación Superior en Cuba, acción que se puso en marcha en el presente curso 2011-12, para hacerse efectiva de acuerdo con las transformaciones que se comentan a continuación.

Hacia una nueva concepción del plan de estudio. Papel relevante de la asignatura MIT

Han transcurrido más de 10 años desde que en la Carrera de Ingeniería Mecánica se introdujera, en su plan de estudio, la asignatura MIC. De entonces a la fecha, y de manera paulatina, se han ido haciendo patentes la contribución real que tributa a la formación del ingeniero, sobre la base de dejar sentadas las diferencias y las correspondencias entre «hacer ingeniería» y «hacer investigación tecnológica en la ingeniería».

Pero en la actualidad, a partir de un estudio realizado [8] por una comisión especial, integrada por más de 10 Doctores en Ciencias de la Facultad de Ingeniería Mecánica, de la CUJAE, que ha sustentado a su vez sus consideraciones en referentes como la Comisión Boyer [9], el proyecto Bolonia [10] y los lineamientos de la política económica y social para la universidad cubana [11], entre otros, se han llegado a conclusiones importantes que incluyen la propuesta de modificaciones al plan de estudio «D», con el objetivo específico de fortalecer el vínculo MIT -> PIM, lo que implica además una integración cabal de gran parte del claustro y se logra una interrelación real entre el currículo de los años 3º a 5º, con un enlace dado a través de un conjunto de asignaturas optativas que en algún sentido van direccionando hacia donde debe dirigirse la formación básica del estudiante, en función de sus preferencias.

Cabe señalar además que, en la génesis de estas transformaciones, está también la contribución de los colegas españoles, de las universidades de Cartagena y La Laguna, con quienes hemos intercambiado opiniones y hemos recibido su ayuda, facilitando el acceso a las Guías Docentes de asignaturas análogas -que se cursan en postgrado- y en general a literatura especializada que ha permitido a los autores tener una visión más universal de la problemática abordada en la ponencia. De hecho, la presentación de esta experiencia en el

marco de este evento refleja la intención de los autores de buscar en el ámbito de las universidades españolas posibles colegas interesados en los resultados de esta experiencia, con vistas a establecer convenios de intercambio académico en este sentido, con la perspectiva de llevar la experiencia a las aulas de pregrado de las universidades españolas, y poder evaluar, en condiciones tecnológicamente diferentes, sus resultados.

El siguiente esquema resume la esencia de las modificaciones propuestas.

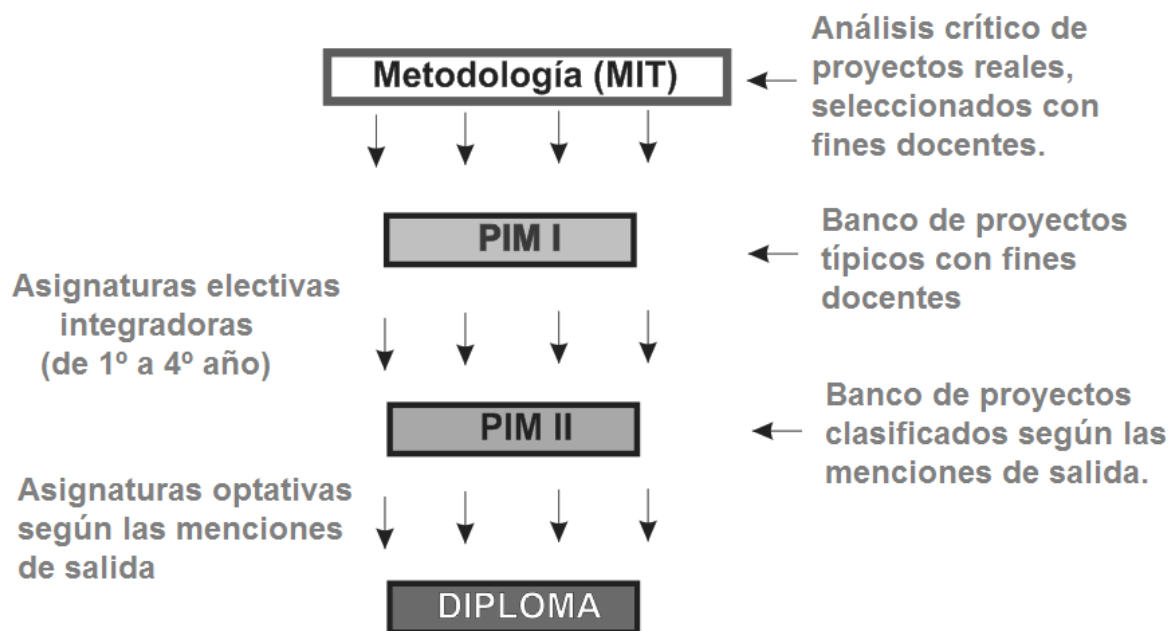


Figura 2. Modelo de interrelación entre la MIT y la asignatura integradora PIM.

En esencia, se trata de una propuesta de Concepción Teórica Metodológica para la estructuración sistémica de los Proyectos de Ingeniería Mecánica (PIM), en función del currículo de los años 3°, 4° y 5°, y que a diferencia de la concepción metodológica anterior se sustenta en la interrelación con el conjunto de asignaturas electivas y optativas que apuntan hacia las menciones de salida que finalmente se concretan en el Diploma de culminación de estudios, manera que los graduados, teniendo una titulación única que se registra como Ingeniero Mecánico, se les ofrece en tanto una preparación específica, con cierto grado de preparación en ramas específicas que ofrecen las principales opciones laborales que responden a los planes de desarrollo del país.

Este esquema se asocia a los siguientes criterios:

A) Tercer año

- La asignatura Metodología de la Investigación Tecnológica (MIT) establece las pautas para la planificación y desarrollo de los proyectos, trabajando con ejemplos típicos correspondientes a las menciones de salidas de la carrera, que responden a su vez a los intereses de la nación en la rama de la Ingeniería Mecánica.
- La MIT se integra al PIM I a través de los proyectos típicos, de objetivos didácticos, que en cada curso se seleccionan de un banco de proyectos que son desarrollados por el estudiante a partir de: la guía para el desarrollo de los proyectos, los conocimientos adquiridos en asignaturas ya cursadas del currículo o durante el propio PIM, actividad que es orientada y supervisada directamente por el Tutor, es decir, el profesor que personalmente atiende el proyecto en cuestión y por tanto se encuentra especializado en esa materia.
- Derivado de lo anterior, se ofrecen asignaturas integradoras electivas que vinculan conocimientos de los años 1° al 4° (inclusive), asociadas a las menciones de salida de

la carrera y son el soporte teórico para que el estudiante pueda desarrollar, sin dejar vacíos, los objetivos del PIM II en el siguiente año.

B) Cuarto año

- A partir del PIM II es posible ofrecer asignaturas optativas que van a fijar definitivamente la mención de salida que tendrá cada estudiante en su trabajo de culminación de estudios.

C) Quinto año

El trabajo de Diploma culmina estructuralmente la estrategia trazada. Comparte el tiempo con el correspondiente Taller de Tesis (es decir, la extensión de la MIT al quinto año) y con asignaturas de formación general que modelan el perfil social del recién graduado, como por ejemplo, *Ética de la profesión, Seguridad Vial y Elementos de Pedagogía*.

CONCLUSIONES

Tras una década de experiencias acumuladas en la impartición de contenidos de Metodología de la Investigación en la carrera de Ingeniería Mecánica, los autores del presente trabajo unen sus esfuerzos con la intención de divulgar en el contexto español y latinoamericano (por extensión) los resultados alcanzados y las perspectivas que se derivan como parte del proceso de perfeccionamiento continuo que caracteriza al modelo conceptual de la Educación Superior cubana.

En este sentido, la ponencia comenta los elementos que han caracterizado las fases por las que ha transitado este proceso, desde su propia génesis, de manera que los colegas españoles puedan familiarizarse con esta propuesta, evaluarla como posibilidad transferible al contexto español, y en consecuencia, disponer de criterios de juicio y referentes de contacto, tanto en Cuba como en España, que permitan a ambas partes promover un intercambio directo en esta materia.

REFERENCIAS

- [1] J. Padrón. *El problema de organizar la investigación universitaria*. www.monografias.com/trabajos7/inun/inun.zip (2001).
- [2] E. Hernández, *Estrategia metodológica para el desarrollo de habilidades investigativas en los profesionales de Ciencias Técnicas*, Informe de investigación, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE (2003).
- [3] M. Chirino, *Perfeccionamiento de la formación inicial investigativa de los profesionales de la Educación*, Tesis Doctoral, La Habana, (2003).
- [4] M. Pérez, *Programa de la asignatura Metodología de la Investigación*, Plan de estudios D, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, La Habana, (2008).
- [5] F. Acosta, *Programa de la asignatura Metodología de la Investigación Tecnológica*, Plan de estudios D, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, La Habana, (2010).
- [6] I. Mecánica, *Actas de las reuniones ordinarias de la Comisión de Carrera*, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, La Habana (2011).
- [7] MES, *Plan de Estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica*, Plan D, Ministerio de Educación Superior, Cuba (2005).
- [8] M. Rodríguez y otros, *Propuesta de modificaciones al plan de estudios «D» Ingeniería Mecánica*, Comisión de Especialistas del Colectivo de Carrera, Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, La Habana (2012).
- [9] The Boyer Commission on Educating Undergraduates in the Research University, *REINVENTING UNDERGRADUATE EDUCATION: Three Years After the Boyer*, (2002).
- [10] Proyecto Bolonia. *Experiencias de Implante en la Universidad de Murcia*, (2005).
- [11] MES, *Seminario Nacional de Preparación del Curso 2011-12*, Ministerio de Educación Superior, Cuba, (2011).