

## **Una respuesta universitaria necesaria a la producción y la eficiencia en Latinoamérica**

### *Universities' Necessary Response to Production and Efficiency in Latin America*

Francisco Martínez Pérez<sup>1\*</sup>

Angel Sánchez Rodríguez<sup>1</sup>

Jesús Cabrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios para la Ingeniería de Mantenimiento (CEIM), Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia. [fmartinez@ceim.cujae.edu.cu](mailto:fmartinez@ceim.cujae.edu.cu)

#### **RESUMEN**

Cuba ha desarrollado una gran experiencia en el desarrollo de sus planes de estudios, donde se han ido combinando lo mejor de la práctica internacional con la experiencia de sus docentes en preparación metodológica, docente y de investigación aplicada y de desarrollo. El Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento de la Universidad Tecnológica de La Habana, respondiendo a una necesidad social y productiva del país que también es necesaria para el continente americano, ha conformado una propuesta de plan de estudios en Ingeniería en Mantenimiento que es presentado en el presente trabajo.

**Palabras claves:** ahorro energético, formación continua, mantenimiento, pedagogía, plan de estudios, posgrado.

#### **ABSTRACT**

*Cuba has gathered a great deal of experience in improving curricula, using other countries' experiences therein as models, and profiting greatly from its teachers' training in methodology, teaching, and applied research, and development. In response to the*

*country's social and productivity needs which other Latin American countries also have, the Center for Studies on Maintenance Engineering at the Technological University of Havana has suggested a Maintenance Engineering curriculum which is presented in this paper.*

**Keywords:** *energy efficiency, continuous training, maintenance, pedagogy, curriculum, postgraduate course.*

Recibido: 20/7/2018

Aceptado: 25/9/2018

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento del ciclo de vida de los activos físicos es una necesidad de toda la sociedad, basada en la sostenibilidad de los recursos y de la calidad de vida en cualquier sector productivo y de servicios. Ejemplos fehacientes se pueden apreciar en los activos físicos del sistema energético, del transporte, de los viales, en las edificaciones, en la agroindustria, en el sistema de salud, en el sistema educacional, el sector público, el sector turístico (se incluyen grandes termoeléctricas, cientos de instalaciones de generación distribuida, hospitales, hoteles, instalaciones de la industria minera, azucarera, sideromecánica, la agroindustria, la industria alimentaria, el sector del transporte, las edificaciones públicas, los viales, etc.).

Esta necesidad requiere de profesionales integralmente formados, a los que se les garantice también una formación continua (Macián *et al.*, 2001; Colectivo de Autores, 2012; Martínez, 2006), con la que no solo se logre la especialización necesaria, sino también y de forma flexible las nuevas tecnologías que surjan y las respuestas a las diferentes ramas donde el Mantenimiento tiene que desempeñar un rol esencial.

La enseñanza de la Ingeniería, principalmente en varios países de América Latina, ha estado caracterizada por marcadas tendencias al diseño, los proyectos, la manufactura y la administración empresarial en general, con una insuficiente cultura del mantenimiento de los activos físicos y los costos del ciclo de vida, faltando la multidisciplinariedad en la toma

de decisiones, al menos, a niveles de plantas. En el contexto latinoamericano esta carrera está poco desarrollada. Solamente en unas diez universidades se recoge información al respecto, siendo más generalizada la tendencia hacia los cursos de posgrado y algunas maestrías en el campo de la Ingeniería de Mantenimiento. Esto hace que se requiera un cambio cualitativo y cuantitativo en los modos de actuación del nuevo ingeniero de mantenimiento, diferente de las otras carreras existentes y de su enfoque, así como de las posibilidades de su posterior especialización.

En este trabajo se expone la experiencia desarrollada por el Centro de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de La Habana, de conjunto con otras facultades del propio Centro, en intercambio con Organismos de la producción y los servicios de Cuba, en la creación de una nueva carrera de Ingeniería en Mantenimiento y en su posterior especialización (Martínez, 2006; Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, 2000). También enriquece el trabajo los intercambios tenidos en cuenta en diversos países del continente, tanto en colaboración como en la impartición de pregrados y posgrados relacionados con la materia.

## **DESARROLLO**

La experiencia demuestra que la formación de un ingeniero de mantenimiento debe poseer un perfil integrador y ser un profesional que tenga conocimientos, habilidades y valores que le permiten incorporar a su actividad, en beneficio de la sociedad, los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología con una visión técnico-económica y un adecuado uso de los recursos humanos y materiales, haciendo énfasis en la seguridad, la fiabilidad, la calidad, la protección al medio ambiente y la racionalidad energética, que esté preparado para insertarse en los diversos procesos, inherentes a la función mantenimiento, que se presentan en los sistemas tecnológicos más frecuentes, los inmuebles, los viales y los sistemas con tecnologías especializadas propias, considerando en todos los casos el contexto operacional. Así podrá ejercer la función mantenimiento en correspondencia con el nivel tecnológico existente y tendrá la capacidad necesaria para la asimilación de la transferencia de tecnologías asociadas con su profesión (Martínez, 2010; Martínez, 2017).

Basado en lo anterior, el objeto de esta profesión será el de los diversos procesos que

componen la actividad de mantenimiento que hacen posible y sostenible la continuidad de las funciones integralmente de los activos físicos, de los inmuebles, sistemas tecnológicos básicos y los especializados en cada entidad a lo largo de su ciclo de vida con eficiencia y seguridad, preservando el medio ambiente y la eficiencia energética, para un entorno específico.

A su vez, será el objeto de su trabajo la planificación, ejecución, seguimiento y análisis de indicadores técnico-económicos, así como la mejora continua de las labores de mantenimiento en las acciones de tareas reactivas, proactivas y de rehabilitación de los diversos activos físicos, que intervienen en los servicios o procesos productivos, preservando la eficiencia, la seguridad y el medio ambiente en las condiciones propias de cada entorno y tipo de negocio bajo bases sociales, técnicas y económicas (Dhillon, 2002; González, 2003; Monchy, 1990; Rey, 1996; Rey, 2001; Smith, 2001).

Todo el sistema de objetivos de la carrera estará dirigido a formar un profesional integral con los conocimientos, habilidades y valores necesarios para atender los sistemas y procesos más frecuentes, de manera que pueda asumir la responsabilidad de ejercer la función mantenimiento con un enfoque integral de factibilidad técnico-económica y sostenibilidad.

Para lograr esto, el plan de estudios estará conformado de tal forma que satisfaga y de respuesta a determinadas exigencias que se consideran necesarias, entre las cuales están:

1. El nombre de la carrera no solo implica que el estudiante al finalizar sus estudios será un ingeniero dedicado al mantenimiento, sino que desde los primeros años este comprenda que la ingeniería en mantenimiento es la forma más moderna y actualizada de entender la función y organización del mantenimiento y, por tanto, como concepto, será la aplicación de las ciencias aplicadas, los conocimientos y las habilidades de las ingenierías a los recursos necesarios para desarrollar la función mantenimiento, preservando el costo del ciclo de vida de los activos físicos, teniendo en cuenta su eficiencia y calidad en determinado contexto operacional, cumplimentando los requerimientos de seguridad y medio ambiente.
2. Por diversas razones (Macián *et al.*, 2001), los estudiantes de esta carrera necesitan de una motivación, que, por supuesto, se sale de los marcos de la enseñanza

universitaria; pero, al menos en esta y para lograr este propósito, entre los objetivos declarados en la carrera están:

- Desarrollar y promover actitudes tendientes a la autopreparación permanente como expresión de la condición esencial de la vida profesional.
- Desarrollar habilidades de trabajo en grupos que le permitan establecer relaciones adecuadas con jefes y subordinados en la solución de tareas profesionales.
- Valorar el impacto e importancia social del trabajo que realiza y transmitir los elementos fundamentales de la cultura de mantenimiento.

Y desde el primer año:

- Elevar el conocimiento del desarrollo histórico, técnico y cultural de la profesión del Ingeniero de Mantenimiento.
  - Cumplimentar los objetivos específicos de la asignatura Introducción a la Ingeniería a partir de una descripción e identificación de las instalaciones y los sistemas tecnológicos.
  - Conocer el papel del mantenimiento en la evolución de la humanidad y su importancia para su país.
  - Identificar el concepto de mantenimiento y conocer las funciones e importancia del mismo en lo productivo y lo social.
3. El plan de estudios está conformado siguiendo un esquema de combinar la teoría y la práctica y el quehacer del ingeniero en mantenimiento. El elemento principal del plan es un proyecto integrador formado por tres proyectos llevados a cabo en diferentes niveles de la formación del profesional (Fundamentos de la función mantenimiento y Gestión de Portadores Energéticos, Ciclo de vida de activos físicos y Proyección y planificación del mantenimiento). A su vez, a estos proyectos intermedios, así como uno integrador, tributan las disciplinas principales de la carrera, conformadas a su vez por diferentes asignaturas.

Por otra parte, la formación de las disciplinas básicas debe ser empleada en las diferentes disciplinas, tanto para que el futuro profesional aprenda su utilidad, como para que prácticamente la ejercite. Finalmente, el plan culmina con un trabajo o proyecto, aplicado a

la producción y los servicios y que, a su vez, responde a los proyectos de investigación de la facultad.

La formación de este profesional está basada en la concepción de una pedagogía de formación de profesionales de perfil amplio, que, como se declare en los objetivos, den respuesta a los problemas con los conocimientos, habilidades y valores necesarios para atender los sistemas y procesos más frecuentes, lo que indica que no es un especialista en mantenimiento. Esto obliga a que los profesionales que egresen de esta carrera deben tener garantizada, posteriormente y desde su puesto de trabajo, una formación continua que no solo contribuya a su formación como especialista de la rama, sino también a su preparación para dar respuesta a las necesidades de la producción y los servicios, producto de las nuevas tecnologías que el desarrollo científico-técnico genere y de los activos más modernos que el país vaya adquiriendo o desarrollando.

La concepción del plan de estudios debe tener en cuenta que el Mantenimiento esencialmente está conformado por dos aspectos: la Gestión del Mantenimiento y la Ingeniería de este. La gestión como todo proceso de dirección debe incluir el estudio de su organización, planificación, ejecución y control, derivándose de este último las acciones correctivas de mejoras. La Ingeniería, por su parte, debe contener fundamentos de inspección y diagnóstico, herramientas de aplicación del mantenimiento y concepciones modernas en cuanto a los sistemas de mantenimiento a emplear, no con criterios absolutos, sino de una estructuración adecuadamente combinada. Una propuesta del plan de estudios, conformado por asignaturas básicas, básicas específicas y de ejercicio de la profesión puede apreciarse en el Anexo 1.

Dado el desarrollo alcanzado por los sistemas de mantenimiento, se ha elevado el nivel requerido por el personal que gerencia las actividades relacionadas con los servicios técnicos y de mantenimiento, con una especial atención a aquellas tecnologías necesarias para lo que aplican mantenimiento. Es por ello que la formación continua y la certificación se ha convertido en una tarea prioritaria para las empresas competitivas y de alto nivel. La formación, además, puede garantizar los niveles de capacitación en aquellas materias contenidas dentro de las normas ISO, tanto en cuanto a materias como vibraciones y lubricación. Para ello se deben desarrollar cursos de posgrado, diplomados y especialidades como primer escalón de programa de posgrado para la industria y los servicios.

La concepción en los programas de posgrado es la de un ciclo básico común formado por aquellas asignaturas que todo profesional, especialista en Mantenimiento, debe conocer y, a partir de este y de forma flexible, pueden contener diferentes salidas que tienen en cuenta el área de trabajo de los profesionales. Ya se han dado numerosas respuestas dentro del país tanto en el área del turismo en cuanto a los servicios, como a la producción energética, la industria farmacéutica en la producción, por solo citar algunos casos. De igual forma la experiencia ha sido llevada también a algunos países de América Latina y en colaboración con diferentes universidades.

## CONCLUSIONES

La necesidad de potenciar nuevos conocimientos y habilidades multidisciplinarios con un enfoque multitecnológico y de gestión, a través de todas las disciplinas y prácticas profesionales, basándose en el mejoramiento del costo del ciclo de vida de los sistemas, procesos y activos físicos en forma integral y sostenible en un país eminentemente explotador de tecnologías, como es el caso de nuestros países latinoamericanos, debe ser abordado en la nueva carrera de Ingeniería en Mantenimiento, con un enfoque integrador con soluciones técnico-económicas en los procesos de operación y mantenimiento, enfocado al proceso productivo o de servicio, asegurando la calidad competitiva y sostenible. Esto debe ser complementado con actividades de posgrado de diferente índole, que permitan, también, estructurar un plan de formación continua para esta rama de la ingeniería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLECTIVO DE AUTORES (2012): *Mantenimiento Productivo Total. Lecturas Escogidas*, Publicaciones TEC, Tecnológico de Costa Rica, San Juan.
- DHILLON, B. S. (2002): *Engineering Maintenance. A Modern Approach*, CRC Press, Boca Raton.
- GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER (2003): *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*, Fundación Confemetal, Madrid.

- MACIÁN, V.; LARRAZ, PEDRO; ROSILLO, J.; JIMÉNEZ, VICENTE; MITJAVILA, J. y GRIERA, J. (2001): *Debate sobre el empleo y la Formación en el Mantenimiento*, Asociación española de Mantenimiento, PUNTEX, España
- Martínez, F. (2006): *Centro de Estudios de Ingeniería en Mantenimiento*, Facultad de Construcción de Maquinarias, Universidad Tecnológica de La Habana, «José A. Echeverría», Cuba.
- MARTÍNEZ, F. (2010): *Tribología Integral*, Editorial Noriega, México.
- Martínez, F. (2017): «Mantenimiento Industrial. Conceptos y aplicaciones», inédito, La Habana.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA REPÚBLICA DE CUBA (2000): *Normativas para la formación de Carreras Universitarias*, La Habana.
- MONCHY, FRANÇOIS (1990): *Teoría y práctica el mantenimiento industrial*, Masson, Barcelona.
- REY, FRANCISCO (1996): *Hacia la excelencia en mantenimiento*, TGP Hoshin, Madrid.
- REY, FRANCISCO (2001): *Manual del mantenimiento integral en la empresa*, Fundación Confemetal, Madrid.
- SMITH, DAVID JOHN (2001): *Reliability, Maintainability and Risk: Practical Methods for Engineers*, Butterworth Heinemann, Oxford.

## **Anexos**

### **Anexo 1.** Propuesta de Plan de Estudios en la carrera de Ingeniería de Mantenimiento

#### **Asignaturas básicas:**

- Introducción a la ingeniería. Mantenimiento como parte integral del diseño y el ciclo de vida de los activos
- Matemática
- Estadística
- Química Inorgánica y Orgánica
- Física
- Historia del mantenimiento. Tipos de Mantenimiento

#### **Asignaturas básicas específicas:**

- Mecánica Teórica
- Resistencia de Materiales
- Hidráulica
- Termodinámica
- Eléctrica y Electrónica
- Tribología (Fricción, Lubricación y Desgaste)
- Materiales de Ingeniería

#### **Asignaturas de ejercicio de la profesión:**

- Gestión e Ingeniería de mantenimiento
- Análisis de fallas. Herramientas en el Mantenimiento
- Inspección y Diagnóstico. Tecnologías de Diagnóstico
- Corrosión
- Logística del Mantenimiento