

MODELO HOLÍSTICO PARA EL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES INTEGRADAS DEL INGENIERO MECÁNICO

Dr. Víctor Gustavo Gómez Rodríguez, Dr. Juan A. Castellanos Álvarez, Ing.
Noemí Delgado Álvarez, Dr. Ramón Pérez Gálvez

*Grupo de Enseñanza de la Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Carretera a Rodas km. 4
Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba. vgomez@ucf.edu.cu*

RESUMEN

Se presenta una propuesta para perfeccionar el currículo de las carreras de Ingeniería enfocadas al desarrollo de habilidades integradas a partir de criterios holísticos. La propuesta del Modelo Holístico Alternativo facilita la nueva visión educativa en el aprendizaje (aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser) y al estar sustentado en el método científico de solución de problemas, permite buscar diferentes alternativas en el modelo pedagógico que se desarrolle sobre la base de un enfoque comprensivo, metodológico y estructurado apuntando hacia tres dimensiones fundamentales: la instructiva, la educativa y la holística. La aplicación de este enfoque implica cambios curriculares factibles de implementar con el objetivo de lograr un egresado competente en correspondencia con las exigencias del entorno en que desempeñará su labor profesional.

Palabras Claves: Habilidades, competencias profesionales, currículo, ingeniería

1. INTRODUCCIÓN

La combinación de eventos mundiales y los adelantos tecnológicos han provocado profundos cambios en la Educación de la Ingeniería. La actividad educacional requiere cada vez más de un alto desarrollo de la ciencia y la tecnología para proyectar con adecuadas bases teóricas y prácticas, los modelos educativos que aporten los fundamentos epistemológicos, metodológicos y prácticos para alcanzar un aprendizaje desarrollador en la época actual.

El análisis de los adelantos en el contexto de la investigación curricular para el perfeccionamiento de la Educación en Ingeniería ha permitido conceptualizar las tendencias que se constituyen en premisas para el mejoramiento en el modelo instructivo y educativo del Ingeniero entre las que se encuentran la reducción del plazo de vida de las ideas científicas, la explosión en el volumen de la información científico-técnica, el aumento de la velocidad de renovación de productos y de la base técnico-productiva, el aumento de la complejidad de las tareas y la necesidad de nuevas actitudes éticas en el desempeño profesional.

El programa o currículo de un Plan de Estudio de Ingeniería es el conjunto organizado de objetivos, habilidades, contenidos y actividades que constituyen la base de la formación y capacitación del Ingeniero que cada universidad egresa, cuyo diseño obedece a una serie de pasos lógicos y cuya identificación y análisis permite la formulación, puesta en marcha y evaluación racional y sistemática de dicho plan en el cual, un componente muy importante lo constituye la definición del perfil profesional, constituido por las características personales, culturales, profesionales y ciudadanas que debe tener un Ingeniero en la perspectiva de su desempeño activo y de los objetivos que se fija la sociedad.

La Educación Superior Cubana suscribe el principio del perfeccionamiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje los cuales se desarrollan en distintos niveles. El primer nivel es el que se produce en el proceso mismo de su aplicación y permite la actualización de su contenido. El segundo, es el resultado de la acumulación de los cambios del primero y permite canalizar transformaciones más trascendentes que se materializan en el perfeccionamiento de los planes y programas de estudio [1].

La elaboración de los planes y programas de estudios de las diferentes generaciones por la que ha transitado la Educación Superior han implicado cambios profundos en la organización y planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje. El diseño curricular para una profesión toma como eje la necesidad social, lo que permite una mejor vinculación entre el proceso de formación y sus resultados, con las exigencias y necesidades del mundo laboral.

La Universidad está consciente de que la transmisión de conocimientos teóricos y el desarrollo de habilidades profesionales no son su única responsabilidad de manera que constituye un elemento esencial la formación de personalidades que, junto con una sólida formación académica y científica, logren altos valores éticos, una fuerte identidad nacional y latinoamericana y sean conscientes de su responsabilidad social.

El problema de la integración de los conocimientos y las habilidades, es una tarea que sigue siendo objeto de atención en las universidades. Los cambios que se han introducido en la formulación de los objetivos en términos de habilidades, constituye una alternativa viable a la solución de tal problemática por la posibilidad que brinda de seleccionar aquellos contenidos que se requieren [2, 3]. De manera que el objetivo no está totalmente formulado cuando se declara que el estudiante sabe una ley, sino cuando dice lo que es capaz de hacer con esa ley: definirla, deducirla, explicarla, aplicarla. Es por ello, que se afirma que el objetivo tiene como núcleo a la habilidad y por consiguiente, al elaborarlo, hay que precisar los tipos de habilidades que se vinculan con un conocimiento dado.

En la Nueva Universidad, los modelos de enseñanza basados en la resolución de problemas donde se sitúa al estudiante en el centro de la actividad cognoscitiva, ganan cada vez mayor espacio y tienen como fin que los estudiantes sean sujetos activos en la adquisición de los conocimientos y el desarrollo de sus propias habilidades.

2. LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA Y EL CURRÍCULO.

2.1 Elementos para la definición de habilidades y competencias.

Se espera que los ingenieros egresados posean educación, conocimientos y habilidades en alguna especialidad de la Ingeniería, más allá de los que tienen las personas en general, por lo que deben mantenerse actualizados de los cambios tecnológicos a través de una educación continuada. También deben poseer una disposición hacia el conocimiento avanzado, los ideales y la práctica, y deben compartir los conocimientos con sus colegas al trabajar en grupos. El Ingeniero debe desarrollar el sentido de la responsabilidad y de servicio ante la sociedad donde predomine la honestidad y la sensibilidad.

Se han definido, de acuerdo a una investigación desarrollada en Cuba por Martha Arana [3, 4, 5], los rasgos que deben caracterizar al Ingeniero como profesional:

- Poseer una sólida formación técnico-económica.
- Contar con un tipo de pensamiento lógico, heurístico, divergente, pragmático, abstracto, científico, sistémico, capaz de modelar sus ideas, flexible para asimilar los cambios rápidamente y crear un universo material nuevo.
- Poseer una mentalidad amplia, concreta, de cambio, de visión de futuro, creativa.
- Tener capacidad de dirección.
- Desarrollar la comunicación, realizar trabajos en grupos cooperativos y saber tomar decisiones en condiciones de riesgo e incertidumbre.
- Poseer una formación cultural capaz de desarrollar las relaciones humanas.
- Poseer un desarrollo estético por medio del virtuosismo profesional y la imaginación.

De igual forma, los investigadores de la Universidad Javeriana de Bogotá [5] plantean que se necesita formar un ingeniero con las siguientes cualidades:

- Un alto conocimiento científico.

- Capaz de entender la tecnología del futuro.
- Con más habilidades y destrezas que hoy.
- Con conocimientos básicos de ciencias de la ingeniería y formación básica profunda.
- Capaz de encontrar información para la solución de problemas.
- Con excelentes habilidades de comunicación.
- Capaz de trabajar en grupos multidisciplinarios.
- Con permanente disposición creativa e innovadora.
- Con una sólida formación cultural y humanística.
- Con sobresaliente capacidad para resolver problemas.

Sin embargo, es frecuente encontrar en la práctica que las visiones, acciones y expectativas de los empleadores, en la mayoría de los casos, no son analizadas o solo son consideradas indirectamente. Generalmente en el diseño del Plan de Estudios está presente la visión de los empleadores pero al respecto surgen varias interrogantes [6, 7]:

- ✓ ¿Durante su ejecución se logra el modo de actuación que fue previsto en el mismo?,
- ✓ ¿Cómo se puede evaluar esta correspondencia?,
- ✓ ¿Cómo conocer si dicho proceso es un proceso ascendente?

Por lo que se sabe en relación a otros contextos, los empleadores no parecen estar impulsados únicamente por la lógica de la tecnología o de la economía representada en las calificaciones obtenidas por los egresados en la etapa de formación. Por ejemplo, Thomas Nicastro [7], detalla entre las habilidades exigidas por los empleadores: saber aprender, saber redactar y usar la computación, saber escuchar y comunicar ideas, poseer pensamiento creativo y capacidad para solucionar problemas, una alta autoestima, motivación y orientación al desarrollo, ser capaz de relacionarse con los demás, negociar y trabajar en equipos, estar orientado hacia la efectividad de la organización y asumir roles de liderazgo.

Mario Letelier [7], ha reiterado que las señales que llegan a las Universidades del campo empresarial hacen ver que ciertos rasgos de la personalidad vinculados a las cualidades requeridas no se encuentran suficientemente desarrollados en los ingenieros actuales. El espíritu empresarial, la creatividad, la capacidad de comunicación, la empatía, la capacidad de organizar y liderar y la capacidad para actualizar conocimientos y estudiar en forma autónoma inciden fuertemente en las áreas afectiva, potencial y sicomotriz, las cuales no son cultivadas con la suficiente intensidad y amplitud con que la realidad laboral lo hacen aconsejable.

Determinadas habilidades asociadas al área cognitiva requieren ser fortalecidas. El proceso de gestión curricular debe apoyarse en las ideas y concepciones científicas más actualizadas y progresistas existentes y que tome en cuenta de forma holística el pensamiento más avanzado y los estudios realizados acerca del Diseño Curricular [8].

2.2 Evaluación de la efectividad formativa del curriculum tradicional

En diagnósticos realizados por el Grupo de Enseñanza de la Ingeniería de la Universidad de Cienfuegos se detectaron un conjunto de deficiencias formativas en los egresados. En las

tablas siguientes se muestran aquellos cuya efectividad formativa no sobrepasó el 30 % a criterio de expertos, egresados y empleadores.

En lo referente al desarrollo de habilidades profesionales del Ingeniero se pudo constatar que el liderazgo y la serendipia eran las habilidades menos logradas durante su formación (tabla 1):

Tabla 1 Aspectos de baja efectividad formativa entre las habilidades profesionales.

Aspectos	Efectividad
Liderazgo	28.5 %
Serendipia	14.3 %

Con respecto al desarrollo de habilidades generales del Ingeniero, según los criterios de la OIT, entre las de menos efectividad formativa se definieron las mostradas en la tabla 2:

Tabla 2 Aspectos de baja efectividad formativa entre las habilidades generales.

Aspectos	Efectividad
Desarrollar una comunicación adecuada en lengua materna e idioma inglés e interpretar y redactar documentos en ambos idiomas	28.5 %
Utilizar las técnicas de dirección, de trabajo en grupo y de cálculo económico	28.5 %

Dentro de las necesidades más puntuales planteadas por organismos y organizaciones internacionales como ASME y ABET y definidas por egresados y empleadores como aquellas de menor efectividad a lo largo de la carrera con el modelo formativo tradicional se encuentran:

Tabla 2 Aspectos de baja efectividad entre las necesidad formativas.

Aspectos	Efectividad
Habilidades de comunicación	14.3 %
Capacidad de trabajar en grupos multidisciplinarios	28.5 %
Sólida formación cultural y humanística	14.3 %
Capacidad para resolver problemas	14.3 %

2.3 Propuesta de Modelo Holístico

El modelo propuesto en la Universidad de Cienfuegos, concibe la formación de los ingenieros como un sistema dinámico y como comunidad de aprendizaje que posibilita aprender y enseñar. Este Modelo Holístico Alternativo está basado en un paradigma comprensivo y metodológico que estructura las dimensiones instructiva, educativa y holística. Su propósito principal se centra en el desarrollo integral del estudiante como ser humano capaz de solucionar problemas en su contexto con un alto sentido de compromiso y responsabilidad.

El enfoque alternativo del modelo esta dado en la integración de las tres dimensiones mencionadas que posibilita una visión educativa en el aprendizaje basada en: aprender a conocer, aprender a actuar, aprender a vivir juntos, aprender a ser.

La perspectiva humanística interpretativa constituye el fundamento metodológico esencial empleado para obtener las características del modelo propuesto. Como resultado del trabajo se

ofrecen las regularidades que caracterizan al Modelo Pedagógico Holístico Alternativo, para la formación de Ingenieros, las que integran tres ejes principales:

- El objeto de la profesión y la formación de habilidades profesionales,
- El enfoque científico para la solución de problemas profesionales,
- La formación ética del ingeniero contemporáneo.

Basado en estas premisas, la investigación educativa condujo a la formulación del Modelo Pedagógico Holístico Alternativo como un paradigma comprensivo y metodológico para reestructurar la educación de los Ingenieros en todos sus aspectos: la naturaleza y el contenido del currículo, la función de los docentes, estudiantes y coordinadores de formación, el método con que se enfoca el proceso de aprender y la importancia de los valores.

En este modelo, el perfil de los Ingenieros y sus competencias se fundamenta estratégicamente en la educación holística, la cual facilita un marco coherente e integral que incluye todos los aspectos a ser considerados en un modelo educacional competitivo, basado en un conjunto de diferentes principios acerca del pensamiento y el aprendizaje, sobre la inteligencia, la ciencia, las teorías cognitivas, el desarrollo sustentable, el medio ambiente y el ser humano que se pretende formar. El considerar un modelo holístico como el nuevo paradigma educativo del presente, permite recuperar el mejor conocimiento de diferentes campos e integrarlos con los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología y posibilita una visión holística de la educación. El enfoque alternativo de este modelo facilita la nueva visión educativa en el aprendizaje y permite buscar diferentes alternativas sobre la base de un enfoque comprensivo, metodológico y estructurado en las siguientes dimensiones:

- Dimensión Instructiva: Con el desarrollo de los procesos de aprendizaje en función de los núcleos permanentes de la ciencia y la innovación tecnológica con una alta integración de conocimientos, habilidades y capacidades.
- Dimensión Educativa: Incidiendo en la evolución de la personalidad, para formar los valores humanos y profesionales y desarrollar las potencialidades para enfrentar con éxito el mundo de la competencia y la competitividad.
- Dimensión Holística: Es la concepción donde el problema a resolver se aborda desde varios puntos de vista integrando lo científico, lo heurístico y lo transdisciplinar, en un marco ético de valores morales y compromiso social.

Las dimensiones instructiva y educativa constituyen un par dialéctico y deben ser desarrolladas como un todo único, aún en las diferentes estrategias alternativas como un proceso pedagógico profesional.

En trabajos anteriores [9] se han presentado las características y diferencias fundamentales de la educación Mecanicista y la Holística. Es esta última la que sirve como fundamento teórico del Modelo Alternativo propuesto para la formación de Ingenieros.

Este modelo pedagógico propone que en el proceso docente educativo las actividades académicas, laborales e investigativas deben estructurarse como un todo, en las asignaturas,

es decir, deben contener el conocimiento y las habilidades no solo de las teorías sino de las actividades laborales y las científico-investigativas. Este proceso posee como totalidad una cualidad, la laboral, que se precisa en todos y cada uno de sus componentes.

Es característico del Modelo Holístico Alternativo la diversidad de métodos de aprendizaje lo que posibilita que el Ingeniero egresado esté dotado de recursos intelectuales para continuar educándose por sí mismo. Al utilizar el método problémico se establece un proceso de desarrollo de la actividad independiente y creadora, y por ende investigativa.

2.4 El tratamiento y definición de las Habilidades Integradas

Si se asume que la habilidad es la asimilación por el sujeto de modos de realización de la actividad, que tienen como base un conjunto determinado de conocimientos y hábitos, sustentado por un conjunto de características, cualidades, actitudes y valores del desarrollo de la personalidad [8] entonces es necesario destacar que la habilidad es un concepto donde se vinculan aspectos psicológicos y pedagógicos indisolublemente unidos.

El profesor al seleccionar los contenidos de la enseñanza debe tener presente, además de los conocimientos de la asignatura que deben ser asimilados por los estudiantes, los tipos de acciones generales y específicas y el sistema de habilidades de la asignatura ya que éstos sólo pueden ser asimilados cuando los estudiantes realizan acciones con los mismos.

Las habilidades profesionales son las propias del ejercicio de la profesión y se definen en función de la asimilación por el estudiante de los modos de actuación de aquella actividad que está relacionada con el campo de acción de su futura labor y que tienen como base los conocimientos de la carrera, los hábitos inherentes a la profesión y los valores a formar. La práctica ha demostrado que en la Educación en Ingeniería es necesario integrar tanto las habilidades profesionales como las habilidades de pensamiento, las de procesamiento de la información y las de comunicación [10, 11].

Documentos de la ASME plantean consideraciones e interrogantes sobre el perfeccionamiento del currículo de Ingeniería y varios talleres similares han sesionado en los más recientes Congresos Internacionales de Ingeniería. Muchos expertos señalan que estas discusiones deben volverse parte de una actividad que potencie el perfeccionamiento continuo de la Enseñanza de la Ingeniería. Sin embargo, el acuerdo sobre cuáles son las habilidades integradas que son deseadas y factibles de alcanzar puede significar el punto de sintonía para armonizar los desafíos de los diferentes diseños curriculares de la Ingeniería frente al encargo social y los diferentes requerimientos del mundo contemporáneo.

Para la determinación del sistema de habilidades profesionales inherentes a la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cienfuegos, Cuba se partió de:

1. Análisis de los documentos normativos de los planes de estudio, programas y el modelo del profesional vigente.
2. Consideración de las habilidades de obligada formación en los egresados universitarios que integran conocimientos que llevados al nivel de aplicación profesional permitan

dominar las técnicas para mantener la información actualizada, investigar sobre el ejercicio profesional, saber establecer vínculos con el contexto social y gerenciar los recursos materiales y humanos.

3. Consulta permanente en los colectivos de disciplina, asignatura y año académico.
4. Análisis en los Consejos de Carrera de las propuestas efectuadas.
5. Derivación de habilidades por año académico.
6. Análisis del rol de cada asignatura, con su sistema específico de habilidades profesionales, en el desarrollo de las habilidades integradas del año y la carrera.
7. Elaboración de las estrategias para la formación de las habilidades por disciplinas, asignaturas y carrera en función de las invariantes presentes en cada programa.

Desde la dimensión holística se respetaron los principios de que las habilidades se identifican a partir de las cualidades deseadas en un profesional universitario, se forman desde el primer año de la carrera y se desarrollan a lo largo de ella, se evalúan a partir de proyectos diseñados por años o grupos y de forma individual, se integran en un sistema donde cada una está en conexión con los restantes, se convierten en el método fundamental de aprendizaje que dura toda la vida y potencian el logro de la interdisciplinariedad.

Se partió, desde el inicio del desarrollo de la propuesta, de que la formación avanzada de habilidades se fundamenta en recursos intelectuales que operan en cuatro niveles: conocimiento cognoscitivo o saber qué, habilidades avanzadas o saber cómo, entendimiento del sistema o saber por qué y creatividad automotivada o cuidar por qué.

Así mismo, se respetaron un conjunto de habilidades profesionales generales que, a criterio de ASME y ABET, debía poseer el Ingeniero Mecánico egresado [5]:

- Aplicar apropiadamente los conocimientos de matemática, ciencia e Ingeniería.
- Diseñar y conducir experimentos analizar e interpretar datos.
- Diseñar sistemas, componentes, o procesos para enfrentar las necesidades.
- Identificar, formular, y resolver los problemas de la Ingeniería.
- Integrarse a equipos multidisciplinarios.
- Comunicarse eficazmente.
- Usar las técnicas y herramientas necesarias de la Ingeniería moderna en la práctica.
- Compromiso profesional y ético (responsabilidad)
- Poseer la educación ancha necesaria para entender el impacto de diseñar las soluciones en determinado contexto o entorno social.
- Poseer conocimiento de los problemas contemporáneos.
- Crear habilidades que comprometan con la necesidad del aprendizaje toda la vida.

Se consideraron un conjunto de ideas claves que, según algunas investigaciones desarrolladas muy recientemente en la Universidad de Cienfuegos [12], debían ser integradas al proceso de formación de habilidades del Ingeniero en el proceso de gestión curricular, tanto en los ejes

horizontales como verticales y transversales de la carrera, teniendo en cuenta los núcleos básicos de conocimientos y los sistemas de tareas que conforman el proceso de aprendizaje.

2.5 Evaluación de la efectividad del Modelo Holístico en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cienfuegos, Cuba.

Las investigaciones realizadas por el Grupo de Enseñanza de la Ingeniería (Figura 1) en una cohorte, han permitido establecer la efectividad del desarrollo de determinados objetivos del modelo del profesional con la aplicación del Modelo Holístico Alternativo [13]. Se demostró como se logra elevar la conformidad de expertos, egresados y empleadores sobre la calidad formativa. Es necesario destacar que la efectividad en todos los casos se comportó por encima de un 65 % exceptuando los criterios referentes a las necesidades del nuevo ingeniero que, teniendo en cuenta la gran cantidad de factores subjetivos que influyen en su desarrollo, merece un abordaje independiente en otras investigaciones.

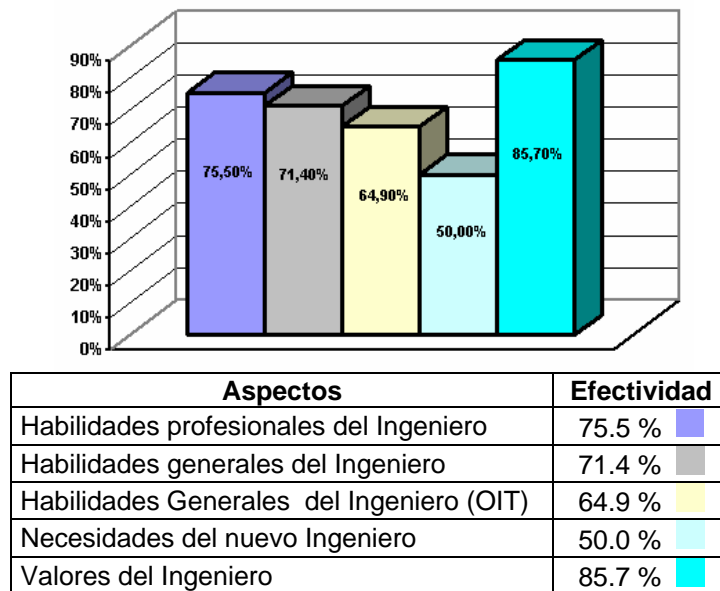


Figura 1 Efectividad Formativa

3. CONCLUSIONES

1. El Modelo Pedagógico Holístico Alternativo propuesto demuestra que el currículo expresado en términos de habilidades asegura no solamente la evaluación en términos de eficiencia formativa, sino también la evaluación de las competencias de los egresados y su comparación en relación a los requerimientos internacionales y su prospectiva.
2. En la concepción curricular del modelo propuesto se ha considerado que para la formación y desarrollo de las actitudes éticas y profesionales se requiere un proceso dinámico y disciplinar de perfeccionamiento continuo tanto de la organización educativa como del colectivo de profesionales que la integran. Toda estrategia que se diseñe, por principio, debe involucrar al claustro que interviene como uno de los actores del proceso.

4. REFERENCIAS

- [1]. Vecino, Fernando. La Universidad a las puertas del nuevo siglo: una visión desde Cuba. Revista Bimestre Cubano. Volumen LXXXV., 1999. La Habana. Pág. 136.
- [2]. Alvarez de Zayas, Rita María. Hacia un curriculum integral y contextualizado. Editorial Academia. La Habana. 1997.
- [3]. Arana Ercilla, Martha. La Renovación de la Formación Sociohumanista básica del Ingeniero. Tesis para la opción al grado científico, La Habana, 1995
- [4]. Arana Ercilla, M.; Batista Tejeda, N. La educación en valores: una propuesta pedagógica para la formación profesional. Revista Electr. MES, La Habana, 1999.
- [5]. Castellanos, J. Enseñanza de la Ingeniería. Material impreso para Curso de Postgrado. Universidad del Atlántico. Barranquilla. Colombia. 2000. Pag. 150.
- [6]. Castellanos, J. y otros. Proyecto para la formación holística de Ingenieros Mecánicos. Universidad de Cienfuegos. CITMA. 2001. Pag. 3.
- [7]. Castellanos, J. y J. F. Puerta. La intensificación de la formación avanzada de habilidades para el perfeccionamiento del modo de actuación del ingeniero mecánico. Proyecto de Doctorado. Universidad de Cienfuegos. 2005. Pág. 15.
- [8]. Castellanos, J. y otros. Diseño conceptual para la implementación de un currículo holístico en la formación del ingeniero mecánico. II Taller de Docencia Universitaria. Cienfuegos. 2004.
- [9]. Gómez, V y otros. Las habilidades integradas del ingeniero. Propuesta de un modelo holístico para la enseñanza de la ingeniería. Perspectivas Docentes. No. 33, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, 2007
- [10]. Lara, L., J. Castellanos y otros. La formación de habilidades en la implementación de un currículo holístico. I Taller Internacional de Docencia Universitaria, 2002.
- [11]. Torres, Jurgio. Globalización e interdisciplinariedad: El currículo integrado. Ediciones Morata. España, 1994. Pág 99.
- [12]. Balbis Coll, E. y M. Iglesias. La formación de habilidades investigativas en el currículo del ingeniero mecánico. II Taller de Docencia Universitaria. Cienfuegos, 2004.
- [13]. Pérez Gálvez, R. y J. Castellanos. La evaluación de las habilidades integradas en el ingeniero mecánico. Informe de Investigación. Cienfuegos, Cuba. 2005. Pág. 50.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer la maestría, la amistad, el desinterés, la profesionalidad, el espíritu, la entereza, el empeño y el ejemplo del Doctor en Ciencias Técnicas Juan A. Castellanos Álvarez, coautor de esta investigación y promotor del ejercicio de perfeccionamiento de la formación del Ingeniero en la universidad cubana contemporánea quien, muy a pesar nuestro, falleció días antes de ver culminada esta ponencia.