



## MECATRÓNICA COMO DISCIPLINA ACADÉMICA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL DEL INGENIERO MECÁNICO

Maria Guanipa Pérez  
Universidad Rafael Beloso Chac n. Venezuela

Herry Guillen  
Universidad del Zulia. Venezuela

### RESUMEN

El propósito fundamental de esta investigación fue determinar los criterios para insertar la disciplina académica mecatrónica en la formación profesional del ingeniero mecánico, en la escuela de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería de La Universidad del Zulia (LUZ). Para alcanzar este objetivo se desarrolló un estudio explicativo, correlacional de carácter práctico, bajo un diseño no experimental y transversal. La muestra estuvo conformada por treinta (30) docentes y treinta (30) egresados en las áreas de Ingeniería. Para recopilar la información se utilizaron tres instrumentos, los cuales fueron validados en su contenido por siete (7) expertos y cuya confiabilidad se estableció a través del coeficiente alfa de Cronbach, ubicándose en un valor de 0.81 para el cuestionario relacionado con la variable mecatrónica como disciplina académica, 0.85 para el cuestionario formación del ingeniero mecánico y 0.86 con respecto al cuestionario profesión del ingeniero mecánico. Los datos fueron procesados utilizando la estadística descriptiva, para lo cual se calcularon frecuencia, porcentajes, medidas de tendencia central y la desviación estándar. Para establecer la correlación entre las variables se utilizó el coeficiente de Pearson. Se determinó una correlación de 0.816 entre variables, interpretándose que la formación profesional del ingeniero mecánico se desarrolla en medio de grandes incertidumbres y retos de actualización en las cuales la disciplina académica mecatrónica constituye sólo una aproximación a lo que sería un estudio más profundo de la realidad futura de una profesión como la ingeniería mecánica.

**Palabras clave:** Mecatrónica, formación, profesión, ingeniería mecánica.

### ABSTRACT

The fundamental purpose of this investigation was to determine the approaches to insert the discipline academic mechatronic in the mechanical engineer's professional formation, in the school of mechanical engineering of the ability of engineering of the University of the Zulia (LUZ). To reach this objective you development an explanatory study, correlation of practical



character, under a design not experimental and traverse. The sample was conformed by thirty (30) educational and thirty (30) egressions in the engineering areas. To gather the information three instruments they were used, which were validated in their content by seven (7) experts and whose dependability settled down through the coefficient alpha of Cronbach, being located in a value of 0.81 for the questionnaire related with the variable mechatronic like academic discipline, 0.85 for the mechanical engineer's questionnaire formation and 0.86 with regard to the mechanical engineer's questionnaire profession. The data were processed using the descriptive statistic, for that which frequency, percentages, measures of central tendency and the standard deviation were calculated. To establish the correlation among the variables you use the coefficient of Pearson. A correlation of 0.816 was determined among variables, being interpreted that the mechanical engineer's professional formation is developed amid big uncertainties and challenges of upgrade in which the discipline academic mechatronic constitutes alone an approach to that that serious a deeper study of the future reality of a profession like the mechanical engineering.

**Key words:** Mechatronic, formation, profession, mechanical engineering.

## INTRODUCCIÓN

A mediados de los años cuarenta del siglo pasado, la introducción del transistor semiconductor inicia la segunda revolución industrial, la miniaturización de los componentes electrónicos acoplados en circuitos integrados, dio origen al computador digital, un producto que cambió la mentalidad en la industria y en la sociedad. En esas dos épocas, los países que emplearon, pero especialmente que produjeron las tecnologías, se pusieron a la vanguardia de la sociedad.

Dentro de ese contexto, surge la mecatrónica como un concepto nuevo en torno a las tecnologías, que integra los productos específicos en esas dos revoluciones: la integración de las máquinas a los computadores digitales, para crear un nuevo ambiente o paradigma en el tercer milenio. En este sentido, con esta nueva tendencia la intervención del ingeniero, como caso particular el ingeniero mecánico sus objetos de trabajo van más allá de lo que tradicionalmente se ha concebido como el ejercicio profesional de la ingeniería.

En consecuencia el propósito de este estudio es determinar los criterios para insertar la disciplina académica mecatrónica en la formación profesional del ingeniero mecánico en la Universidad de Zulia, los cuales se desempeñan laboral y educativamente en el Hospital Universitario de Maracaibo.



Con el fin de sistematizar este estudio se ha dividido el informe escrito en cuatro apartados denominados capítulos.

En el primer capítulo, designado: El Problema, el cual plantea la importancia y pertinencia del problema. De igual manera en este segmento se realiza su formulación y las posibles opciones iniciales de solución; se establecen los objetivos de la investigación tanto el objetivo general como los específicos. Se justifica la elaboración del estudio y se precisa la delimitación del problema para el desarrollo de la investigación.

En el segundo capítulo, se presenta el Marco Referencial; en el cual se desarrollan los antecedentes del estudio, se enfatiza en las teorías, aportes y referencias que apoyan la investigación, luego la conceptualización y operacionalización de la variable, todo ello fundamentado en bases teóricas.

En el tercer capítulo Marco Metodológico, se hace una descripción del proceso metodológico que se prosiguió en la investigación el cual incluye: tipo de investigación, diseño de investigación, población, muestra y criterio de selección, técnicas e instrumentos de recolección de la información, validez y confiabilidad del instrumento, técnicas de análisis de datos, análisis de confiabilidad, se presentó un modelo del instrumento de recolección de datos.

En el cuarto capítulo; Resultados de la Investigación, se presentan los análisis de las dimensiones. Las conclusiones y recomendaciones.

## **DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN**

La problemática de la educación superior, en el contexto de las exigencias que plantea la nueva realidad del siglo XXI, ha sido objeto de un amplio y reciente debate a nivel internacional, bajo la coordinación y auspicio de la UNESCO (1998), cuyas ideas fundamentales han sido recogidas en la “Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción”, aprobada en la Conferencia Mundial sobre Educación Superior realizada en París.

Entre estas declaraciones establece que “las nuevas realidades asociadas a la transición hacia el tercer milenio en el que se debe desempeñar la Universidad, se caracteriza por procesos de cambios acelerados e incertidumbre en todos los órdenes del acontecer humano (p. 6). En esta perspectiva se podría anticipar que la universidad adoptaría algunos de los siguientes procedimientos, decisiones y acciones: se sometería a un largo proceso de auto-evaluación para tomar decisiones



sobre cambios que son obvios, por ejemplo, mejorar la planta física, actualizar los planes de estudio de las carreras, diseñar nuevas carreras, el desempeño de los docentes, la infraestructura académica, la normativa interna, la gestión gerencial y la eficiencia del gasto, entre otros.

En este punto, es posible coincidir con el Núcleo de Vicerrectores Académicos (NVA) Venezuela, quienes expresan en el documento "La universidad que queremos" (2001) han planteado lo siguiente: La transformación universitaria se fundamenta, entre otros aspectos en los procesos de modernización, traducidos en nuevas bases tecnológicas, las nuevas realidades caracterizadas por una sociedad compleja basados en la integración disciplinaria que da lugar a nuevos campos de formación. (p.2)

Según Bolton (2001), en la formación tecnológica se requiere de un ingeniero con una formación tecnológica específica, encuadrada en el modelo de internacionalización de la economía. Por tanto, con una mirada a la ingeniería del siglo XXI; ubicado en el contexto de la tercera revolución industrial que implica la informática, la robótica, la biotecnología, los nuevos materiales y las nuevas fuentes de energía. Capaz de manejar los computadores, las herramientas básicas de diseño, formulación y evaluación de proyectos. Sin duda, se necesita un ingeniero que combine de acuerdo con su especialidad el hardware, el software y el humanware.

En este amplio espectro surge el concepto mecatrónica que en un principio, se definió como la integración de la mecánica y la electrónica en una máquina o producto, pero luego se consolidó como una disciplina de la ingeniería e incorpor  otros elementos como los sistemas de computación, los desarrollos de la microelectrónica, la inteligencia artificial, la teoría de control y otros relacionados con la informática.

En sentido estricto, mecatrónica es el control automático de productos y sistemas electromecánicos. También se considera que, la Inteligencia Artificial (AI) y los Sistemas Expertos (ES) son dos tipos de tecnologías blandas que integradas a los computadores digitales, juegan un papel muy importante en el diseño, fabricación y uso de productos cada vez más sofisticados como los aviones modernos, barcos modernos, robots industriales, vehículos automotrices o la automatización de los sistemas de manufactura. De este modo, la integración computarizada de los diferentes módulos, permite el entrenamiento en mecatrónica o automatización industrial, porque el MPS puede modelar a escala una fábrica, simular y programar en tiempo real las diferentes funciones como: manejo de materiales, almacenamiento, transporte, maquinado, ensamblaje, control y



calidad. En efecto, desde su inicio la mecatrónica ha estado presente en la educación contemporánea a todos los niveles.

En Japón donde ha tenido un importante papel el establecimiento y desarrollo del campo de la mecatrónica, es usual que los estudiantes de nivel elemental elaboren proyectos de creación de nuevos juguetes basados en la integración de diferentes disciplinas. En Alemania, Estados Unidos y Brasil, los estudiantes de secundaria y universitaria realizan concursos para presentar innovaciones tecnológicas de diferentes productos de uso popular e industrial.

De hecho, los principales centros educativos del mundo han aproximado e integrado las diferentes áreas de las tecnologías para crear nuevas áreas multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinaria. Es así, como la educación de la mecatrónica ha explorado diferentes tendencias para crear nuevos perfiles en la formación cultural y profesional de la juventud que ha de desempeñarse en el tercer milenio, en los que las tecnologías computarizadas están al orden del día. Se ha considerado que el estudiante desarrolla mecatrónica en el aula o en el laboratorio, cuando realiza proyectos en los cuales necesariamente debe integrar un grupo de personas con diferentes habilidades, y diferentes disciplinas del aprendizaje. La mecatrónica establece un nuevo paradigma del trabajo en equipo.

De acuerdo a lo antes expuesto esta clase de disciplina, será una profesión para el ingeniero mecánico del futuro, ya que, como diseñadores deben comprender la teoría del control suficientemente para sintetizar un mejor diseño y en efecto mejorar los procesos productivos de las empresas. Por consiguiente, las universidades en Venezuela estarán dentro de poco enseñando la mecatrónica.

Lo descrito anteriormente, constituye una realidad preocupante ante el auge de la industria en la región, que aunado al costo de importación de mano de obra calificada, motiva a los empresarios a requerir con carácter de urgencia la formación, capacitación y especialización de profesionales calificados a nivel superior, para integrarlos a la actividad laboral, cubrir las necesidades de la apertura en una visión estratégica global, siendo esta, la situación que ha de investigarse en la Universidad del Zulia específicamente en la escuela de mecánica de la facultad de Ingeniería.

Sobre la base de la problemática de los sectores empleadores y educativo de la Región, ante el requerimiento ocupacional del sector productivo a fin de verificar la alternativa de la transdisciplinaria que permita interconectar coherentemente el mercado de trabajo con el nivel



educativo. Atendiendo a esto, se hace imprescindible la formación de recursos humanos con capacidad de respuesta ante los nuevos requerimientos del sector productivo, que compensen de algún modo, el efecto desplazador de mano de obra que la nueva tecnología puede generar.

Tomando como referencia lo anterior se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los criterios para insertar la disciplina académica mecatrónica en la formación profesional del ingeniero mecánico?

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los criterios para insertar la disciplina académica mecatrónica en la formación profesional del ingeniero mecánico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Indagar sobre la integración de la disciplina mecatrónica aplicada en la formación profesional del ingeniero mecánico.

2. Identificar los cambios en la formación profesional del ingeniero mecánico, en relación con el proceso de enseñanza – aprendizaje.

### **ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El currículo universitario, además de contemplar nuevos perfiles profesionales, deberá hacer énfasis en una formación flexible, polivalente y transdisciplinaria, que integre la docencia, investigación, servicio y contexto social donde el individuo egresado de estas instituciones ingresen al campo laboral con la mayor formación posible; este hecho justifica una investigación de esta índole. Esta investigación permite ampliar y profundizar teorías referentes al desarrollo de la disciplina mecatrónica en la formación del ingeniero mecánico; a modo de obtener que sus resultados esclarezcan la actualidad del currículo en estudio y pueda complementar así el conocimiento ya existente del tema.

### **BASES TEÓRICAS**

#### **INTEGRACIÓN DISCIPLINAR DE LA MECATRÓNICA APLICADA EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL DEL INGENIERO MECÁNICO**

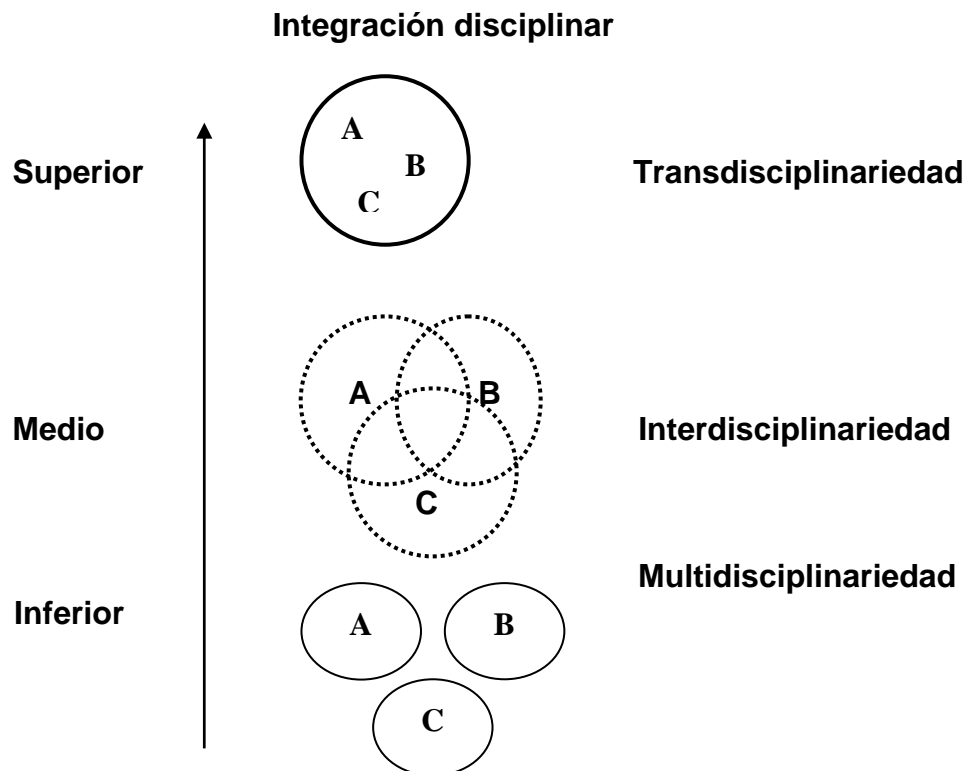
Según Senge (1996), “una disciplina es un cuerpo teórico y técnico que se debe estudiar y dominar para llevarlo a la práctica, que permite adquirir ciertas aptitudes y competencias, lo cual supone un compromiso constante



con el aprendizaje, pasar la vida dominando disciplinas” (p.20). Al respecto en las reflexiones de Guanipa (2001) sobre los postulados de Piaget en una tesis doctoral publicada destaca la siguiente integración disciplinar:

- La multidisciplinariedad, se considera el nivel inferior de integración disciplinar que ocurre cuando se hace una sumatoria de disciplina alrededor del currículo en la formación profesional universitaria.
- La Interdisciplinariedad: es el segundo nivel de integración disciplinar en el currículo universitario, en el cual la cooperación entre disciplinas conlleva interacciones reales, existe un enriquecimiento mutuo.
- Mientras que, la transdisciplinariedad, es la etapa superior de integración disciplinar en el currículo de educación superior, en donde se llega a la construcción de sistemas teóricos totales, sin fronteras sólidas entre las disciplinas, fundamentadas en objetivos comunes y en la unificación epistemológica y cultural.

A manera de ejemplo se muestra la integración de tres disciplinas (A, B y C) como un proceso ascendente: (ver Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Niveles de formación profesional. Fuente: Guillén (2006).



También se considera que las actividades académicas de integración disciplinar contribuyen al afianzamiento de ciertos valores en profesores y estudiantes: flexibilidad, confianza, paciencia, intuición, pensamiento divergente, sensibilidad hacia las demás personas, aceptación de riesgos, aprender a moverse en la diversidad, aceptar nuevos roles, entre otros. Lo anteriormente expuesto deberá estar reflejado en los diseños curriculares que deben actualizarse y articularse según las exigencias de la sociedad venezolana, sus políticas académicas y sistemas legislativos.

## **DEFINICIONES DE MECATRÓNICA**

Según Carvajal (2004), la palabra Mechatronic fue compuesta por el ingeniero japonés Tetsuro Moria en 1969, como una combinación de «Mecha» de Mechanisms y «tronics» de electronics, la nueva palabra muy pronto gan  aceptación y empezó a usarse desde 1982 por la industria moderna. En sentido amplio mecatrónica es una jerga técnica que describe la filosofía en la tecnología de la ingeniería, en lugar de un simple término técnico.

Muchas definiciones se han propuesto para la mecatrónica pero su amplitud conceptual no ha permitido normalizar ninguna de ellas; las definiciones más comunes enfatizan en la unificación. Según Shetty y Kilk (1997) la mecatrónica es la integración de la ingeniería mecánica con la ingeniería eléctrica y electrónica basada en control inteligente computarizado para el diseño y manufactura de productos y procesos. Históricamente, el desarrollo de la mecatrónica ha cubierto tres etapas. La primera corresponde a la introducción de la palabra en el medio industrial y su aceptación.

Durante esta etapa las tecnologías que la integran se desarrollaron independientemente. La segunda se inicia a comienzos de los años 80 y se caracterizó por la integración de diferentes tecnologías, como de la óptica con la electrónica para conformar la opto electrónica y el diseño integrado de hardware / software. La tercera puede considerarse como la que inicia la era de la mecatrónica propiamente y se basa en el desarrollo de la inteligencia computacional y los sistemas de información.

## **ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIALIZACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y MECATRÓNICA**

A continuación se mencionan el esquema del desarrollo de la industria desde los gremios artesanales hasta el desarrollo de la mecatrónica actual. En la etapa de industrialización el trabajo manual disperso o trabajo





artesanal, es agrupado en la f  brica y gradualmente substituido por el trabajo mec  nico a trav  s de dispositivos y mecanismos que configuran las m  quinas. El uso de energ  a hidr  ulica para el movimiento de los mecanismos fue el primer paso hacia la mecanizaci  n; posteriormente se emple   la energ  a t  rmica.

Hoy en d  a, la mecanizaci  n de las operaciones de manufactura significa el empleo de mecanismos movidos con energ  a hidr  ulica, neum  tica, t  rmica, el  ctrica o una combinaci  n de estas. La etapa de mecanizaci  n significa el empleo intensivo y extensivo de estas formas de energ  a para el movimiento de los mecanismos. La etapa de automatizaci  n industrial programable, reprogramable y flexible, adviene con la creaci  n de la electr  nica y control digital de las operaciones de manufactura y mecanismos, es decir, con la mecatr  nica.

La integraci  n de las m  quinas de control num  rico computadorizado (CNC) con los robots industriales por medio de un computador digital para su programaci  n y control, da origen a los sistemas flexibles de manufactura (FMS) y sistemas flexibles de montaje (FAS), que son la expresi  n moderna de los sistemas de manufactura tradicionales. La manufactura integrada por computador (CIM) es la estrategia de desarrollo de estas tecnolog  as avanzadas de manufactura (AMT), basadas en automatizaci  n electr  nica. Todo este desarrollo en los sistemas productivos fue posible por la integraci  n de sistemas mec  nicos, electr  nicos y computadorizados para la automatizaci  n industrial

## **EDUCACI  N EN MECATR  NICA**

Seg  n Bolton (2001), la mecatr  nica ha originado controversias en su aplicaci  n y desarrollo como nueva   rea de ingenier  a. En la industria su utilizaci  n es una realidad en continuo crecimiento, pero en la educaci  n ha tenido resistencias. En la industria, la automatizaci  n y la mecatr  nica comenz   en la ingenier  a de manufactura de robots industriales y su aplicaci  n se ha extendido a los sistemas de producci  n con termofluidos. En la educaci  n, la automatizaci  n y la mecatr  nica significan integraci  n de los fundamentos de ingenier  a mec  nica, ingenier  a el  ctrica / electr  nica e ingenier  a de computaci  n y sistemas de informaci  n, para configurar el perfil del profesional del tercer milenio.

A continuaci  n se menciona un resumen de la tendencia de la disciplina mecatr  nica en la educaci  n profesional, en donde puede identificarse dos   reas complementarias: dise  o mecatr  nico de productos y sistemas, y automatizaci  n y control.



## **MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES**

La mecatrónica aplica el concepto de Ingeniería Concurrente (CE) para el diseño y manufactura de sistemas electromecánicos. El diseño es interdisciplinario donde los subsistemas eléctrico, electrónico, mecánico y computador son simultáneamente acoplados para funcionar como un sistema sencillo integrado. Esta filosofía se comenzó a aplicar fundamentalmente para el diseño de sistemas robotizados.

En el ambiente de filosofía del diseño mecatrónico se implantan los microprocesadores dentro de sistemas electromecánicos para dar al sistema mejoras sofisticadas semiautónomas. El diseño de tales sistemas produce cambios en la mentalidad del ingeniero porque lo induce a integrar varias disciplinas del conocimiento para lograr un propósito, pero también lo habilita para integrarse con ingenieros de diferentes áreas y conformar un equipo interdisciplinario que trabaja como una unidad.

## **DISEÑO DE MÁQUINAS INTELIGENTES**

Los computadores digitales juegan un papel importante en el diseño y fabricación de productos cada vez más sofisticados como los aviones modernos; el telescopio espacial Hubble o el empleo de just - in - time (justo a tiempo) en los sistemas de manufactura. Estos productos requieren que mecanismos, sensores, motores, unidades de potencia, computadores y flujo de información sean integrados en las fases de diseño y fabricación y que el equipo de diseñadores comprendan no solamente de software e interfaces electrónicas sino también entiendan sobre engranajes y motores. Es necesario, entonces, que el equipo de diseñadores trascienda la frontera que separa la ingeniería mecánica de la ingeniería eléctrica.

## **DISEÑOS DE SISTEMAS DE MANUFACTURA INTELIGENTES**

Los factores primarios para la generación de valor agregado que dominan hoy en día el mercado global son la innovación, automatización, sofisticación y gerencia estratégica, todos ellos dependen de sistemas de software inteligentes. Los japoneses han liderado por más de veinte años los productos y sistemas robotizados y mecatrónicos, pero no el software. En 1989 un grupo de investigadores de Tokio que visitaba varias industrias y agencias federales de los Estados Unidos, en reconocimiento de esta situación, propuso unir a los investigadores de las dos naciones en una nueva área integrada interdisciplinaria en el campo de la manufactura llamada sistemas de manufactura inteligente (IMS). Esta iniciativa tiende a



mejorar la CIM.

Los IMS pueden ser considerados como la integración de la mecatrónica inteligente y la CIM que combina disciplinas tales como ingeniería industrial, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y ciencia computadorizada. La inteligencia artificial (AI) y las tecnologías basadas en sistemas expertos (ES) combinadas con sensores inteligentes, motores circuitos digitales, permiten este avance en precisión y control de sistemas de manufactura en tiempo real.

### **DISEÑO DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS**

En Rusia, la Universidad Estatal Electrotécnica de San Petersburgo, ha integrado la educación en mecatrónica con disciplinas de varios departamentos de ingeniería que abarca los siguientes contenidos: álgebra lineal, control lineal, robótica, electrónica, principios de electrotecnia, control óptimo, control adaptativo, programación de computadores y simulación de sistemas electromecánicos. Estas disciplinas son desarrolladas en torno a proyectos de diseño de sistemas electromecánicos, realizados por grupos de estudiantes bajo la tutoría del profesor y apoyándose en recursos disponibles en los laboratorios.

### **DISEÑO DE SISTEMAS MECATRÓNICOS**

Hoy en día, los sistemas mecatrónicos abarcan desde la maquinaria en la industria pesada, pasando por sistemas de propulsión de vehículos, por dispositivos de control de movimiento de precisión en sistemas mecánicos hasta productos de consumo popular. El Departamento de Ingeniería Mecánica y el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Estatal de Ohio han creado un currículo interdepartamental con las tres disciplinas siguientes: (1) introducción a la mecatrónica, (2) dispositivos de movimiento electromecánico y (3) modelamiento y control de máquinas eléctricas industriales.

Estas disciplinas culminan con el desarrollo de un proyecto mecatrónico empleando el equipamiento disponible en los laboratorios. El alma de estos cursos se encuentra centralizada en los siguientes tópicos: circuitos, electrónica, diseño lógico, microprocesadores, sistemas dinámicos y vibraciones, sistemas dinámicos y electromecánica y sistemas de medición. Como temas especializados se tienen: introducción a la mecatrónica, dinámica y simulación de sistemas electromecánicos, control de sistemas electromecánicos y proyecto de diseño mecatrónico.



## **AUTOMATIZACIÓN**

En las universidades alemanas el término mecatrónica es poco usado en el campo de la ciencia e investigación, a diferencia de los demás países industrializados de Europa. Pero en los Sistemas de Automatización se emplean el mismo contenido técnico y de procedimiento que con el término mecatrónica lo emplean en el resto del mundo. Los sistemas modulares de producción (MPS) se han diseñado en Alemania para la educación en mecatrónica, porque integran los fundamentos de las tecnologías y ciencias de la ingeniería mecánica e ingeniería electrónica.

La integración computadorizada de los diferentes módulos permite el entrenamiento en mecatrónica o automatización industrial porque el MPS puede modelar a escala una fábrica, simular y programar en tiempo real las diferentes funciones como: manejo de materiales, almacenamiento, transporte, maquinado, ensamblaje, control y calidad.

## **AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

Los sistemas productivos actuales deben condicionarse para ser competitivos dentro de un mercado con crecientes exigencias en diversificación, selección y adquisición de bienes de consumo. Considerando esta necesidad, la Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP), en el Estado de San Pablo, Brasil, desarrolla un programa de Ingeniería de Control y Automatización.

Este ingeniero formado con disciplinas de control y automatización o mecatrónico de la UNICAMP, es capacitado para desempeñarse como interfase del sistema productivo y el sistema gerencial de las empresas. Su formación multidisciplinar en las áreas de mecánica, electrónica, instrumentación industrial, informática, control y gestión de la producción, le permitirá elaborar estudios y proyectos, participar en la dirección y fiscalización de actividades relacionadas con el control de procesos y la automatización de sistemas industriales.

## **CONTROL DIGITAL**

Algunas universidades han desarrollado la educación en mecatrónica involucrando sus contenidos en dos paradigmas: paradigma de alto nivel y / o paradigma de bajo nivel. En el paradigma de alto nivel se concentra la educación de la mecatrónica en los computadores personales como estaciones de trabajo en donde se emplean lenguajes de programación de



alto nivel como C, C<sup>++</sup>, FORTRAN, BASIC y PASCAL. En el paradigma de bajo nivel se concentra la educación de la mecatrónica en el empleo de microcontroladores populares comercialmente como Motorola e Intel y se hace hincapié en la programación en lenguaje de máquina o lenguaje ensamblador.

Entre las universidades que enseñan mecatrónica usando el paradigma de bajo nivel para la instrucción se encuentran Universidad Waikato de Nueva Zelanda. Universidad Concordia en Canadá, en USA la Universidad de Standford, la Universidad del Sur de Carolina, el Instituto Tecnológico Rose – Hutman, y en Instituto Tecnológico de Georgia. El curso se orienta hacia el diseño de sistemas mecatrónicos tomando como base la teoría y práctica de microprocesadores, además, se incluyen t picos sobre circuitos digitales, aritmética digital, lenguaje ensamblador y de máquina, temporizadores, dispositivos de entrada / salida, interfases electrónicas; todos los t picos se desarrollan en torno a un proyecto mecatrónico.

Las universidades que enseñan mecatrónica usando el paradigma de alto nivel incluyen a la Universidad Estatal de Colorado, el Instituto Politecnico Rensselaer, la Universidad Estatal de Iowa y la Universidad Estatal de Ohio. Estos programas emplean las estaciones de trabajo con computadores personales y lenguajes de programación de alto nivel y a menudo se desarrollan sistemas matemáticos para el modelamiento y simulación de sistemas físicos.

Las universidades que enseñan mecatrónica usando un paradigma mixto, de bajo nivel y alto nivel, incluyen a la Universidad de Tulsa, la Universidad de Delaware, la Universidad Purdue en USA y en Europa se incluyen a la Universidad Tecnológica de Loughborough, la Universidad de Dundee, la Universidad de De Montfort, la Universidad Cranfield, y la Universidad de Lancaster en el Reino Unido, la Universidad Técnica de Dinamarca, la Universidad de Twente en Holanda, el Instituto Tecnológico de Suiza, la Universidad Católica en Bélgica, y la Universidad Johannes Kepler de Linz en Austria.

Todas ellas incorporan el aprendizaje de lenguajes de programación de computadores de alto nivel y lenguaje de programación en lenguaje de máquina o lenguaje ensamblador de microcontroladores. Además, cubren t picos sobre convertidores A / D y D / A, dispositivos I / O, PLC e interfases, control digital de mecanismos en mesas X - Y, control digital de robots, e integración de sensores y actuadores.



## SISTEMAS DE MEDICIÓN

El Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Estatal de Colorado imparte un curso de graduación titulado Mecatrónica y Sistemas de Medición. Este curso combina teoría de medición, instrumentación, electrónica análoga - digital, sensores - actuadores, control computadorizado, e interfases. Y el desarrollo del mismo se realiza por medio de proyectos en laboratorio de la universidad.

Este curso incorpora la influencia que la ingeniería electrónica ejerce sobre la ingeniería mecánica y se desarrolla con clases magistrales, pero el componente principal son los proyectos desarrollados en laboratorio. Se resalta, que el estudiante programe computadores en un lenguaje conocido como FORTRAN, C o BASIC para facilitar el desarrollo de las actividades del curso.

Algunos de los proyectos desarrollados son: (1) Scanner con l aser digital para superficies en tres dimensiones, (2) robot cilíndrico que emplea un sensor óptico en extremo libre como dispositivo de seguimiento de la trayectoria de posicionamiento de objetos, (3) brazo robot flexible de alta velocidad con sistema de entrega, y (4) sistema electrónico de mapeo del perímetro de un salón acústico.

## DISEÑO DE SISTEMAS DE MANUFACTURA Y CONTROL

Los proyectos integradores caracterizan al programa de ingeniería mecatrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), Colombia y su propósito es la orientación del estudiante para desarrollar investigación formativa en ciencia y tecnología. Los proyectos integradores se desarrollan en cuatro etapas: (1) proyecto integrador de ciencias básicas, (2) proyecto integrador de Ingeniería, (3) práctica empresarial y (4) trabajo de grado.

Los proyectos integradores de ingeniería, le permiten al estudiante desarrollar un proyecto de investigación en tecnología mecatrónica e integran las asignaturas de los cuatro semestres intermedios del programa. Este proyecto incorpora trabajo experimental, modelamiento matemático, o ambos y es realizado en equipo de dos o tres estudiantes con los recursos de los laboratorios del programa y con supervisión de un profesor investigador.

Las áreas de desempeño del ingeniero mecánico con formación en





disciplina mecatrónica de la UNAB son: diseño asistido por computador (CAD), manufactura asistida por computador (CAM), sistemas flexibles de manufactura (FMS), sensorica, automatización y control industrial, sistemas de adquisición de datos, automatización oleo neumática, microcontroladores y robótica.

## **DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN ELECTRÓNICA**

La automatización electrónica actualmente es programable, reprogramable y flexible y sería imposible sin la creación de la electrónica. La Universidad de la Salle, en Bogotá, Colombia; ofrece desde 1992, un programa de Ingeniería de Diseño y Automatización Electrónica, que se caracteriza por el diseño y desarrollo de la automatización industrial y la automatización agroindustrial.

La automatización industrial se apoya en la enseñanza de tecnologías como microcontroladores, PLCs, CNC, CAD / CAM, Robótica, FMS y CIM, en tanto que la enseñanza en automatización agroindustrial se apoya en sistemas de automatización oleoneumáticos, PLCs, sensorica e instrumentación. El desarrollo de los proyectos para optar el diploma de ingenieros, integra al menos dos disciplinas de la mecatrónica a partir del diseño en ingeniería, pasando por un seminario de automatización de productos y procesos hasta el desarrollo de prototipos. También, desarrolla la bioingeniería como una nueva línea de investigación.

En efecto la mecatrónica, como quiera que sea, se refiere exclusivamente a una integración multidisciplinaria en el diseño de sistemas de manufactura y productos en general. Esta representa la nueva generación de máquinas, robots, y mecanismos expertos necesarios para realizar trabajo en una variedad de ambientes, principalmente en la automatización de las fábricas, oficinas, y casas.

## **MARCO METODOLÓGICO**

Se consideró pertinente, realizar este estudio bajo el paradigma epistemológico positivista con metodología cuantitativa. En este estudio, se empleó la investigación cuantitativa de tipo descriptiva, de campo y correlacional; Se considera una muestra representativa conformada por 30 docentes. También se consideró una población representativa de profesionales de la ingeniería mecánica en ejercicio, la muestra representativa estará conformada por 30 egresados.



Así mismo, la validez de construcción de los instrumentos se determino a través del análisis discriminante por ítem que consiste en el análisis estadístico de los mismos por medio del cual se observa la tendencia central de las respuestas en función del baremo construido para ello, constituyéndose en una de las pruebas mas potentes y veraz.

Luego de analizada la prueba piloto, se aplico el coeficiente del Alpha de Cronbach, obteniéndose un coeficiente de 0.81 para el cuestionario Mecatrónica como disciplina académica, 0.85 para el cuestionario formación del Ingeniero Mecánico y 0.86 para el cuestionario profesión del Ingeniero Mecánico, lo cual demostró la validez interna aplicado a la muestra de estudio. La recolección de datos para realizar esta investigación y comparar los objetivos con las realidades donde se desarrollaran las mismas, será a través de tres (03) cuestionarios estructurados dirigidos a los docentes y egresados en ingeniería mecánica. se realizo un análisis correlacional utilizando el estadístico de la correlación de Pearson, es decir, se procedió a la correlación de las variables en función de los aciertos producido por las unidades poblacionales encuestadas.

Para mejor compresión de los resultados su análisis se organizó siguiendo un baremo general (**ver Cuadro1**).

### Cuadro 1 Baremo general

Rango	Intervalos de Medias aritméticas	Categorías	Desempeño
1	(2,32-2,40)	Siempre	El indicador se cumple en forma absoluta
2	(2,00-2,31)	A veces	El indicador a veces se cumple pero no completamente.
3	(1,00-1,99)	Nunca	El indicador no se lleva a cabo

Fuente: Guillen (2006)

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis se presenta por medio de cuadro que reflejan, los respectivos ítems por cada indicador, para los cuales se hicieron los cálculos de las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar). Así mismo, se muestra la frecuencia con que se repiten las alternativas. (Ver cuadro 2)

## Cuadro 2 Indicador Multidisciplinariedad

**Variable: Mecatrónica como disciplina académica.**  
**Instrumento: Mecatrónica como disciplina académica.**

Ítems						
	1. Dentro del pensum de estudio de ingeniería mecánica se incluyen disciplinas que no interactúan.					
	2. La institución toma en consideración la multidisciplinariedad para el logro del aprendizaje en los estudiantes de ingeniería.					
	3. Existen condiciones adecuadas para aplicar la multidisciplinariedad en el ambiente universitario.					
Media	2.30					
Mediana	2					
Moda	2					
Desviación	0.65					
Alternativas	ítem fr	1 %	ítem fr	2 %	ítem fr	3 %
Siempre	18	30.0	18	30.0	38	63.3
A veces	34	56.7	36	60.0	17	28.3
Nunca	08	13.3	06	10.0	05	8.3
Totales	60	100.0	60	100.0	60	100

Fuente: Guillén (2006).

Los valores descriptivos señalados en el cuadro 8, para el indicador multidisciplinariedad, se correspondieron con los siguientes: La media obtenida fue de 2.30 mostrando una tendencia de docentes y egresados en ingeniería mecánica para seleccionar la alternativa a veces, la mediana cuyo valor fue 2 indica que el 50% de las respuestas se ubicaron por encima y 50% por debajo de este valor y la moda de 2 muestra que la alternativa más repetida fue a veces. Se evidenció una dispersión de los valores centrales de 0.65.

De estos resultados, se infiere que para los docentes y egresados en ingeniería mecánica la multidisciplinariedad no incide de manera determinante en el pensum de estudio. De acuerdo con Piaget (1979), esta presenta un sólo nivel, con múltiples objetivos para cada disciplina e independientes entre sí; no existe ninguna línea de relación o cooperación.

### Cuadro 3 Indicador Interdisciplinariedad

Ítems						
	4. Para favorecer la formación profesional se debería aplicar la integración disciplinar de la ingeniería mecánica, eléctrica/electrónica e informática y contribuir a formar un nuevo perfil del profesional de la ingeniería mecánica.					
	5. Los recientes egresados de Ingeniería mecánica tienen escasa capacidad o experiencia para trabajar en equipos interdisciplinarios.					
	6. Con frecuencia el ingeniero mecánico adquiere conocimiento general de varias técnicas interdisciplinarias.					
Media	2.13					
Mediana	2					
Moda	2					
Desviación	0.61					
Alternativas	ítem fr	4 %	ítem fr	5 %	ítem fr	6 %
Siempre	15	25.0	20	33.3	13	21.6
A veces	35	58.3	34	56.7	40	66.7
Nunca	10	16.7	06	10.0	07	11.7
Totales	60	100.0	60	100.0	60	100.0

Fuente: Guillén (2006).

Tal como se observa en el cuadro 9, la medición del indicador Interdisciplinariedad arrojó los siguientes valores descriptivos, un promedio aritmético de 2.13 la mediana fue 2, lo cual indica que los valores de las respuestas se ubicaron en mitades iguales por encima y por debajo de este: el valor de la moda fue 2, significando que la mayor cantidad de respuesta se ubico en la alternativa a veces, y existe una dispersión de los valores de 0.61 con respecto al promedio central.

De acuerdo, a las repuestas obtenidas puede inferirse que los docentes y egresados en ingeniería mecánica presentan limitaciones para aplicar la interdisciplinariedad, lo que obstaculiza la formación profesional del egresado y no contribuye a formar un nuevo perfil del profesional de la ingeniería mecánica. La principal contribución de Piaget está justamente en considerar la interdisciplinariedad como principio de organización o de estructura del conocimiento, capaz de modificar las fronteras, los puntos de unión o los métodos de las disciplinas científicas; a lo anterior no escapa la realidad, la cual es necesario considerar como interdisciplinaria, ya que, todo problema implica el concurso de varias disciplinas. (Sigue Cuadro 4)

#### Cuadro 4 Indicador Transdisciplinariedad.

Ítems						
	7. El entorno universitario de estos tiempos, reclama un modelo educativo, flexible, humano, orientado más bien hacia la transdisciplinariedad.					
	8. La institución manifiesta preocupación en desarrollar en los estudiantes de Ingeniería mecánica una educación transdisciplinaria con conciencia ambiental, solidaridad, compromiso con liderazgo social, innovación, tecnología, entre otras.					
	9. En su formación profesional al ingeniero mecánico le dan a conocer un enfoque transdisciplinario basado en sistemas de comunicación abiertos con prácticas concurrentes para el diseño de mejores productos en la ingeniería.					
Media	2.14					
Mediana	2					
Moda	2					
Desviación	0.62					
Alternativas	ítem fr	7 %	ítem fr	8 %	ítem fr	9 %
Siempre	14	23.3	16	26.6	20	33.3
A veces	38	63.3	37	61.7	31	51.7
Nunca	08	13.4	07	11.7	09	15.0
Totales	60	100.0	60	100	60	100

Fuente: Guillén (2006)

Con respecto al indicador Transdisciplinariedad, tal como se observa en el cuadro 10, se ubico con una media de 2.14, igualmente alcanzo una mediana de 2, indicando que las respuestas el 50% se ubico por encima de este valor y el 50% restante por debajo de dicho valor, la moda fue 2 señalando fue la mayor parte de los docentes y egresados de ingeniería mecánica que conformaron la muestra respondieron con la alternativa a veces, finalmente se obtuvo una dispersión de los valores de 0.62 en relación con el promedio obtenido.

Estos resultados son adversos a la posición de Piaget (1979), cuando destaca a la transdisciplinariedad como un nivel superior de formación profesional, la necesidad de emplearla en el entorno universitario y busca que las relaciones entre las disciplinas trasciendan en la integración de un conjunto con sentido que pueda englobar la realidad y los fenómenos que se presuponen unitarios, sin fronteras entre las disciplinas. (Sigue Cuadro 5)

**Cuadro 5 Indicador Nuevas tecnologías**

Ítems						
	10. Con la aparición de nuevas tecnologías el contexto exige la realización de actividades cualitativamente diferente.					
	11. Las empresas utilizan equipos a los cuales le han incorporado nuevas tecnologías.					
	12. las nuevas tecnologías son cada vez más frecuentes en el diseño, fabricación y mantenimiento de innumerable variedad de productos y procesos de la ingeniería.					
Media	2.35					
Mediana	2					
Moda	1					
Desviación	0.69					
Alternativas	ítem fr	10 %	ítem fr	11 %	ítem fr	12 %
Siempre	38	63.3	15	25.0	29	48.3
A veces	17	28.3	38	63.3	20	33.3
Nunca	05	8.3	07	11.7	11	18.3
Totales	60	100	60	100	60	100

Fuente: Guillén (2006)

El indicador Nuevas tecnologías, como se observa en el cuadro 11 se ubicó con un promedio de 2,35, igualmente alcanzó una mediana de 2 indicando un 50% de las respuestas ubicadas por encima de este valor, y el 50% restante por debajo del mismo, la moda fue 1 señalando a la mayor parte de los docentes y egresados de ingeniería mecánica respondiendo con la alternativa siempre, finalmente se obtuvo una dispersión de los valores de 0,69 en relación con el promedio obtenido.

De lo anterior, se deduce que los docentes y egresados de ingeniería mecánica, verifican que con la aparición de las nuevas tecnologías se abren una gran cantidad de posibilidades para el futuro y estas transformaran las estructuras del funcionamiento de la sociedad y como lo señala Padrón (1994) la producción de conocimientos es considerada como un hecho organizacional y una nueva tecnología es un cambio de paradigma. (Sigue Cuadro 6)





### Cuadro 6 Indicador Sector Productivo

�tems						
	13. La universidad es un agente importante en la política de desarrollo de la nación.					
	14. Las instituciones de educación superior deberían incorporarse a los problemas empresariales, a los sectores industriales y al entorno con verdadera función social que esta debe cumplir.					
	15. Dada la importancia del control automático y la optimización del sector productivo debería incorporarse al plan de estudio del Ingeniero mecánico, técnicas o modelos con conocimientos avanzados dentro de las nuevas tecnologías relacionadas con la integración de las Ingenierías mecánicas, eléctrica/electrónica e informática/computación.					
Media	2,33					
Mediana	2					
Moda	2					
Desviación	0,62					
Alternativas	�tem fr	13 %	ítem fr	14 %	ítem fr	15 %
Siempre	31	51,7	38	63,3	37	61,7
A veces	20	33,3	14	23,3	16	26,6
Nunca	09	15,0	08	13,4	07	11,7
Totales	60	100,0	60	100,0	60	100,0

Fuente: Guillén (2006)

Con respecto al indicador sector productivo, tal como se observa en el cuadro 12, se ubicó con una media de 2,33, igualmente alcanzó una mediana de 2, indicando que las repuestas el 50% se ubicó por encima de este valor y el 50% restante por debajo de dicho valor, la moda fue 1 sealando que los encuestados respondió siempre, finalmente se obtuvo una dispersión de 0,62 en relación al promedio obtenido.

De acuerdo al resultado, se infiere que para los docentes y egresados de ingeniería, la universidad incide de manera determinante en el desarrollo de la nación y que para el desarrollo económico debe de existir una vinculación estrecha entre el sector productivo y los medios académicos, tal como lo señala Castro (1999), se comprende que para el desarrollo económico debe existir una vinculación estrecha entre el sector productivo y los medios académicos, aunque su realización práctica resulte compleja. (Sigue Cuadro 7)

### Cuadro 7 Indicador Competencias del egresado

Ítems						
	16. El desarrollo de los conocimientos y habilidades se reflejan en el modo de actuación de los egresados.					
	17. Se requieren egresados sin arrogancia técnica con amplias habilidades en Ingeniería.					
	18. Se puede decir que los egresados están bien preparados con habilidades necesarias para tener éxito en la práctica de la ingeniería actual.					
Media	2,33					
Mediana	2					
Moda	1					
Desviación	0,65					
Alternativas	ítem fr	16 %	ítem fr	17 %	ítem fr	18 %
Siempre	38	63,3	34	56,7	18	30,0
A veces	17	28,3	18	30,0	36	60,0
Nunca	05	8,4	08	13,3	06	10,0
Totales	60	100,0	60	100,0	60	100,0

Fuente: Guillén (2006)

Los valores descriptivos señalados en el cuadro 7, para el Indicador competencias del egresado reflejan lo siguiente: la media 2,30, la mediana 2 lo cual indica que los valores se ubicaron en mitades iguales por encima y por debajo de este, el valor de la moda fue 1, significando que la mayor cantidades de repuestas se ubicó en la alternativa siempre, y existe una dispersión de los valores de 0,65 con respecto al promedio central.

De acuerdo a los resultados se puede inferir que los conocimientos que los egresados deberán manejar muy necesariamente serán: fundamentos teóricos e históricos de la ingeniería mecánica, antecedentes locales, regionales y globales, ciencias sociales y ecología, simulación, metodología de gestión y evaluación de proyectos, uso creativo de la tecnología constructiva y nuevos materiales, conocedor amplio teórico-práctico.

De las repuestas de los encuestados se puede inferir que los conocimientos que el ingeniero mecánico tiende a manejar son: diseño por computadora, desarrollo y control del proyecto, tecnología constructiva. Economía y política. Sociología. Bioclimática, ahorro energético y medio ambiente. A demás, las cualidades del conjunto de ingenieros mecánicos tienden a ser: mantenedor, observador y evaluador. Hábil manejador de



situaciones complejas caracterizadas por la interacción de múltiples variables y el común de los ingenieros mecánicos tienden a ser: diseño básico y elaboración de proyectos. Análisis de costos, supervisión e inspección. Manejo y aplicación de la tecnología para fabricación.

Del coeficiente de Pearson, la prueba de correlación entre mecatrónica como disciplina académica y formación profesional del ingeniero mecánico, el valor obtenido es de 0,816 para el coeficiente de correlación lineal con un nivel de significancia de 0,75 que indica una correlación positiva considerable entre las variables, de esto se infiere que existe una relación de proporcionalidad directa entre mecatrónica como disciplina académica y la formación profesional del ingeniero mecánico.

### CONCLUSIONES GENERALES

El trabajo presentado expone las conclusiones en base a los objetivos planteados en la investigación tomando en consideración la respuesta de los encuestados, para luego obtener un análisis de los observados; estableciendo una formalización en la que se resaltan la formación y actuación profesional con los retos futuros que las nuevas generaciones habrán de enfrentar en el ámbito laboral, cultural y social. La integración disciplinar de la Mecatrónica aplicada en la formación profesional del ingeniero mecánico. El objetivo queda cubierto con la consulta realizada a expertos en la formación de ingenieros y que los egresados de ingeniería, cabe destacar que la disciplina académica Mecatrónica aplicada en la formación profesional del ingeniero mecánico representa un nuevo nivel transdisciplinario para la tecnología de la fabricación, los procesos y los productos.

Esta disciplina está incrementando la rapidez con que se transforman las ideas en productos más avanzados y funcionales. Actualmente se reconoce que el futuro en la innovación tecnológica vendrá con la optimización de la unión entre los sistemas electrónicos y los sistemas mecánicos. Esta unión es ya un hecho en algunas aplicaciones de manufactura avanzada, sistema de producción y en el diseño de productos.

De allí, que debido a los avances de la tecnología existe una gran demanda de la industria por contratar ingenieros cuyas habilidades y conocimiento no estén confinados a una sola área, sino aquellos que son capaces de comunicarse sobre las barreras tecnológicas del diseño, la electrónica, la computación y la ingeniería mecánica.

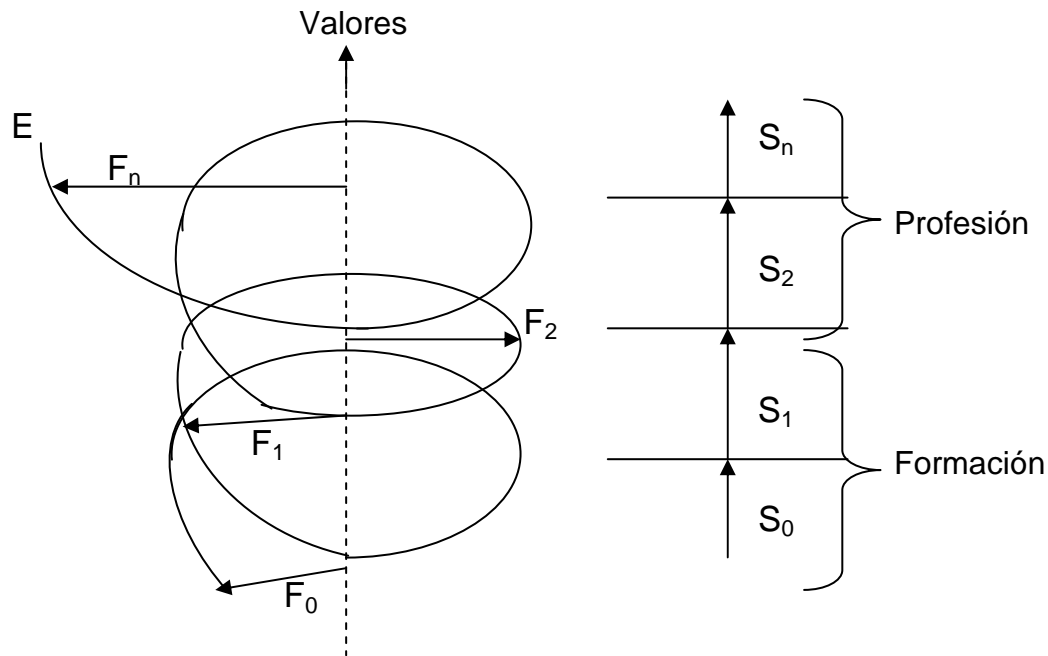


Identificar los cambios en la formación profesional del ingeniero mecánico, en relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje, tiene en cuenta fundamentalmente los cambios ocurridos a nivel nacional e internacional y cabe destacar todo en lo referente a valores, pragmatismo frente a compromisos ecológicos, la búsqueda del prestigio personal y una visión empresarial de la ingeniería y su ejercicio frente a otra orientación, histórico-socio-política. Esto está incidiendo en las decisiones de las instituciones formadoras sobre los aspectos del cuerpo de conocimiento y los valores que desearan destacar en la formación profesional, como también en la dirección que darán a sus esfuerzos formativos.

Criterios que orienten al plan de estudio para insertar la disciplina académica Mecatrónica en la formación profesional del ingeniero mecánico. En la práctica se concretan en criterios generales que deben contemplarse en la formulación del plan de estudio de ingeniería mecánica y de un modelo de criterios para la formación y el ejercicio profesional del ingeniero mecánico, donde se apunta hacia estructuras curriculares más simples, flexibles y personalizadas.

En la concepción curricular que se maneja en el presente trabajo centrado en el desarrollo vital de la persona, la formación y el desarrollo profesional constituyen en realidad una sola línea continua. Esta continuidad puede ser representada como una espiral de radio creciente y de paso variable, que se desenvuelve a lo largo del eje de valores de la profesión. El radio creciente corresponde a las actividades de formación que realiza el profesional a lo largo de su vida y pueden comprender tanto actividades formales, como los programas académicos de pregrado y postgrado, como cursos de formación continua y actividades profesionales que permiten acumular experiencias e incrementar la competencia profesional.

Esta espiral (E) es función (f) de S y F; es decir, dependerá del vector de formación (F) y del nivel de acumulación de competencia (S), el paso de la espiral. En esa dinámica el desarrollo personal y profesional se desplaza teniendo como centro el cúmulo de valores que orientan la acción y que evoluciona o se actualiza en una búsqueda permanente de los fines últimos de la ingeniería mecánica en este caso. El "ser profesional" está involucrado en el "ser personal" y la axiología de la profesión pasa a ser parte del cuerpo de valores personales. (Ver Gráfico 5)



Espiral E = Línea continua de formación profesional (desarrollo personal y profesional)

S = Paso de la espiral = competencia profesional.

$F_{0-n}$  = Radio. Vector de formación y desarrollo profesional

$E = f(S, F)$

Gráfico 5. Modelo de los criterios para la formación y el ejercicio profesional del ingeniero mecánico.

En este esquema destacan entonces dos grandes elementos partiendo del concepto de interdisciplinariedad como connotación de aspectos específicos, se puede plantear varios niveles de explicación en el proceso de construcción del conocimiento científico de la realidad, esto es, el eje de valores de la ingeniería mecánica, que deben ser encarnados por los profesionales y que es necesario fomentar o fortalecer en los estudiantes y el plano de la acción profesional y formadora.

En el área de la profesión destacan los roles y tareas que describen el hacer profesional. En el área de la formación se destacan la estructura de los eventos de aprendizaje formal y las estrategias que aplican las instituciones para formar a los profesionales. El cuerpo de competencia (conocimientos, cualidades personales y experticias), en el cual convergen las acciones



profesionales y formadoras, se centran en los valores y componen conjuntamente con ellos, el ser “profesional”.

Si se considera el paso (S) de la espiral, el plano de la acción ha de ser considerado como un anillo, cuyo espesor es el valor de dicho paso, correspondiente al tiempo durante el cual se ha modificado el radio o vector de formación, como fruto de alguna acción que aporta competencia al profesional, los anillos más amplios corresponderían a la integración de diversas disciplinas, es decir, a la interdisciplinariedad y luego a la transdisciplinariedad.

El espesor del anillo correspondería por ejemplo a un programa formal conducente a título académico de pre o postgrado, cuya acciones y estrategias formativas se estructuran para producir un incremento de la competencia para la profesión y fortalecer los valores que se desea potenciar y que son parte del cuerpo general de valores esenciales y circunstanciales o temporales, de la ingeniería mecánica como rama de cultura.

Los componentes seleccionados (valores, estructura del currículo, estrategias formativas, roles, tareas y competencia del egresado y del profesional servirán de herramienta para la validación de la consistencia de los cuestionarios resultantes en el presente trabajo. El resto de las propiedades estudiadas constituye un gran telón de fondo en el cual estas herramientas, adquieren mayor significación, en aras de lograr la formación de profesionales pertinentes para el futuro de la profesión y del país.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se presentan fueron obtenidas mediante el análisis descrito a la cual fueron sumadas las observaciones registradas en distintos momentos del proceso de recolección de información. El orden de las medidas que se listan no indica importancia o prioridad. Estas deben ser decididas por cada institución de acuerdo a sus particularidades actuales, las mismas se asumen con visión retrospectiva, los resultados que se desea obtener en el futuro.

## MEDIDAS GENERALES

- Establecer condiciones mínimas comunes a los diferentes programas del país y promover la homologación de acuerdo a estándares internacionales y nacionales, dentro del proceso de acreditación de los programas. Estructurar un cuerpo de saberes básicos y un mapa de





problemas t picos del campo de incumbencias de la profesión, relacionados con los problemas fundamentales de la región del país y problemas mundiales similares a los nuestros.

- Monitorear la evolución de los valores en la comunidad académica. Los valores se aprecian en las conductas, un buen monitoreo puede aportar informaciones sobre el avance del proceso de internacionalización de los valores institucionales en dicha comunidad.

- Mejorar las providencias estudiantiles y la seguridad social de los estudiantes, incrementar un buen sistema de asesoramiento personal y académico.

- Enriquecer la vida de la institución con eventos científicos y académicos con fines relacionados con los valores a internalizar por la comunidad académica y la discusión de problemas o temáticas de la reforma, actualización o transformación curricular.

- Indagar en cada caso y oportunidad sobre los modos alternativos de prestación de los servicios profesionales y los dichos labores que pueden ser ocupados.

- Proyectar la inserción de la informática en los programas académicos, de acuerdo a las condiciones iniciales de los estudiantes, recursos disponibles y característicos de los trabajos, para crear las plataformas tecnológicas y relacionales que sustentaran en el desarrollo de redes. Investigar sobre la aplicación de software para el diseño, la representación y la comunicación gráfica de los proyectos.

## CONSIDERACIONES FINALES

La presente investigación constituye sólo una aproximación a lo que sería un estudio más profundo de la realidad futura de una profesión como la ingeniería mecánica, que se desarrolla en medio de grandes incertidumbres y retos de actualización, disciplinariedad y democratización. El presente no es un trabajo acabado, constituye en realidad un gran ensayo de aproximación a la profesión desde los que la hacen y los que hacen a los que la hacen. El trabajo realizado ha constituido una experiencia altamente positiva, que deja abierta muchas posibilidades para profundizarlas en el futuro, tanto en los aspectos metodológicos como en el contenido mismo de estudio.



Las respuestas obtenidas del panel experto fueron también aportes muy interesantes, muchos de ellas dignas de una mayor elaboración. La utilidad de los resultados, visto el momento de transformaciones que vive la universidad, es algo cierto. La elaboración del plan de desarrollo institucional encontraría en este trabajo información de sumo interés para fundamentar sus propósitos. Tanto para el conjunto de las escuelas del país, como para el colectivo profesional, una reflexión cuidadosa sobre el futuro de la profesión podría ser la oportunidad para encontrar nuevos caminos de expansión y crecimiento de la ingeniería en el país.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M (2000). **El impacto de la vinculación de las instituciones de educación superior en los sectores productivos: su alcance y potenciabilidad.** México
- ANDRADE, L (2003). **Modelación y Control del Sistema, Enseñanza-Aprendizaje Aplicado a la Ingeniería.** Universidad de los Andes. Mérida. Venezuela.
- BASTIDAS, J (2004). **Evaluación Curricular de los Planes de Estudio del Pregrado-Universidad Nacional Experimental de Guyana.** Estado Bolívar. Tesis de Grado.
- BAVARESCO, A (1996). **Proceso Metodológico en la Investigación.** Academia Nacional de Ciencias Económicas. Caracas. Venezuela.
- BLANCO, N (2000). **Instrumento de Recolección de datos primarios.** Colección FCES. LUZ. Maracaibo. Venezuela.
- BOLTON, W. (2001) **Mecatrónica.** Alfa-Omega Grupo editor, S.A. México.
- CARVAJAL, J. (2004). **Robótica: Aproximación al Diseño Mecatrónico.** Universidad del Atlántico. Barranquilla.
- CORONA, L (1996). **Organización, Aprendizaje e Innovación en la empresa.** Revista comercio exterior. Vol. 46. Número 10. México
- CASTRO, D (1999). **Innovación tecnológica, estrategia corporativa y competitividad en la industria cubana.** Revista Dirección y organización. Editada por la Fundación General Universidad Polit cnica de Madrid. España.



- CATALANO, A; DE COLS Susana y SLADOGMA, M (2004). **Diseño Curricular Basado en Normas de Competencia Laboral**. Banco Interamericano de Desarrollo. CINTERFOR-OIT. Buenos Aires, Argentina.
- CHÁVEZ, N (1994). **Introducción a la investigación Educativa**, Editorial Panapo. Maracaibo.
- CINTERFOR/OIT (1999). **Terminología Básica de la Formación Profesional**. Montevideo, Uruguay.
- D'ONOFRIO, M (2000). **La construcción de puentes entre las universidades y las empresas**. (<http://www.perio.unlp.edu.ar/extension/empresa.doc>)
- DÍAZ, V (2004) **Currículo, Investigación y Enseñanza en la formación docente**. FONDEIN, de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- DOSI, G (1993). **La economía del cambio técnico y el comercio internacional**. Editorial CONACYT-SECOFI. México.
- Escuela de Ingeniería Mecánica (EIM) (1985). **Plan Curricular**. LUZ. Maracaibo-Venezuela.
- ESPINOZA, R (2000). **Naturaleza y Alcance de la Relación Universidad-Sector Productivo**. Editorial Ediluz. Maracaibo. Venezuela.
- ESPINOZA, R (1995) **Estudio de los Mercados de Trabajo. Creación de Nuevas Profesiones**. Maracaibo, Venezuela. Fondo Editorial Esther Maria Osses.
- GARCÍA, C (1996). **Conocimiento, Educación Superior y Sociedad en América Latina**. Cendes/Nueva Sociedad. Caracas. Venezuela.
- GUTIÉRREZ, N (1990). **Métodos Cuantitativos de la Investigación**. Ediciones Paidós. Barcelona. España.
- HERNÁNDEZ, A (2003), **Del Currículum Técnico al Currículum Emancipador**. Maracaibo. Tesis de grado.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C, BAPTISTA, P (2003), **Metodología de la Investigación**, Editorial Mc Graw-Hill. México.



- HURTADO, J (2005). **Como formular Objetivos de Investigación**. Sypal. IUT. Caracas. Venezuela
- HURTADO y TORO (1998). **Paradigmas y métodos de investigación**. Talleres gráficos Clemente Editores C.A. Valencia, Venezuela
- KERLINGER, F (1999). **Investigación del Comportamiento**. Editorial Mc Graw-Hill. México.
- MAYORGA, R (1997). **Cerrando La Brecha**. Organización de Estados Iberoamericanos (O.E.I.) Washington. D.C. <http://www.campus-oei.org/salasctc/mayorga.thm>
- MELÉNDEZ, L (2004). **La Actitud Docente de los Académicos de Ingeniería Frente a la Relación Universidad-Sector Productivo**. Maracaibo. Tesis de Grado.
- MORALES, E (2001). **El Establecimiento de Incubadoras, como Modalidad de la Vinculación Universidad-Sector Productivo-Sector Público**. Instituto de Investigaciones Económicas de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.
- Núcleo de Vicerrectores Académicos (2001), **La Universidad que queremos**. Venezuela.
- OTI (1999) **Formación Trabajo y Conocimiento. La experiencia de América Latina y el Caribe**. Documento. CINTERFOR-OTI. Montevideo, Uruguay.
- PADRÓN, J (1994). **Organización, Gerencia de Investigaciones y Estructuras Investigativas**. Universias 2000. Vol. 18. N  3 y 4. Caracas. Venezuela.
- PARKER, S (1998). **Diccionario McGraw-Hill de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**. Barcelona. España.
- PARRA, J (2000). **Guía de muestreo**. Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.
- PEÑALOZA, W (1995) **El Currículo Integral**. Ediluz, Maracaibo-Venezuela.
- PIAGET, J (1979) **La epistemología de las relaciones interdisciplinarias**. Ariel, Barcelona.



- RICO, J (2002). **Aplicaciones Mecánicas de CAD/CAM**. Publicación. Universidad de Oviedo. Gijón. España.
- ROMERO, A (2003). **Ingeniería Concurrente**. Publicación. II Jornadas-Seminario Internacional de Ingeniería de Fabricación. Valencia. 20 y 21 de Septiembre. Venezuela.
- SABINO, C (2000). **El proceso de la Investigación**. Editorial PANAPO. Caracas. Venezuela.
- SENGE, P (1996) **La Quinta Disciplina. El Arte y la Práctica de la Organización Abierta al Aprendizaje**. Barcelona, Granica.
- SHETTY, D y KILK, R (1997). **Sistemas Mecatrónicos**. Documento. Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP). San Pablo. Brasil.
- SIERRA BRAVO, R (1994), **Técnicas de Investigación Social, Teoría y ejercicios**. Editorial Panapo. Maracaibo.
- TAMAYO y TAMAYO (2001). **El proceso de la Investigación científica**. Editorial Limusa. México.
- UNESCO (1998) **Conferencia Mundial sobre Educación Superior**. Paris
- V LCHEZ, N (1991) **Diseño y Evaluación del Currículo**. LUZ. Fondo Editorial Esther María Osses. Maracaibo-Venezuela.
- VILLEGAS, A (1996). **Métodos y Técnicas Cuantitativas en la Investigación**. Universidad Central de Venezuela. Barcelona. Núcleo – Aragua.
- WAISSBLUTH, M (1998). **Regulación Académica de la Vinculación**. Programas de ciencia y tecnología en América Latina. BID-SECAB-CINDA.