

# **Incidencia de la malla curricular en el desarrollo de las competencias profesionales en la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE**

**Annabel A. Paucar T.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Departamento de Ciencias Humanas y Sociales; Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Sangolquí, Ecuador*  
[annabel\\_paucar@hotmail.com](mailto:annabel_paucar@hotmail.com)

**Resumen.** La educación superior tiene que dar respuestas adecuadas al carácter del trabajo que realiza, frente a los nuevos contextos que se presentan con la globalización de los mercados y países, y la transferencia de conocimientos y tecnologías. Actualmente se han presentado nuevos y diversos escenarios para las instituciones de educación superior del Ecuador, debiendo las mismas responder al Plan Nacional del Buen Vivir y Cambio de la Matriz Productiva que suponen desafíos no únicamente desde el punto de vista técnico, sino también el punto de vista humano. El presente trabajo se llevó a cabo en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolquí. Mediante esta investigación se ha demostrado que la malla curricular vigente tiene incidencia sobre el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica. Se ha llevado a cabo un minucioso estudio para establecer relaciones cualitativas y cuantitativas entre la malla curricular actual y las competencias profesionales establecidas en el perfil de egreso. La información para esta investigación se obtuvo a través de encuestas validadas por profesionales expertos en el campo de estudio. Los instrumentos se aplicaron a estudiantes de los últimos niveles, egresados, profesores y empresarios afines a la carrera. Finalmente para dar solución a las debilidades detectadas se presenta una propuesta alternativa que busca contribuir al mejoramiento de la gestión académica mediante un rediseño curricular que permita mejorar el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica.

**Palabras clave:** Mecatrónica, Competencias, Malla Curricular, Diseño Curricular

**Abstract.** Higher education has to give appropriate answers to the nature of work performed compared to new contexts that occur with the globalization of markets and countries and the transfer of knowledge and technologies. Currently there have been new and different scenarios for universities of Ecuador, having them respond to Plan Nacional del Buen Vivir and Cambio de la Matriz Productiva posed challenges not only from the technical point of view, but also the human point of view. This work was carried out in the career of Mechatronics Engineering, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE campus Sangolquí. Through this research it has been shown that the current curriculum has an impact on the development of professional skills of students in Mechatronics Engineering. It has carried out a detailed study to establish qualitative and quantitative relationships between the current curriculum and professional skills set out in the graduate profile. Information for this research was obtained through validated by experts in the field of study surveys. The instruments were administrated to the last

level students, graduates, professors and employers related with the career. Finally, to solve the weaknesses is presented an alternative proposal that seeks to contribute to the improvement of academic management through a curriculum redesign which improves the development of professional skills of students of Mechatronics Engineering.

**Keywords:** Mechatronics, Skills, Pensum, Curriculum Design

## 1. INTRODUCCIÓN

La Carrera de Ingeniería Mecatrónica fue creada el 3 de febrero del 2006, con Orden de Rectorado N° 2006-026-ESPE. “Es una carrera de tercer nivel (pregrado) que ofrece un proceso de formación académica, con base científica, técnica y humanística relacionada con el concebir, proyectar, adaptar, aplicar y mantener sistemas en los que intervienen elementos mecatrónicos así como también de la gestión de los mismos” (Mecatrónica C. d., 2010). La cualidad esencial del ingeniero mecatrónico consiste en encontrar soluciones a problemas técnicos de cualquier índole basándose en principios mecatrónicos para su funcionamiento. La formación basada en competencias implica grandes desafíos para la docencia universitaria. En primer lugar, porque obliga a realizar un análisis proyectivo de la demanda del sector productivo de bienes y servicios en las áreas en las cuales se desempeñará el futuro profesional al momento de su egreso, para lo cual la participación de empleadores y egresados en el proceso de diseño curricular es fundamental. Un segundo desafío es la incorporación de la práctica preprofesional y del “saber hacer” como un elemento central del currículo y la formación. Como consecuencia de lo anterior, se hace indispensable producir un cambio en la función del profesor, tradicionalmente centrada en la enseñanza, a otra cuyo eje es el logro de los aprendizajes, para lo cual el estudiante pasa a ser el principal gestor de su propio aprendizaje. Con la graduación de los primeros profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica en Septiembre del 2012, surgió la necesidad de evaluar las competencias profesionales adquiridas por los nuevos profesionales en esta rama y determinar de qué manera ha influido la malla curricular por competencias en el desarrollo de las mismas. El propósito fundamental de este estudio fue conocer la relación que existe entre la aplicación de la malla curricular por competencias y el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE durante el periodo septiembre 2012 – enero 2014, a fin de plantear una propuesta alternativa. La puesta en marcha de este trabajo posibilitó la evaluación de la malla curricular por competencias y determinó si ésta desarrolla las competencias profesionales expuestas en el perfil de salida profesional. Para esto se llevó a cabo una investigación de tipo correlacional para determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre la variable independiente y la variable dependiente mediante sus mediciones, cualitativa mediante la técnica de las encuestas, y cuantitativa mediante el test estadístico de Kruskal- Wallis para datos categóricos. Los resultados obtenidos permitirán a los directivos de la carrera plantear un rediseño curricular más objetivo en función de las necesidades detectadas por los involucrados en este estudio.

El presente artículo presenta en primer lugar un análisis preliminar de la situación actual de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolquí, como etapa siguiente se describe la metodología empleada a

lo largo del estudio propuesto, posteriormente se analizan los resultados obtenidos, y finalmente se exponen las conclusiones del trabajo.

## 2. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo correlacional porque tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre la variable independiente y la variable dependiente mediante su medición, pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas. Para la presente investigación se trabajó con la siguiente población: 105 estudiantes y egresados, 20 docentes y 20 empresarios. La técnica e instrumento utilizados fueron la encuesta y cuestionario, respectivamente. El cuestionario sirvió como instrumento de recolección de información de estudiantes, egresados, docentes y empresarios. La información recolectada fue procesada para un posterior análisis cualitativo y cuantitativo. El análisis cualitativo permitió determinar los niveles de satisfacción con la formación recibida por los estudiantes y empresarios. Por otra parte, el cuantitativo se basó en el análisis inferencial de las destrezas adquiridas en la carrera de Ingeniería Mecatrónica, y la prueba estadística de Kruskal-Wallis para comparar las medianas de los diversos grupos encuestados. Esta prueba permite decidir si pueden aceptarse las hipótesis de que las muestras independientes provienen de la misma población o de poblaciones idénticas con la misma mediana. El único supuesto necesario es que las distribuciones subyacentes de las variables sean continuas y que éstas hayan sido medidas por lo menos en una escala ordinal.

## 3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionó aleatoriamente 4 grupos de personas (estudiantes, egresados, docentes y empresarios) a quienes se les consultó sobre el desarrollo de las competencias profesionales a través de encuestas que previamente fueron diseñadas, revisadas y validadas por expertos. Se deseaba probar que los cuatro grupos tienen el mismo criterio acerca de la formación profesional por competencias de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Es decir, en términos estadísticos, se plantea la hipótesis  $H_0$ : Todos los grupos objeto de investigación tienen similar criterio de la formación por competencias, lo que implica que las medianas sean iguales ( $\tilde{\mu}_1 = \tilde{\mu}_2 = \tilde{\mu}_3 = \tilde{\mu}_4$ ); versus  $H_i$ : No todos los grupos objeto de estudio tienen el mismo criterio, lo que implica al menos un par de medianas son diferentes ( $\exists$  un par  $\tilde{\mu}_i \neq \tilde{\mu}_j, i = 1,2,3,4; j = 1,2,3,4$ ). Esta prueba se efectuó con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .



Figura 1. Grupos involucrados en el proceso de investigación. Fuente Director de Carrera.

Las encuestas fueron elaboradas de tal forma que se ajusten a un estudio de tipo categórico, así se plantearon las siguientes categorías: Malo = 1, Regular = 2, Bueno = 3, Muy Bueno = 4, Excelente = 5. Las preguntas se agruparon de acuerdo a las competencias planteadas para la formación de un ingeniero mecatrónico, por ejemplo en el caso de la competencia específica 3 sobre “gestión de sistemas organizativos y proyectos” las preguntas se asocian con tópicos como: (a) Diseño de proyectos de desarrollo social, (b) Diseño de proyectos de desarrollo empresarial y (c) Conocimiento de la realidad nacional, latinoamericana y mundial.

Por tratarse de un análisis estadístico de tipo categórico se empleó prueba de Kruskal-Wallis para comparar las medianas de los diversos grupos. Para este desarrollo se usó el software MINITAB.

#### **a) COMPETENCIA GENÉRICA 1.**

*Demuestra en su accionar profesional valores universales y propios de la ingeniería mecatrónica, en diversos escenarios organizacionales y tecnológicos, fomentando el desarrollo de las ciencias, las artes, el respeto a la diversidad cultural y equidad de género.*

Se obtuvo un valor de *p-value* (P) de casi cero, el cual es menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia genérica 1* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. Aquí se destaca el criterio de los empresarios, ya que varias empresas han contratado a egresados y a los pocos ingenieros mecatrónicos formados en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE y demuestran satisfacción por la labor que ellos realizan, pues al ser una ingeniería multidisciplinaria, han sabido llevar a cabo muchos proyectos con la capacidad y responsabilidad requeridas. Este grupo encuestado califica como “EXCELENTE” el desarrollo de esta competencia.

#### **b) COMPETENCIA GENÉRICA 2.**

*Interpreta y resuelve problemas de la realidad aplicando métodos de la investigación, métodos propios de las ciencias, herramientas tecnológicas y variadas fuentes de información científica, técnica y cultural con ética profesional, trabajo en equipo y respeto a la propiedad intelectual.*

Se obtuvo un *p-value* (P) menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia genérica 2* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. Profesores y empresarios catalogan con un valor de 5, equivalente a “EXCELENTE” a la formación de esta competencia. En los proyectos de aplicación en las diversas asignaturas los maestros evalúan el resultado del aprendizaje según la correcta aplicación de las mismas, lo cual supone una adecuada aplicación de los métodos científicos y tecnológicos adquiridos en las diversas asignaturas.

### **c) COMPETENCIA GENÉRICA 3.**

*Lidera con espíritu emprendedor, proyectos de desarrollo social y empresarial en correspondencia con los requerimientos del entorno nacional, latinoamericano y mundial. Promueve una cultura de conservación del ambiente en la práctica profesional y social.*

El *p-value* (P) calculado es menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia genérica 3* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. Por el corto tiempo de vigencia de la carrera, aún no se ha logrado vínculos de gran alcance con sectores de la industria y de la sociedad, por tanto la producción de proyectos bilaterales es escasa y es el deseo de muchos maestros, alumnos y empresarios poder incursionar en aplicaciones reales a través de las diversas asignaturas, por esta razón los docentes evalúan con 3 (BUENO) el desarrollo de esta competencia.

### **d) COMPETENCIA ESPECÍFICA 1.**

*Diseña equipos, procesos o sistemas, que desde su concepción relacionen en forma efectiva la parte mecánica (servomecanismos, sistemas hidráulicos, neumáticos, sistemas térmicos y fluídicos), electrónica (sistemas electrónicos y digitales, sistemas de control e instrumentación) y sistemas de computación (software aplicativo y de control de procesos industriales) con detalles suficientes que permitan su implementación, acorde con los avances tecnológicos.*

Este *p-value* (P) también es menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia específica 1* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. En concordancia al criterio de estudiantes, egresados y docentes, se han eliminado asignaturas de la malla curricular como Sistemas Dinámicos, Mecánica de Fluidos, se han reducido horas en Sistemas Hidráulicos y Neumáticos, cambios de asignaturas en el área de control, ejemplo: antes existían Sistemas de Control 1 y 2, ahora sólo se dictan Sistemas de Control y Control Digital. Dentro de la documentación de recopilación de información no consta el estudio y la justificación técnica de los cambios que se han hecho. Por esta razón, los

tres grupos encuestados evalúan como MUY BUENO (4) el desarrollo de esta competencia.

#### ***e) COMPETENCIA ESPECÍFICA 2.***

*Adapta, mantiene y opera, sistemas mecatrónicos y procesos de manufactura, aplicando, principios de la mecánica racional, manufactura, producción, automatismos industriales, redes industriales, normas y estándares aplicables, con profesionalismo, eficiencia y ética.*

Como el  $p$ -value (P) es menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia específica 2* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. El profesionalismo y los valores asociados al mismo se alcanzan en el ejercicio profesional, es decir, en la aplicación de los conocimientos recibidos durante su formación para la solución de problemas reales en las empresas. Por tanto, es de suponer una valoración de MUY BUENA por parte de los estudiantes, egresados y docentes en vista que la evaluación de esta competencia rebasa el alcance de la universidad.

#### ***f) COMPETENCIA ESPECÍFICA 3.***

*Gestiona sistemas organizativos y proyectos que permitan el buen funcionamiento empresarial, implementación, innovación y creación de nuevas unidades de producción relacionadas con equipos y máquinas mecatrónicas, aplicando los principios de la administración moderna, económicos, financieros, gestión y conservación ambiental, basándose en estándares de industrias comparables, con ética profesional, espíritu emprendedor, con liderazgo, capacidad de negociación, pensamiento estratégico y efectivo trabajo en equipo, orientados al beneficio de la sociedad.*

Se obtuvo un  $p$ -value (P) menor que  $\alpha$  (no significativo), entonces se rechaza la Hipótesis Nula  $H_0$  y se concluye que hay evidencia estadística que las medianas de los grupos de encuestados no son todas iguales, lo cual implica que no todos tienen el mismo criterio o apreciación acerca de la formación de la *competencia específica 3* que reciben los estudiantes de Mecatrónica. Las asignaturas del bloque Formación para la Gestión de la malla curricular tienen docentes con formación administrativa, a esto se suma que reciben estudiantes de varias carreras, por tanto no pueden enseñar aplicaciones específicas que presenten a los estudiantes el aporte a su formación profesional.

## **4. TRABAJOS RELACIONADOS**

A nivel de maestrías en educación superior en el Ecuador se han planteado análisis de gestión, de satisfacción por parte de los estudiantes y modelos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. El presente trabajo es pionero en plantear un estudio minucioso sobre la evaluación del modelo educativo basado en competencias aplicado a

una carrera técnica de gran demanda y alto impacto en el desarrollo técnico, industrial y de innovación en nuestro país.

## **5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

Se determinó la incidencia de la aplicación de la malla curricular por competencias en el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el semestre septiembre 2012 – enero 2013 a través del análisis del criterio de cuatro grupos de investigación: estudiantes, egresados, docentes y empresarios.

Después de la aplicación de pruebas de comprobación de hipótesis se concluye que no todos los grupos investigados tienen el mismo criterio al respecto del desarrollo de las competencias profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Para los estudiantes y egresados las asignaturas más importantes son: Control Industrial, Automatización Industrial Mecatrónica, PLC y Redes Industriales, Circuitos Eléctricos, Dibujo Asistido por Computadora, Diseño Mecatrónico, Robótica Industrial, Máquinas Eléctricas, Sistemas Hidráulicos y Neumáticos, Sistemas CAD/CAM/CAE, Microprocesadores y Microcontroladores, Instrumentación Industrial Mecánica, Instrumentación Mecatrónica, Procesos de Manufactura, Diseño Electrónico y Diseño de Elementos de Máquinas. Las siguientes asignaturas han sido consideradas por estudiantes y egresados como menos importantes dentro de la malla curricular: Tecnología de Materiales, Sistemas Energéticos y Soldadura. Los egresados consideran que las siguientes asignaturas deberían ser de enseñanza obligatoria: Diseño Mecánico, Identificación y Control Adaptativo, Mecánica de Fluidos, Inglés Técnico, Sistemas Dinámicos, Tecnología Automotriz y CIM 2000. Los empresarios indican que los profesionales en Mecatrónica no demuestran dominio en las siguientes asignaturas: Máquinas Eléctricas, Electrónica de Potencia, Instrumentación Industrial Mecánica, Diseño Electrónico, Sistemas Energéticos, Sistemas Hidráulicos y Neumáticos y Control de la Calidad Industrial.

Para el análisis sobre la relación competencias-perfil de egreso se ha tomado como componente principal el criterio indicado por los empresarios, pues son ellos quienes emplean los profesionales de Ingeniería Mecatrónica. Según los indicadores de las encuestas los empresarios de las distintas áreas de aplicación indican un nivel EXCELENTE de desempeño de los profesionales, demostrándose de este modo que el perfil de egreso se cumple a cabalidad.

Un trabajo futuro consistiría en proponer un método de evaluación y mejora continua de acuerdo a los avances tecnológicos en las áreas afines a la mecatrónica afín de mantener actualizados a los docentes y estudiantes de la carrera.

## 6. Agradecimientos

A quienes conforman la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE campus Sangolquí, en especial a los directivos y estudiantes de 9º nivel durante el periodo septiembre 2012 y enero 2013.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Aguascalientes, U. P. (2010). *Manual de la asignatura*. Subsistema de Universidades Politécnicas, 50.
- API. (2005). *Measurement of Multiphase Flow*. Washington, DC: API.
- Arredondo, V., & Robles, E. (1979). *Técnicas instruccionales aplicadas a la educación superior*. México: Alfaomega.
- Benítez Cárdenas, F. (1999). *Tendencias internacionales de la creación científica y tecnológica en las universidades*. Evento CIER'99 (págs. 12-14). Madrid: Narcea.
- Bolton, W. (2011). *Mecatrónica*. México: Alfaomega.
- Delors, J. (1997). *La educación encierra un tesoro*. Informe a la conferencia de la UNESCO.
- Escudero, J. (1999). *Diseño, desarrollo e innovación curricular*. Lima: Lexus.
- ESPE. (2012). *Plan Estratégico Institucional*. Sangolquí: ESPE.
- Flores Ochoa, R; Tobón, A. (2004). *Competencias*. Bogotá: Mc GrawHill.
- Gil Pérez, D. (2002). *El papel de la educación ante las transformaciones científico tecnológicas*. Revista Iberoamericana de la Educación No. 18, 72-84.
- González, H. (2001). *Aprendizajes relevantes al Egreso de la Educación Superior*. Madrid: Alfaomega.
- Hawes, G. (2010). *Glosario básico de modernización curricular*. Buenos Aires: Manantial.
- Hawes, G., & Troncoso, K. (2006). *Lineamientos para la transformación del currículum de la formación profesionales en las carreras de la Red RINAC*. Buenos Aires: Manantial.
- Jiménez, W. (2011). *Propuesta para mejorar la educación*. Portoviejo: ULEAM.
- Kaufman, R. (1980). *Planificación de sistemas educativos. Ideas básicas concretas*. México: Trillas.

- Kranzberg, M. (2003). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Revista Iberoamericana de Educación No.19, 16-20.
- Larraín, A., & González, L. (2005). *Formación universitaria por competencias*. Barcelona: Martínez Roca.
- Mecatrónica, C. d. (2010). *Datos Académicoa*. Sangolquí: ESPE.
- Mecatrónica, C. I. (2012). *Mapa curricular para la Carrera de Ingeniería Mecatrónica*. Recuperado el 16 de Abril de 2013, de <http://www.espe.edu.ec/portal/portal/main.do?sectionCode=1257>
- Modelo Educativo, U. d. (2012). *Modelo educativo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de <http://ude.espe.edu.ec/es/modelo-educativo/>
- Morales, G. (2003). *Competencias y estándares*. Cali: 2000 Ltda.
- Núñez, J. (2000). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. Barcelona: Ediciones Ceac.
- Posada, R. (2007). *Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante*. Revista iberoamericana de educación, 40-52.
- Roman, M. (2005). *Diseños curriculares de aula en el marco de la sociedad del conocimiento*. Madrid: EDAF.
- Sachs, W. (1980). *Diseño de un futuro para el futuro*. Universidad de la Habana: Cuba.
- Sladogna, M. (2000). *Una mirada a la construcción de las competencias desde el sistema educativo. La experiencia argentina*. Buenos Aires: Nancea.
- Sutcliffe. (2005). Un currículo basado en competencias. Revista de sistemas de información en educación. Vol.16 N° 3, 301.
- Tünemann, B. (1996). *La educación superior en el umbral del siglo XXI*. Lima: Lexus.
- Unidad de Desarrollo (2012). *Modelo educativo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de <http://ude.espe.edu.ec/es/modelo-educativo/>