



CURRÍCULO DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA EN DOS LÍNEAS DE FORMACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DE LA ZONA 1 DEL ECUADOR

Cosme Mejía, Pablo Benavides, Diego Ortiz, Iván Iglesias, David Ojeda

**Universidad Técnica del Norte
Ibarra, Ecuador**

Resumen

El Gobierno ecuatoriano establece, en 2013, políticas basadas en doce objetivos en aras de fortalecer el desarrollo socio-económico de la Nación; para ello, la ha dividido en 9 zonas según sus características productivas. Por tal motivo, el Consejo de Educación Superior solicita a las Universidades el rediseño de sus ofertas académicas para solventar las deficiencias detectadas en la Zona de influencia acorde al Plan Nacional del Buen Vivir. La Universidad Técnica del Norte, localizada en la Provincia de Imbabura (Zona 1), tiene la misión de formar profesionales con responsabilidad social y criterios de sustentabilidad. Es por ello que la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica llevó a cabo una serie de procedimientos dictaminados por el Consejo de Educación Superior del que se obtiene el perfil profesional de salida basado en encuestas y entrevistas a empresas y profesionales, agendas zonales, entre otras. El resultado arroja un currículo con un nodo de formación común básica y profesionalizante y otro de titulación dividido en dos perfiles de salida en el área de Prototipos Industriales y Biomecatrónica. Adicionalmente, se crean los proyectos de iniciación científica a lo largo de la malla curricular ejecutados como integradores y se refuerza la Vinculación con la colectividad.

Palabras clave: mecatrónica; currículo; formación

Abstract

In 2013, the Ecuadorian government established some policies based on twelve objectives in the interest of reinforcing the social-economic development of the Nation; therefore, it has been divided in 9 zones according to its productive characteristics. For that reason, the College of Board requests all the Universities to redesign its academic offers to solvent the detected deficiencies in the influence Zone according to the National Plan of Good Living. The Technical North University, localized in the Province of Imbabura (Zone 1), has the mission to form professionals with social responsibility and sustainability criteria. This is the reason that Mechatronic Engineering Career has performed a series of internal procedures judged by the College of Board, from which the professional profile output is obtained, surveys and interviews to enterprises and professionals, zonal schedules, among others. The result gives a curriculum with a common basic and professionally formation and the degree divided in two output profiles in the Industrial Prototypes and Bio mechatronic area. Moreover, the projects of scientific initiation are created along with the curriculum executed as integrators.

Keywords: mechatronic; curriculum; academic training

1. Introducción

El Plan Nacional del Buen Vivir, “Sumak Causay” (PNBV) es una política de estado compuesta de 12 objetivos alineados a la constitución del estado. El PNBV se articula en agendas zonales e intersectoriales que permitan estructurar un plan de desarrollo y ordenamiento territorial, estrategias que desembocan en la transformación de la matriz productiva y la erradicación de la pobreza. La figura 1, muestra la estructura jerárquica de la base de la ejecución del PNBV, (SENPLADES, 2014).



Figura 1 Articulación del sistema Nacional de planificación participativa (SENPLADES, 2014).

De las agendas zonales se desglosa las matrices de tensiones sectoriales, puntos clave a atacar por los diferentes sectores para alcanzar los objetivos propuestos en el PNBV. Uno de estos sectores es la educación, que mediante las academias debe proponer un

plan de formación acorde a las políticas de estado que permita alcanzar los objetivos planteados.

Ante las reformas a la ley de Educación Superior en octubre de 2010 y sus reglamentaciones, el Consejo de Educación Superior (CES) y el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), órganos reguladores del sistema de educación; emiten las directrices para la homologación y rediseño curricular de las carreras. Para ellos las Instituciones de Educación Superior (IES), que deseaban mantener su oferta académica tenían la obligación de generar un proyecto innovador enfocado a la formación de tercer nivel que solucione los problemas existentes en la zona donde se encuentren asentadas las IES, enfocadas principalmente en la formación de la población y el cambio de la matriz productiva. (CES, 2013)

2. Antecedentes

El Ecuador, territorialmente, está dividido en zonas de influencia estratégicas que permiten un reordenamiento y ejecución descentralizadas de las políticas públicas. La universidad Técnica del Norte (UTN) se encuentra asentada en la zona 1 conformada por las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos; en la ciudad de Ibarra. (SENPLADES, 2012)

La UTN ha sido un referente en la zona norte del Ecuador, formando profesionales de excelencia, críticos, humanísticos, líderes y emprendedores con responsabilidad social que contribuya al desarrollo local y nacional, categorizada en el segundo nivel de calidad educativa. Sus profesionales se encuentran insertados en las industrias de la zona y, con alto impacto, en la ejecución de emprendimientos locales. (UTN, 2016)

La mecatrónica es una disciplina integradora que utiliza las tecnologías de la mecánica, la electrónica y la tecnología de la información para proporcionar productos, procesos y sistemas mejorados. No es una rama recién creada, más bien es una integración e interacción intensiva entre las diferentes ramas de la ingeniería. (Akar y Parkin, 1996)

En varios países, se ha realizado un análisis de las necesidades industriales de la zona con la finalidad de proponer un currículo integrador que permita egresar profesionales capacitados para su inserción laboral y que formen parte de la solución de sus problemáticas.

Para el desarrollo de procesos y productos, las empresas han inducido a las universidades a promover la visión de disciplinas híbridas como la mecatrónica, dispuestas a combinar diferentes áreas del saber, cuyo objetivo es el desarrollo social de los educandos, del sector empresarial y de la sociedad. (Lira y Carrasquilla, 2009)

En Macedonia, Kosovo y Montenegro, se crearon dos proyectos en cuatro universidades basados exclusivamente en el desarrollo tecnológico de la industria (Gavriloski et al, 2012). En Corea del Sur, el trabajo en red de 15 universidades ha propuesto un currículo integrador enfocado en solucionar las necesidades locales,

teniendo como resultado un incremento significativo de estudiantes (Jeong-Woo, 2001). En Colombia se propone al diseño mecatrónico como eje fundamental en el desarrollo de un currículo integrador en la formación de ingenieros (Carvajal, 2013).

Por tal motivo, se considera a la Mecatrónica una rama de carácter multi, inter y transdisciplinario, con una articulación meta cognitiva, donde se relaciona la teoría con la práctica, desarrollada en los diferentes ámbitos de la base de la formación, a través de la aplicación de modelos y técnicas pedagógicas modernas y el uso de equipos de última tecnología (UTN, 2017).

Bajo estos lineamientos, la enseñanza debe preparar al profesional con conocimientos básicos, aplicados y tecnológicos a los que se agreguen las capacidades de innovación con base en investigación aplicada. Estas capacidades requieren la articulación formal del currículo con la iniciación de los estudiantes en el proceso investigativo que conlleve a solucionar las necesidades de la zona en la que se desarrollan (UTN, 2017).

3. Desarrollo de la experiencia

A partir de las directrices del CES, se identifican las tensiones zonales basadas en los ejes Educación y Cambio de la matriz productiva: Talento humano altamente calificado y espacios de excelencia de universidades, centros de investigación y empresas, diseño de máquinas, sustitución selectiva de importaciones que implica la generación de valor en los sectores secundarios y terciarios, modernización de actividades en el sector productivo que favorecen el incremento de la productividad y de la innovación, implementación de procesos de innovación y adaptación tecnológica en agricultura y alimentos, medioambiente, medicina, energía, desarrollo de tecnología de la información y la comunicación, tecnologías sociales e industrias culturales.

Enfocados en las tensiones propuestas, se ejecuta un levantamiento de información mediante encuestas a los diferentes sectores industriales y productivos de la zona 1; así como también a los profesionales egresados de la carrera de ingeniería mecatrónica de la UTN (UTN, 2017).

El estudio arroja la necesidad de profesionales altamente capacitados en el desarrollo de maquinaria agroindustrial, modernización de los procesos de manufactura, creación de dispositivos médicos de apoyo de bajo costo y con antropometría de la zona.

Además de esta información se cuenta con el estudio de las micro, pequeñas y Medianas Empresas (MIPyMEs) de la Universidad Andina, que especifica la necesidad en todas las zonas del Ecuador de generar tecnología de bajo costo para el desarrollo del sector artesanal y de las pequeñas y medianas industrias (Araque, 2012).

Se realiza un cruce entre las tensiones de la agenda zonal y los resultados del estudio ejecutado, obteniéndose un alto porcentaje de falta de profesionales que desarrollen prototipos agroindustriales para el fortalecimiento del cambio de la matriz productiva; y en el área de biomecatrónica articulada con fisioterapia y salud.

Se procede a plantear las competencias del profesional en mecatrónica que cumpla con los requerimientos de la zona, basados en los criterios ABET (ABET, 2016) y que formarán parte integral del perfil de egreso del Ingeniero Mecatrónico.

Se identifica los núcleos básicos de las disciplinas y su relación con las competencias planteadas, teniendo tres franjas principales: Ciencias Básicas, Ciencias Profesionalizantes y de Titulación.

A partir de las sugerencias de las reuniones mantenidas con la Red de Ingeniería Mecatrónica del Ecuador (RIME), y bajo los lineamientos de la CINE-UNESCO (UNESCO, 2013) se plantea una malla curricular con un 70% de asignaturas comunes a la ingeniería en el área básica y profesionalizante, las que permiten a través de la movilidad estudiantil cambiar de campo de especialización según los itinerarios de las diferentes opciones de titulación de las universidades miembros, que permita la movilidad docente y una homologación de conceptos.

El 30% restante permite la elaboración de dos itinerarios que conlleven a solucionar las tensiones de la zona con profesionales capacitados en las áreas de Prototipos Industriales y Biomecatrónica; que inician su especialización a partir del cuarto año de formación.

Basado en lo anteriormente descrito, se considera de gran importancia en la creación de las Líneas de Investigación en la carrera de mecatrónica, la utilización de enfoques, metodologías e instrumentos con el propósito de contribuir al desarrollo y la formación de redes de conocimientos articulados con los problemas relacionados con el sector industrial, agroindustrial y salud de la Zona 1 del país. Específicamente se decide abrir dos líneas de investigación principales llamadas: Prototipos Industriales y Biomecatrónica.

La vinculación se enfoca en el asesoramiento técnico y consultoría a las empresas del sector industrial; así como la capacitación continua de las áreas detectadas como indispensables para tecnificar el conocimiento y fortalecer la matriz productiva de las empresas y MIPyMEs de la zona.

Se plantean entonces los métodos y lenguajes necesarios para ejecutar la formación integral del profesional y la investigación, enfocados en la implementación de proyectos integradores por núcleos básicos de las disciplinas y un enfoque transversal en la ejecución del proyecto final de tesis.

Bajo los lineamientos del CES, se selecciona la propuesta de formación 1 hora presencial teórica y una hora y media que estará dedicada a la aplicación presencial de la teoría y al trabajo autónomo. En esta perspectiva se propone un enfoque de reafirmación conceptual con horas presenciales exclusivas y horas presenciales dedicadas a la ejecución de tutorías, resolución de ejercicios, prácticas de laboratorio o ejecución de proyectos.

El trabajo autónomo permite una organización en el estudiante para reforzar los conocimientos adquiridos y aplicados; con esta configuración se establece períodos académicos de 16 semanas de duración con una distribución de carga de máximo 50 horas de trabajo semanal, en donde se incluye la formación teórica, práctica presencial y el trabajo autónomo.

Con esto se pretende centrar al estudiante en su formación, permitiéndole cursar un máximo de seis asignaturas por período académico, con lo que se espera una mejora en su rendimiento. Logrando además que la mayor carga de trabajo la realice en el campus universitario y un trabajo mínimo a nivel externo.

Las prácticas pre-profesionales y la vinculación se introdujeron dentro de la malla como asignaturas obligatorias, de manera que permita tener horas de dedicación a la semana para el desarrollo de estas actividades en las diferentes industrias de la zona. Repartidas de la siguiente manera: 160 horas de vinculación en dos períodos y 240 horas de prácticas pre-profesionales en los últimos tres períodos de formación.

El proceso ejecutado, anteriormente descrito, logra la incorporación del diálogo de saberes ancestrales, cotidianos y tradicionales, de inclusión, diversidad y enfoque de género para en la formación integral del profesional enfocado en la misión y visión institucional. Finalmente, se obtienen los elementos del perfil de egreso que se encaja con los contextos zonales y nacionales apoyados de los métodos y lenguajes propuestos.

4. Resultados

De lo anterior se define el siguiente objeto de estudio: La carrera de ingeniería en mecatrónica se enfoca en el desarrollo de prototipos industriales y biomecatrónica, bajo las líneas de investigación de biomecatrónica y producción industrial; apoyada en las ciencias básicas y profesionales de la ingeniería, que conducen hacia el diseño de dispositivos médicos y agroindustriales, de carácter social y amigables con el medio ambiente, fomentando la transformación de la matriz productiva en la zona; haciendo uso de la metodología de conceptualización, diseño, implementación y operación (CDIO), y la sustentabilidad como eje transversal.

Se propone llevar a cabo un enfoque por competencias con el siguiente perfil de egreso:

ITINERARIO 1: PROTOTIPOS INDUSTRIALES

El ingeniero en Mecatrónica especialidad prototipos industriales de la Universidad Técnica del Norte será un profesional que:

- Emplea la metodología científica para realizar investigación en el área de prototipos industriales y comunicar los resultados de ésta, en forma oral y escrita.

- Maneja herramientas computacionales, equipos y maquinarias de control numérico.
- Diseña, simula y analiza máquinas, equipos y dispositivos industriales mediante CAD/CAM/CAE.
- Diseña y selecciona las interfaces hombre-máquina y máquina-máquina, adecuadas para optimizar recursos humanos y/o materiales.
- Se desempeña en las áreas de la automatización, el control y el diseño integral
- Diseña y simula el funcionamiento de dispositivos y máquinas relacionados con los sistemas automáticos, robóticos y procesos en línea (flexibles) mediante el uso de herramientas matemáticas y de computación
- Comunica con efectividad, utilizando la tecnología de información, en una sociedad caracterizada por los fenómenos de la globalización y de la información cada vez más abundante.
- Considera diseños Mecatrónico en un marco ético y de respeto por el medio ambiente.
- Adapta con creatividad e ingenio a los cambios de vida y profesionales.
- Trabaja en equipos inter y transdisciplinarios como líderes o miembros activos para lograr un objetivo común.

ITINERARIO 2: BIOMECASTRÓNICA

El ingeniero en Mecatrónica especialidad biomecatrónica de la Universidad Técnica del Norte será un profesional que:

- Emplea la metodología científica para realizar investigación en biomecatrónica y comunicar los resultados de ésta, en forma oral y escrita.
- Maneja herramientas computacionales, equipos y maquinarias de control numérico para el desarrollo de dispositivos biomecatrónicos.
- Diseña, simula y analiza máquinas, equipos y dispositivos biomecatrónicos mediante CAD/CAM/CAE.
- Se desempeña en las áreas de la biomecatrónica y el diseño integral
- Diseña y simula el funcionamiento de dispositivos y máquinas relacionados con el área de la biomecatrónica mediante el uso de herramientas matemáticas y de computación
- Comunica con efectividad, utilizando la tecnología de información, en una sociedad caracterizada por los fenómenos de la globalización y de la información cada vez más abundante.
- Considera diseños Mecatrónico en un marco ético y de respeto por el medio ambiente y la sociedad
- Adapta con creatividad e ingenio a los cambios de vida y profesionales.
- Trabaja en equipos inter y transdisciplinarios como líderes o miembros activos para lograr un objetivo común.

Los dos perfiles están transversalmente cubiertos por la formación intercultural, de género y humanística, basadas en el modelo educativo de la UTN. Estos perfiles apuntan al siguiente campo ocupacional:

ITINERARIO 1: PROTOTIPOS INDUSTRIALES

El ingeniero en Mecatrónica mención prototipos industriales de la Universidad Técnica del Norte será capaz de desempeñarse como un profesional que comprende tanto los aspectos relacionados con la mecánica de precisión como los sistemas de control electrónicos y las tecnologías de información computarizadas, que le permitirá aportar al sector productivo y de desarrollo tecnológico:

- Diseñar, fabricar, implantar y controlar equipos y sistemas de producción en la micro, pequeña y gran industria.
- Diseñar e implantar sistemas de automatización y robotización de procesos y líneas de producción en la industria en general.
- Diseño y mejora de productos mecatrónicos.
- Desarrollo de investigación en las áreas de prototipos industriales
- Modernización del sector productivo y de servicios.

ITINERARIO 2: BIOMEATRÓNICA

El ingeniero en Mecatrónica mención en biomecatrónica de la Universidad Técnica del Norte será capaz de desempeñarse como un profesional que comprende tanto los aspectos relacionados con la mecánica de precisión como los sistemas de control electrónicos y las tecnologías de información computarizadas, que le permitirá aportar al sector productivo y de desarrollo tecnológico:

- Diseñar equipo de bioingeniería utilizando mecánica de precisión y electrónica de control.
- Diseño de dispositivos médicos para asistencia a personas con discapacidad permanente o temporal.
- Diseño y mejora de productos mecatrónicos.
- Desarrollo de investigación en las áreas de la biomecatrónica.
- Modernización del sector productivo y de servicios.

La propuesta de rediseño fue presentada al CES en noviembre de 2016 y luego de una revisión por pares técnicos y expertos en educación superior y fue aceptada y aprobada en la Cuadragésima Tercera sesión ordinaria del pleno del CES, con la resolución: RPC-SO-43-N°.884-2016

Además, una vez culminado el proceso se presentó la propuesta a los empresarios de la zona, instituciones públicas y egresados quienes a partir de una encuesta validaron la propuesta de malla como viable de implementar en la zona 1.

5. Referencias

- ABET. (2016). Criteria for accrediting engineering technology programs. ABET, Baltimore – USA.
- Araque, Wilson. (2012). Las PyME y su situación actual. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito-Ecuador.

- Carvajal Rojas, Jaime Humberto. (2013). Revisión y análisis de diseño mecatrónico para diseño curricular transdisciplinario de programas de ingeniería multidisciplinares. *Scientia Et Technica*, N° abril, pp. 86-94.
- CES, Consejo de Educación Superior (2013). Reglamento de Régimen Académico. CES, Quito-Ecuador.
- Jeong-Woo Lee. (2001). Investigation of mechatronic education in South Korea, *Mechatronics*, Vol. 20, No. 3, pp 341-345.
- Lira Valdivia, Rosa Inés; Carrasquilla Batista, Arys. (2009). Mecatrónica y currículo. *Innovación Educativa*, N°. Julio- septiembre, pp. 51-59.
- M. Acar and R. M. Parkin. (1996). Engineering education for mechatronics. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 43, No. 1, pp. 106-112,
- SENPLADES, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (2014). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. SENPLADES, Quito-Ecuador.
- SENPLADES, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (2014). Proceso de desconcentración del Ejecutivo en los niveles administrativos de planificación. SENPLADES, Quito-Ecuador.
- UNESCO. (2013), Clasificación Internacional Normalizada de la Educación, Instituto de Estadística de la UNESCO, Montreal - Canadá.
- UTN, Universidad Técnica del Norte. (2016, octubre). La UTN lidera la calidad educativa. Consultado el 20 de junio de 2017 en <http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?p=5821.htm>
- UTN, Universidad Técnica del Norte (2017). Proyecto de rediseño curricular de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica. UTN, Ibarra-Ecuador
- V. Gavriloski, J. Jovanova and K. P. Kaemper. (2012). Project-oriented approach in mechatronic education in Macedonia, Kosovo and Montenegro. *Mechatronics (MECHATRONICS)*, 9th France-Japan & 7th Europe-Asia Congress on and Research and Education in Mechatronics (REM), 13th Int'l Workshop. Paris. pp. 231-236.

Sobre los autores

- **Cosme Damián Mejía Echeverría:** Ingeniero Electrónico en Automatización y Control, Master en Manufactura y Diseño Asistido por Computador, Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, cdmejia@utn.edu.ec.
- **Pablo Andrés Benavides Bastidas:** Ingeniero en Sistemas Computacionales, Master en Informática, Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, pabenavides@utn.edu.ec.
- **Iván Iglesias Navarro:** Ingeniero en Automática y sistemas Inteligentes, Master en Automática y Sistemas Inteligentes, Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, iiglesias@utn.edu.ec.
- **David Alberto Ojeda Peña:** Ingeniero Mecánico, Master en Ingeniería Mecánica, Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Docente Investigador de la Carrera de

Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte,
daojeda@utn.edu.ec.

- **Diego Luis Ortiz Morales:** Ingeniero Mecánico, Master en Enseñanza de las Matemáticas a Nivel Superior. Docente Investigador y actual Coordinador de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, dortiz@utn.edu.ec.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)