

IMPORTANCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ESPECIALIDADES EN EL PLAN RETICULAR DE INGENIERÍA MECATRÓNICA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO PARA LAS COMPETENCIAS DE EGRESO DESDE UN ENFOQUE DE LA INDUSTRIA LOCAL.

IMPORTANCE OF THE INCORPORATION OF SPECIALTIES IN THE RETICULAR PLAN OF MECHATRONIC ENGINEERING IN THE INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF HERMOSILLO FOR GRADUATION COMPETENCES FROM A LOCAL INDUSTRY APPROACH.

¹Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela¹, Aarón Córdova Suárez², Gorge David Gutiérrez-Cota³, Esthela Fernanda Torres Amavizca⁴, Efren Samano Hermosillo⁵

¹ <https://orcid.org/0000-0001-8538-0767>; eliel.montijov@hermosillo.tecnm.mx

² <https://orcid.org/0000-0001-8997-1142>; aaron.cordovas@hermosillo.tecnm.mx

³ <https://orcid.org/0000-0002-9080-1201>; jorge.gutierrezc@hermosillo.tecnm.mx

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4527-688X>; fernanda.torresa@hermosillo.tecnm.mx

⁵ efren.samano@ues.mx

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo,
Departamento de Metal Mecánica.

Universidad Estatal de Sonora Ing. en Software

DOI <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi35.354>

Recibido 4 de abril 2021.

Aceptado 26 de mayo 2021

Publicado 30 de junio de 2021

Resumen

La cambiante industria afectada por un mundo globalizado genera nuevos retos, por lo tanto, demanda a ingenieros con habilidades adaptativas en el ser, el saber y el hacer, con alto nivel en el conocimiento técnico-científico, pero también con alto valor humano y competencias genéricas y específicas bien definidas. El trabajo de

las academias en las instituciones de educación superior (IES) es desarrollar en los estudiantes estos saberes y competencias, y únicamente se puede lograr si hay una sinergia de trabajo entre la academia y la industria. En este trabajo se presenta la importancia de incorporar especialidades afines al sector industrial.

Abstract

The changing industry affected by a globalized world generates new challenges, therefore, it demands engineers with adaptive skills in their being, knowing and doing, with a high level of technical-scientific knowledge, but also with high human value and well-defined generic and specific skills. The work of the academies in higher education institutions (IES) is to develop these knowledge and skills in students, which can only be achieved if there is a synergy of work between academia and industry. This work presents the importance of incorporating specialties related to the industrial sector.

Introducción

La globalización entre sus tantas ventajas y desventajas, permite dentro de sus procesos, el flujo social, cultural, económico, tecnológico y político entre los distintos países del mundo. Por lo tanto, si nos enfocamos únicamente en el avance de la ciencia y la tecnología, podemos deducir una transformación globalizada del conocimiento implícito en la sociedad, mismo que ha incentivado al sector industrial a la búsqueda de recursos humanos integrales en aptitudes y actitudes, y que le permita, sobre todo, un desenvolvimiento "natural" en múltiples áreas, siendo las más demandantes las de carácter social, científico y tecnológico. Esta apertura global, ha generado en el país una evolución constante de la industria, misma que podemos recopilar en cuatro etapas claves (Basco, Beliz, Coatz y Garnero, 2018); la primera etapa se consolida con el descubrimiento de la máquina de vapor,

generando la Revolución Industrial o la Industria 1.0. Posteriormente, con la producción en cadena, surge la Industria 2.0, permitiendo a las empresas del ramo de la manufactura aumentar la eficacia de sus procesos, sobre todo en el mejoramiento de la maquinaria de las fábricas, que se volvieron más dinámicas debido al descubrimiento de la energía eléctrica y la introducción del acero como elemento estructural. Todo esto originó los principios de la producción en masa, derivado de un aumento de la productividad (Martínez y Juan, 2019). La tercera etapa o Industria 3.0, se origina a finales de los cincuenta, y emerge gracias a la incorporación de la tecnología electrónica y sobre todo los procesos de cómputo en las fábricas, relevando la tecnología mecánica y analógica, por sistemas digitales y la automatización (Nayyar y Kumar, 2020). Por último tenemos la cuarta revolución industrial o Industria 4.0, que no realiza el reemplazo de los sistemas digitales ni la automatización, si no que complementa a la industria agregando la interconectividad a través de tecnología del Internet de las Cosas (*Internet of Things, IoT*), traduciendo esto al acceso en tiempo real de datos y sistemas ciberfísicos, ofreciendo un enfoque más integral al que se venía manejando en la Industria 3.0, permitiendo formar una red de colaboración y acceso entre departamentos, socios, proveedores, clientes, productos y personas, conectando lo físico con lo digital, así, una persona en Japón, puede solucionar en tiempo real una problemática originada a kilómetros de distancia, por ejemplo en México, sin estar de forma presencial. Por otro lado, y siguiendo con ejemplos, un cliente puede monitorear las variables de humedad o luminosidad de las flores de su jardín, solo interconectando los sistemas adecuados a su *Smartphone*, *Tablet* u ordenador.

En este proceso de evolución industrial globalizada, surge la ingeniería mecatrónica, misma que, si la analizamos a nivel conceptual, podemos deducir que es en parte, la suma de las evoluciones industriales a la actualidad. Citando textualmente a D'Addario (2018), podemos definir a la ingeniería mecatrónica como *"la integración sinérgica de la ingeniería mecánica con la electrónica y con el control*

de computadoras inteligentes para el diseño y la manufactura de productos y procesos". En nuestro país, el origen de la mecatrónica en el sistema educativo inicia a principios de los años noventa, cuando algunas instituciones de educación superior ofrecen algunas asignaturas relacionadas a ella. Por otra parte, se desconoce la inserción de la ingeniería mecatrónica en el sector industrial, pero se tienen antecedentes de que el sector automotriz fue el pionero en el desarrollo y propagación de esta ingeniería por el territorio nacional (Secretaría de Economía, 2012).

El objetivo de esta investigación es determinar el tipo de competencias genéricas y específicas desarrolladas y con áreas de oportunidad de los alumnos y egresados de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo, desde una perspectiva de la industria local, con la finalidad de generar especialidades optimizadas y acordes con las necesidades del sector productivo de la región.

La importancia de este análisis se debe a un factor bidireccional, en primera para garantizar una correcta formación del estudiante de ingeniería mecatrónica, enfocado al perfil de egreso, mismo que está orientado al desarrollo de habilidades blandas y solución de problemáticas de la industria local. Por otra parte, la industria necesita ciertas características del factor humano que desarrollará las actividades dentro de su empresa, a partir de todos los recursos con los que dispone. En este sentido, un recurso humano integral, tiene el potencial de desarrollarse de forma efectiva a nivel industrial, lo que genera también crecimiento para la organización.

Este factor bidireccional se traduce a un trabajo en equipo por parte de la industria local y la academia. Si se realizan las gestiones y análisis necesarios entre ambas partes, se obtiene un "ganar-ganar", por lo que si se sabe lo que requiere una empresa de un egresado de ingeniería mecatrónica a nivel de competencias por parte de la academia, se pueden buscar estrategias para desarrollar dichas competencias dentro del plan curricular, esto puede tener efectos positivos, ya que se garantiza un recurso humano capacitado para realizar de forma efectiva cualquier

actividad. Por otro lado, la industria no puede operar sin recurso humano especializado, además es mucho más caro capacitar a personal sin bases sólidas en competencias genéricas, pero sobre todo específicas. También es inoperable buscar una cantidad excesiva de recurso humano especializado en otro estado o país. De este modo, la academia garantiza un flujo directo de egresado de ingeniería en mecatrónica hacia la industria local.

Desarrollo

En el Instituto Tecnológico de Hermosillo (ITH), la oferta de ingeniería mecatrónica surge en el año 2005 como una necesidad del entorno regional, y en parte por la apertura de la ensambladora automotriz de Ford en la ciudad y sus múltiples proveedores satélite que requieren a la fecha las competencias de los ingenieros en mecatrónica (Mesinas, 2015).

La diversificación de los trabajos en cualquier ingeniería son muy amplios y abarcan diferentes áreas de desempeño, mismas que llegan a ser impredecibles, ya que un ingeniero puede trabajar directamente en el proceso, en proyectos de campo, en investigaciones y otras actividades diversas, que si bien pueden estar enfocadas directamente a su área de formación, también pueden involucrar actividades de gestión, desarrollo de talento humano (capacitaciones por ejemplo) y trabajo en equipo, por mencionar algunas.

Si bien, todas las ingenierías tienen áreas de conocimiento multidisciplinar, hay algunas que se componen directamente de la combinación de varias disciplinas, como el caso de la mecatrónica, que integra la mecánica de precisión, electrónica, informática y sistemas de control, además de ello, integra otras habilidades, entre las que resaltan el trabajo en equipo y el desarrollo social (Rodríguez, Sánchez y Avendaño, 2016).

Esto le permite al egresado de esta ingeniería, aparte de los conocimientos enfocados al desarrollo tecnológico industrial, y la tenaz y continua competencia del mercado de los servicios y la cooperación internacional en el desarrollo de proyectos, desarrollarse como profesionales cada vez más competitivos, con alto nivel científico y técnico, pero también con altos valores humanos y comprometidos con el desarrollo social y sostenible (Castellanos, Hernández y Goytisoló, 2011), mismos que pueden ser corroborados con el perfil de egreso del ingeniero en mecatrónica de ITH, mencionados a continuación (Tecnológico Nacional de México, 2019):

1. Ejercer su profesión, dentro de un marco legal, teniendo un sentido de responsabilidad social, con apego a las normas nacionales e internacionales.
2. Analizar, sintetizar, diseñar, simular, construir e innovar productos, procesos, equipos y sistemas mecatrónicas, con una actitud investigadora, de acuerdo a las necesidades tecnológicas y sociales actuales y emergentes, impactando positivamente en el entorno global.
3. Integrar, instalar, construir, optimizar, operar, controlar, mantener, administrar y/o automatizar sistemas mecánicos utilizando tecnologías eléctricas, electrónicas y herramientas computacionales.
4. Evaluar y generar proyectos industriales y de carácter social.
5. Coordinar y dirigir grupos multidisciplinarios fomentando el trabajo en equipo para la implementación de proyectos mecatrónicos, asegurando su calidad, eficiencia, productividad y rentabilidad con sentido de responsabilidad de su entorno social y cultural para un desarrollo sustentable.
6. Desarrollar capacidades de liderazgo, comunicación e interrelaciones personales para transmitir ideas, facilitar conocimientos, trabajar en equipos multidisciplinarios y multiculturales con responsabilidad colectiva para la solución de problemas y desarrollo de proyectos con un sentido crítico y autocrítico.

7. Ser creativo, emprendedor y comprometido con su actualización profesional continua y autónoma, para estar a la vanguardia en los cambios científicos y tecnológicos que se dan en el ejercicio de su profesión.
8. Interpretar información técnica de las áreas que componen la Ingeniería Mecatrónica para la transferencia, adaptación, asimilación e innovación de tecnologías de vanguardia.

El modelo educativo que se utiliza en ITH está basado en competencias, mismo que utilizan las instituciones públicas de educación superior en México. Las competencias se definen como “un conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación y un momento particulares, según Cano (2005). En otro contexto, Vargas (2007) propone una clasificación de las competencias; las específicas y las genéricas. Las competencias genéricas se entienden como un sistema complejo de conocimientos, integrados por las dimensiones cognitivas, afectivas y conductuales (Navarro, 2015), mientras que las competencias específicas se relacionan con aspectos técnicos y no son fácilmente transferibles (Del Pozo, 2012).

El plan curricular de la carrera de ingeniería mecatrónica, consta de nueve semestres y un total de doscientos sesenta créditos, de los cuales cinco pertenecen a actividades complementarias, diez a servicio social, diez a residencias profesionales, veinticinco a especialidad y el resto a asignaturas de formación básica. Es importante establecer que los planes reticulares de ingeniería mecatrónica son los mismos para todos los sistemas tecnológicos adscritos al Tecnológico Nacional de México (TecNM), siendo las materias de especialidad, las que pueden cambiar según las necesidades socioeconómicas del entorno.

Debido a que se tiene una retícula fija, es imperante para la Academia de Ingeniería Mecatrónica (AIM) del ITH, realizar un análisis de las competencias genéricas y específicas que busca la industria en un ingeniero en mecatrónica integral, apegado a las competencias de egreso definidas en la base reticular ante el TecNM, esto con la finalidad de generar una inserción del egresado de forma eficaz en la industria local. Cabe mencionar que las especialidades, por normalización del TecNM se deben de actualizar cada dos años (Tecnológico Nacional de México, 2015), por lo que la metodología de trabajo empleada por la AIM desde 2005, ha sido generar los contenidos de la especialidad, a partir de las necesidades detectadas por el Departamento de Vinculación (DV) de ITH a través del seguimiento de egresados, foros empresariales y reuniones con grupos de interés del sector industrial local, además de la retroalimentación de los estudiantes que generan proyectos en las residencias profesionales o los egresados que están insertos en el ámbito industrial/empresarial, mediante el diseño y la implementación de una encuesta a los jefes directos de los residentes o egresados, y mediante sesiones y entrevistas directamente en las empresas. En este mismo análisis, también se muestran los aspectos positivos demostrados por los alumnos y egresados.

La última actualización de especialidad se realizó en el año 2018, a una muestra representativa de doce empresas de diferentes sectores (automotriz, aeroespacial, minería y telecomunicaciones, por mencionar algunos), y con base a la investigación realizada por Montijo, Ramírez y Cerón (2018), se concluyó que los resultados de las principales competencias demostradas por los alumnos y egresados de ingeniería mecatrónica en la industria, fueron; liderazgo, trabajo en equipo y proactividad, en donde coincidieron doce del total de empresas encuestadas. Once empresas coincidieron en que presentan buen nivel de dibujo, diseño y modelado en CAD (diseño asistido por computadora). Diez empresas presentaron coincidencia en que los alumnos tienen habilidades de automatización

y control con PLC (controlador lógico programable) y PIC (controladores de interfaz periférica) y nueve empresas coincidieron en que presentan competencias en electrónica, en análisis y cálculos de datos y sistemas computacionales.

Los resultados de las principales competencias con áreas de oportunidad en la que la mayoría de las empresas coincidieron fueron; dominio del idioma inglés, herramientas administrativas como la evaluación de proyectos, el análisis de problemas y la toma de decisiones, manejo de software de ingeniería industrial, poco pensamiento crítico y deficiencias en temas de *lean manufacturing*. Sumado a lo anterior, en las entrevistas presenciales se realizaron recomendaciones técnicas en referencia a temas específicos de diseño mecánico de precisión, materiales avanzados, sistemas de manufactura, visión artificial, robótica y automatización especializada.

Con base a los resultados, mismos que fueron analizados por la AIM, se propusieron dos especialidades: 1) automatización y robótica y 2) diseño mecatrónico para la industria aeroespacial y automotriz. Para la primera especialidad se diseñaron las siguientes asignaturas: 1.1. Automatización avanzada, 1.2. Visualización y control de procesos y 1.3. Temas selectos de robótica. Para la segunda especialidad se desarrollaron las siguientes asignaturas: 2.1. Diseño mecánico de precisión, 2.2. Materiales avanzados para la industria aeroespacial y automotriz y 2.3. Modelado y manufactura asistida por computadora. Además, ambas especialidades cuentan con dos asignaturas en común: proyecto mecatrónico de calidad para la industria aeroespacial y automotriz, y seminario de mecatrónica y habilidades gerenciales. En total cada especialidad está formada por cinco asignaturas de cinco créditos cada una de ellas, con enfoque a las necesidades detectadas en el sector industrial que demanda ingenieros en mecatrónica del ITH.

Aunque el desarrollo de los programas es general para todos los Institutos Tecnológicos pertenecientes al TecNM, la cuestión del desarrollo de la especialidad corresponde a cada academia según su realidad regional, situación que pone en desventaja a algunas regiones del país, debido a que las condiciones sociales, culturales, políticas e industriales cambian drásticamente en cada estado, por lo que un ingeniero mecatrónica de Hermosillo Sonora, egresado de ITH tiene la misma formación disciplinar que un egresado de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Orizaba, sin embargo, en Sonora la predominancia de industrias tienen un enfoque totalmente diferente a las de Veracruz. Sin embargo, lo que diferencia a estos dos egresados, son las competencias adquiridas en su especialidad, cada uno con enfoque a los sectores predominantes en sus regiones de origen. Esta estrategia surge en parte a la filosofía de los sistemas tecnológicos para la solucionar problemáticas locales, con miras al desarrollo regional y el impulso de la ciencia y tecnología a nivel nacional.

CONCLUSIONES

Por parte del trabajo colegiado en la AIM y su colaboración con el DV de ITH y el sector industrial, respecto a la creación de especialidades cada dos años, se puede concluir que es una estrategia efectiva, ya que, en un periodo de uno a seis meses, el egresado de ingeniería mecatrónica de ITH se inserta en el mercado laboral en un área afín a su perfil profesional.

Este trabajo colegiado también refleja un autoanálisis de las competencias adquiridas por el alumno durante los nueve semestres que integran el plan

curricular, específicamente en la investigación de Montijo, Ramírez y Cerón (2018), se concluyó que existe un sesgo muy bien definido en las competencias específicas del área técnica e ingenieril, teniendo alto impacto en el alumno, las asignaturas de electrónica (análisis de circuitos, electrónica analógica, electrónica digital, electrónica de potencia, microcontroladores, control y PLC) y de mecánica (dibujo asistido por computadora y diseño mecánico de precisión). Se observó también el desarrollo de competencias genéricas, entre las que destacan el liderazgo, el trabajo en equipo, la proactividad y la solución de problemas.

Es indispensable la vinculación entre la industria y la academia, ya que no se puede desarrollar a un ingeniero mecatrónica con cualidades integrales desde una óptica independiente. Por una parte, la academia no evoluciona a la par con los conocimientos requeridos por la industria, y la industria no puede darse a la tarea de formar ingenieros de profesión. En este sentido la vinculación si ha sido un factor clave para poder tener vigente la carrera de ingeniería mecatrónica en ITH, ya que se han establecido acuerdos de cooperación en el área de capacitación docente y donación de equipo por parte del sector industrial, ejemplo de ello es la capacitación de cinco profesores en el área de robótica por parte de FORD, misma que realizó una donación de dos robots a ITH para prácticas de laboratorio, el pasado mes de enero.

Si no se realiza la sinergia entre la academia y la industria, difícilmente se podrán empatar los objetivos de desarrollo local, creando "cuellos de botella" generacionales, algo que podría pasar con algunas de las IES de Sonora, al tomar temas de "modernismo" y sin un análisis exhaustivo los introducen como parte de la especialización. Si bien estas temáticas pueden tener un impacto significativo, los egresados tendrían que buscar oportunidades en otras partes del país o del mundo, debido a una escasa oferta y demanda del perfil en el sector industrial y empresarial local.

El análisis de las competencias desarrolladas por los alumnos de ingeniería mecatrónica del ITH dentro de la industria, puede ser pieza clave para que institucionalmente. En colaboración con las academias correspondientes y la industria, se pueden generar especialidades acordes a las necesidades laborales locales, dando mayor oportunidad a los egresados de incorporarse exitosamente en el mercado laboral de su área.

Referencias

- Basco, A., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro* (1a ed., p. 25). Banco Internacional de Desarrollo.
- Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes: guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado*, 1ª ed. GRAÓ, de IRIF, S.L. Barcelona, España.
- Castellanos, L., Hernández, A. y Goytisolo, R. (2011). Como formar y evaluar las competencias a través de los proyectos formativos en las disciplinas de las carreras de ingeniería. *Latin american and caribbean journal of engineering education*, 5(2), 6-14.
- D'Addario, M. (2018). *Mecatronica* (1st ed.). Comunidad Europea.
- Del Pozo, J. (2012). *Competencias profesionales: Herramientas e evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*, 1ª ed. Narcea.
- Tecnológico Nacional de México. (2019). *Ingeniería Mecatrónica - Tecnológico Nacional de México*. Sitio.tecnm.mx. Revisado el 10 septiembre 2020, en <https://bit.ly/2W1IO1Q>.

- Martínez, J., y Juan, J. (2019). *Industria 4.0* (1st ed.). UOC.
- Mesinas, C. (2015). *Estudio del entorno socioeconómico para identificar las especialidades de las carreras de ingeniería*. Hermosillo: Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo.
- Montijo, E., Ramírez, F., y Cerón, A. (2018). Análisis de las competencias de los alumnos de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo desde un enfoque de la industria local. *CLICAP 2018*, 1(1), 1111-1115.
- Navarro, G. (2015). Construcción de conocimiento en educación superior: Educación de competencias genéricas en la Universidad de Concepción (Chile). Universidad de Concepción.
- Nayyar, A., y Kumar, A. (2020). *A Roadmap to Industry 4.0* (1st ed.). Springer.
- Rodríguez, E., Sánchez, O. y Avendaño, J. (2016). Análisis de competencias específicas en el desarrollo de proyectos integradores en Ingeniería Mecatrónica. *Revista I3+*, 3(1), 24 – 41.
- Secretaría de Economía. (2012). *Diagnóstico y Prospectiva de la Mecatrónica en México. Reporte Final*. México: Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C.
- Tecnológico Nacional de México. (2015). *Manual de Lineamientos Académico - Administrativos del Tecnológico Nacional de México*. (2ª edición). TecNM.
- Vargas, J. (2007). Las reglas cambiantes de la competitividad global en el nuevo milenio: las competencias en el nuevo paradigma de la globalización. *Red Internacional de Investigadores*, 1(1), 1-21

Cómo citar este artículo:

Ciencias Económicas Y Sociales, (35). <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi35.354>

MONTIJO-VALENZUELA, E. E., Córdova Suárez, A. ., Gutiérrez-Cota, G. ., Torres Amavizca, E., & Samano Hermosillo, E. (2021). IMPORTANCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ESPECIALIDADES EN EL PLAN RETICULAR DE INGENIERÍA MECATRÓNICA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO PARA LAS COMPETENCIAS DE EGRESO DESDE UN ENFOQUE DE LA INDUSTRIA LOCAL. *Revista De Investigación Académica Sin Frontera: División De Ciencias Económicas Y Sociales*, (35). <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi35.354>

<https://revistainvestigacionacademicasinfrontera.unison.mx/index.php/RDIASF/article/view/354>



[Neliti - Indonesia's Research Repository](#)

