GENERACIÓN DE PRODUCTOS ACADÉMICOS DE ALTO IMPACTO A TRAVÉS DEL LABORATORIO DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS APLICADOS

GENERATION OF HIGH-IMPACT ACADEMIC PRODUCTS THROUGH THE LABORATORY OF APPLIED TECHNOLOGICAL SYSTEMS

C. F. Ramírez Gutiérrez[1]
C. Isaza Bohórquez[2]
J. A. Rizzo Sierra[3]
K. Anaya Rivera[4]

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es socializar el impacto que tiene el Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados en la productividad del Cuerpo Académico de Tecnologías de la Información y Comunicación Aplicadas de la Universidad Politécnica de Querétaro. Igualmente, se resalta el impacto del grupo de investigación en el fortalecimiento y desarrollo de vocaciones científicas y tecnológicas de los estudiantes del Programa Educativo de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones a través de los distintos programas de investigación y vinculación que se promueven en este laboratorio para el desarrollo de proyectos prácticos. Se presentan como resultados algunos de los productos científicos y tecnológicos más destacados y representativos que han sido generados por los profesores en colaboración con estudiantes, haciendo uso de la infraestructura del Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados.

ABSTRACT

This work aims to socialize the impact of the Laboratory of Applied Technological Systems on the productivity of the Academic Research Group of Applied Information and Communication Technologies of the Universidad Politécnica de Querétaro. Likewise, the impact of the research group on the strengthening and development of scientific and technological vocations of the students of the Educational Program of Engineering in Networks and Telecommunications is highlighted through the different research and linkage programs promoted in this laboratory to the development of practical projects. Finally, some of the most outstanding and representative scientific and technological products are presented as results, which have been generated by teachers in collaboration with students using the Laboratory of Applied Technological Systems infrastructure.

ANTECEDENTES

La educación en ingeniería tiene una fuerte conexión con el desarrollo para el acceso a esto indica que se debe transcender de la práctica pedagógica a lograr un equilibrio en fortalecer habilidades blandas, conocimiento y aplicación técnica (Cisterna, 2003).

La formación de profesionales en áreas de ingeniería exige competencias alineadas a entornos laborales y sociales cada vez más cambiantes (Turns et al., 2005). Las universidades deben estar en constante búsqueda de herramientas, espacios y adaptación de metodologías de enseñanza aprendizaje, que promuevan en su saber hacer actividades orientadas a los requerimientos del sector industrial y social (Bhedasgaonkar et al., 2019; Sun et al, 2018).

[1] Profesor Cuerpo Académico TICA. Universidad Politécnica de Querétaro. cristian.ramirez@upq.edu.mx
[2] Profesor Cuerpo Académico TICA. Universidad Politécnica de Querétaro. cesar.isaza@upq.edu.mx
[3] Profesor Cuerpo Académico TICA. Universidad Politécnica de Querétaro. amilcar.rizzo@upq.edu.mx
[4] Profesora Cuerpo Académico TICA. Universidad Politécnica de Querétaro. karina.anaya@upq.edu.mx

Los docentes deben hacer uso de distintos espacios e infraestructura para la enseñanza – aprendizaje adaptando técnicas y actividades que no solo sirvan como prácticas pedagógicas, sino que permitan alcanzar resultados de aprendizaje significado y valor agregado en el entorno industrial o social donde se pretendan aplicar dichos resultados (Forcael et al., 2018).

Es por lo que, en formación ingenieril en conjunto con la visión industrial y social actual, obliga a las prácticas docentes a nivel superior a mover al estudiante desde lo teórico a lo práctico a través de laboratorios tecnológicos aplicados.

Particularmente, la Universidad Politécnica de Querétaro se encuentra ubicada en un entorno en donde su principal misión es generar y difundir conocimiento, aportar capital humano como agente de cambio, cooperar al desarrollo social, productivo, económico y tecnológico e impulsar la competitividad en un contexto global que contribuye al bienestar y desarrollo armónico del estudiante y la sociedad, mediante la formación profesional integral a través de un modelo educativo pertinente basado en competencias, centrado en el aprendizaje, vinculado al sector productivo con un equipo humano altamente capacitado y comprometido con la institución y su vocación de servicio.

El entorno de la región donde se encuentra la Universidad promueve la dinámica de la industria automotriz como su mayor fortaleza. Se encuentra influenciada directamente por las solicitudes y necesidades de los clientes, de los clústeres de la zona, de los programas de investigación, innovación y desarrollo que promueven distintos organismos y que típicamente incluyen requerimiento asociados a seguridad, peso del vehículo, sistemas de detección y geolocalización, disminución en las emisiones contaminantes, consumo de combustible, y durabilidad de los componentes automotrices.

Particularmente, se ha detectado que es un factor decisivo en el negocio de compraventa de vehículos nuevos aspectos tales como: la calidad y durabilidad estética de las autopartes plásticas. La posibilidad de caracterizar hiperespectralmente las autopartes plásticas generará una base técnica con sustento científico de la calidad de los productos que ofrecen los fabricantes, incluyendo el factor cosmético/estético.

Adicionalmente, la información hiperespectral obtenida de cada autoparte plástica podrá ser un referente para la industria de proveeduría, quien podrá presentar una garantía en la estética de la pieza bajo exposiciones a condiciones medioambientales típicas durante un intervalo de tiempo definido. Derivado de lo anterior, las medianas y pequeñas empresas de la región Bajío podrán presentar a los grandes fabricantes de vehículos un parámetro técnico cuantitativo que evidencie la calidad y durabilidad de los productos autopartes plásticos fabricados en México.

Por ello, la Universidad Politécnica de Querétaro considera que contar con laboratorios especializados que atiendan estas demandas de análisis, estudios y pruebas predictivas y correctivas que requieren las autopartes, permite a docentes y estudiantes contar un perfil profesional ingenieril, contribuyendo con la misión que se promueve institucionalmente “formación de capital humano como agente de cambio”.

Formar perfiles ingenieriles como agentes de cambio, requiere enfocar los esfuerzos de cada programa educativo de ingeniería a los contenidos actualizados y pertinentes, generar investigación aplicada a las necesidades del entorno y la vinculación con el sector productivo para atender sus requerimientos y fortalecer sus procesos. La infraestructura en las universidades son elementos clave para contribuir a fortalecer los perfiles, necesidades y requerimientos. El grupo docente del programa educativo de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Querétaro contribuye a la misión institucional a través de la búsqueda de infraestructura de primer nivel que permita sumar a la construcción de estos laboratorios especializados.

El programa de Problemas Nacionales que promueve el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) plantea garantizar un desarrollo integral con el objetivo de contar con capital humano preparado que sea fuente de innovación y mayor bienestar de la población; promueve apoyar a incrementar la capacidad científica, tecnológica y de formación de docentes investigadores y estudiantes para resolver, contribuir y elevar el desarrollo del entorno, así como, la vinculación de la ciencia básica y la innovación tecnológica asociadas a la actualización y mejoramiento de la calidad de la educación y la expansión de las fronteras del conocimiento.

El Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados (LSTA), de la Universidad Politécnica de Querétaro fue concebido gracias a la participación del Cuerpo Académico de Tecnologías de la Información y Comunicación Aplicadas adscrito a la Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones, en el programa Problemas Nacionales CONACYT mediante convocatoria pública. La infraestructura establecida en este laboratorio permite calibrar filtros acusto-óptico para conocer la correspondencia entre las longitudes de onda provenientes de la autoparte a analizar y la frecuencia inyectada al circuito de filtrado, aplicar sistemas de análisis de imágenes, así como, parametrizar la corrosión cosmética de las autopartes plásticas utilizando algoritmos de reconocimiento de patrones en las imágenes hiperespectrales obtenidas.

Adicional a ello, en el laboratorio se promueve la mentefactura en donde se promueve que los estudiantes puedan crear y resolver problemas a través de su creatividad e innovación. Se realizan proyectos de investigación aplicada con la finalidad de fomentar, fortalecer, promover y posicionar sistemas y prototipos basados en desarrollos de tecnologías electrónicas, comunicaciones y desarrollo de software que dan respuestas a problemas y necesidades detectadas por los sectores públicos y privados. La directriz de este laboratorio es sumar al fortalecimiento de estudiantes con perfiles ingenieriles de excelencia con habilidades, capacidades y destrezas altamente competitivas a través de experiencias prácticas en diferentes programas de investigación y servicios con la industria que se promueven al interior del laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados.

METODOLOGÍA

El Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados (LSTA) cuenta con infraestructura para el desarrollo de pruebas tipificadas para materiales plásticos que pueda provenir de áreas tales como: automotriz, aeroespacial, construcción, agricultura, medicina, línea blanca y hogar, electrónica, entre otras; al igual que es posible generar análisis, diseños, desarrollos e

implementación de prototipos y algoritmos alineados a las Tecnologías de Industria 4.0. Particularmente, se tiene infraestructura instalada y en operación para la realización pruebas de ensayo y calibración en normas de envejecimiento acelerado bajo diferentes estándares nacionales e internacionales dentro de los que se destacan: ASTM, ISO o propias de la industria. La Figura 1 ilustra el equipamiento que tiene el Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados (LSTA).

Figura 1. *Infraestructura del Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados (LSTA)*

Dicha infraestructura ha permitido participar con docentes y estudiantes en distintos programas de investigación, ciencia y tecnología al interior y exterior de la universidad. Adicional a ello, ha permitido vincular la infraestructura con empresas automotrices y proveedores de autopartes plásticas mediante solicitudes de servicios o desarrollos tecnológicos que contribuyan a mejorar la rentabilidad y competitividad en cualquier sector que lo requiera.

El laboratorio LSTA permite generar diferentes dinámicas de trabajo para fortalecer las competencias de los estudiantes de los programas de ingeniería y posgrado de la universidad. Se promueve que estudiantes de ingeniería foráneos participen de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que se adelanta en el cuerpo académico y en consecuencia favorecen el incremento de cantidad y calidad de productos de alto impacto en las líneas de generación y aplicación de conocimiento, relacionadas con Tecnologías de

Información y Comunicación Aplicadas. La Figura 2 ilustra la productividad en el laboratorio (LSTA):

Figura 2. *Productividad del Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados*

Muchos de los logros, ha sido gracias a la participación de los profesores investigadores en los distintos programas de investigación, curricular y servicios vinculados con la industria en los que, gracias al Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados se ha podido generar un trabajo colaborativo entre estudiantes y docentes para fortalecer la productividad de alto impacto alcanzado. A continuación, se describen a modo de lista los programas descritos en líneas anteriores:

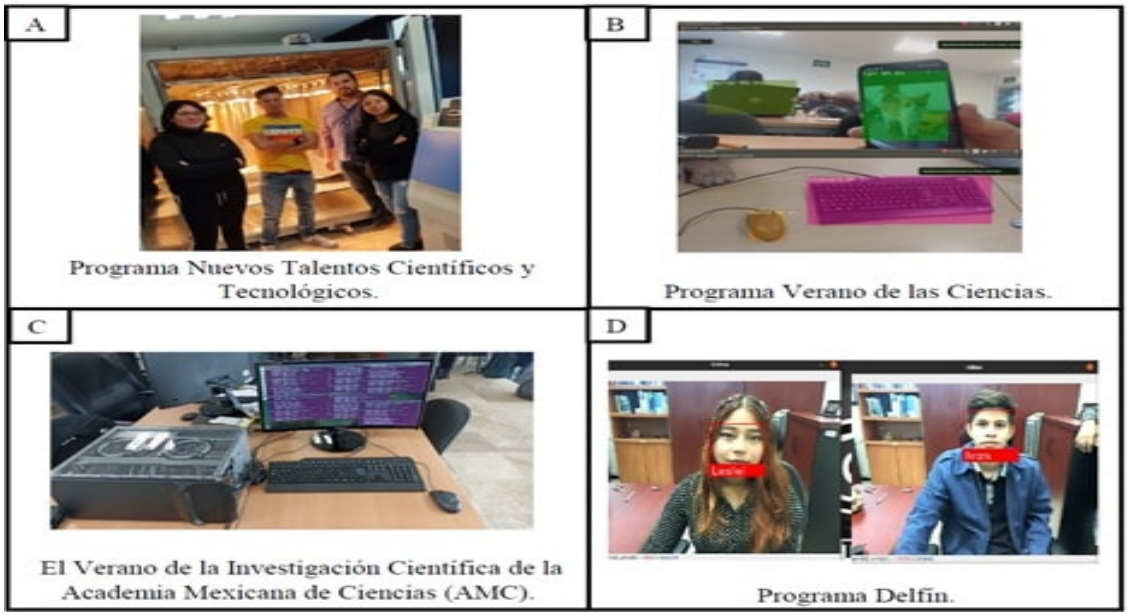
- *Programa Nuevos Talentos Científicos y Tecnológicos.* El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) promueve el fomento de las vocaciones científicas y tecnológicas, contribuye a despertar el interés entre los estudiantes para que se acerquen a las ciencias. A través del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) impulsa la creatividad y capacidad de innovación de estudiantes en áreas estratégicas para el desarrollo sostenido del Estado".
- *Programa Verano de las Ciencias.* El programa, es organizado por la Academia Mexicana de Ciencias; una asociación civil independiente y sin fines de lucro, enlaza a científicos de muy diversas áreas del conocimiento bajo el principio de que la ciencia, la tecnología y la educación son herramientas fundamentales para construir una cultura que permita el desarrollo en diferentes sectores de la sociedad.
- *El Verano de la Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC),* tiene como objetivo principal fomentar el interés de los estudiantes de licenciatura por la actividad científica en cualquiera de sus áreas. Mediante la realización de una estancia de investigación de siete semanas en centros e instituciones de investigación del país, en la que participarán en proyectos de actualidad bajo la supervisión y guía de investigadores en activo.
- *Programa Delfín:* El Programa Delfín, promueve una estancia de siete semanas en la que participan estudiantes de licenciatura del cuarto semestre en adelante. En esta estancia se integran a los proyectos de investigación en desarrollo, que realizan

investigadores de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación del país y el extranjero.

La Figura 3 ilustra los programas de investigación en los que participan los miembros del Cuerpo Académico con estudiantes de licenciatura y posgrado:

Figura 3. *Programas de investigación en los que participa el Cuerpo Académico.*

Figura 4. *Programas de investigación vinculados con la industria*



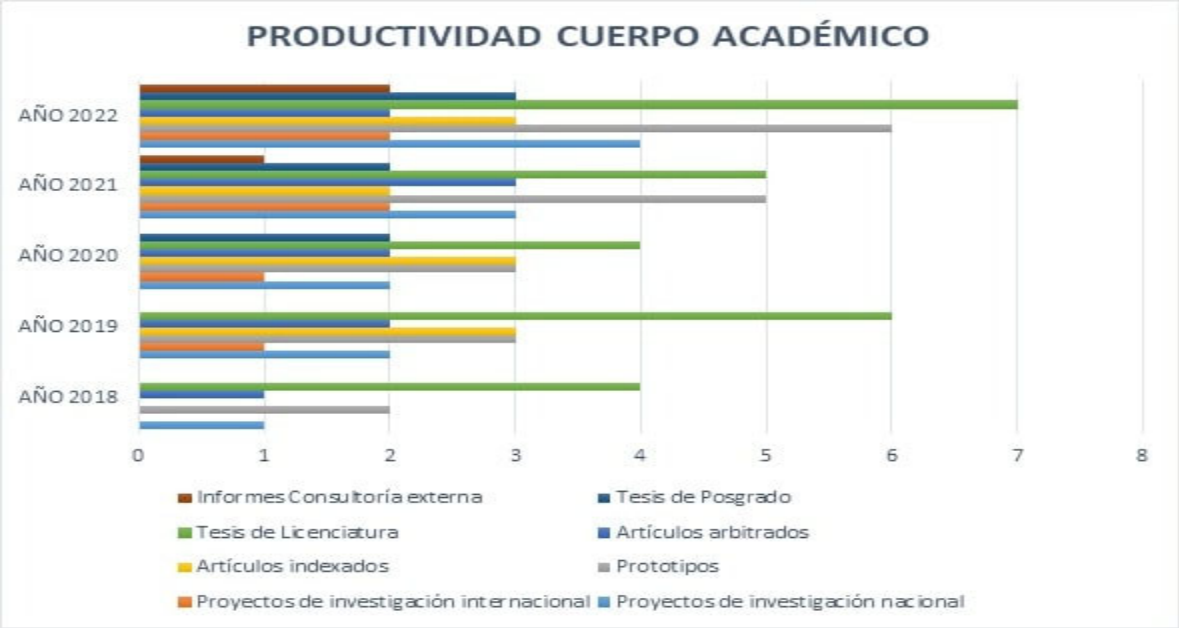
Adicional a estos programas de investigación, los cuerpos académicos de la universidad fortalecen su productividad académica, divulgación científica y tecnológica y formación de recurso humano a través de los proyectos que se realizan con estudiantes de ingeniería y

posgrado con la infraestructura establecida en este laboratorio para sus tesis de grado (Ver Figura 4).

RESULTADOS

El Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados ha permitido incrementar la productividad del Cuerpo Académico de Tecnologías de la Información y Comunicación Aplicada, a lo largo de estos cinco años. La Figura 5 describe a modo de histograma el resumen de la productividad del Cuerpo Académico.

Figura 5. *Histórico de productividad del Cuerpo Académico directamente relacionado con el Laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados (STA)*



Por otra parte, se presenta en la Tabla 1, el listado de algunos de los proyectos y productos en donde han participado estudiantes en el laboratorio STA durante los últimos tres años. Se resalta la vinculación del cuerpo académico con los programas educativos de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones y Maestría en Sistemas Productivos e Industria 4.0.

Tabla 1. *Participación de estudiantes de Pregrado y Posgrado en el desarrollo de productos de alto impacto en el laboratorio de Sistemas Tecnológicos Aplicados*

Nivel	***Proyecto***	***Producto***	***Periodo de Colaboración***
Posgrado	Texturometro basado en Visión Artificial	Dispositivo en operación en el Instituto Mexicano de Transportes	Enero 2019 a diciembre 2021
Posgrado	Detección temprana de desviaciones en el proceso Clinton y Horno en Industrias CROWN Q1	Sistema de inteligencia artificial operando en la planta Q1 de Industrias CROWN Querétaro	Enero 2019 a diciembre 2021

Posgrado	Sistema de Internet Industrial para líneas de Producción en Industrias CROWN Q1	Sistema de Internet de las Cosas operando en la planta Q1 de Industrias CROWN Querétaro	Enero 2019 a diciembre 2021
Posgrado	Metodología de Ciencia de Datos para análisis automático de correos en la empresa Lubricantes Fuchs de México	Sistema de Inteligencia artificial operando en la empresa Lubricantes Fuchs de México.	Enero 2019 a diciembre 2021
Posgrado	Simulador de Protocolo MQTT para generación de datos sintéticos estandarizados	Simulador online para protocolo de datos MQTT de sistemas de internet de las cosas	Enero 2020 a diciembre 2022
Posgrado	Modelo de Crecimiento de Espinacas en ambientes controlados usando Tecnologías de Industria 4.0	Prototipo y modelo funcional para el control de crecimiento de espinacas	Enero 2020 a diciembre 2022
Posgrado	Detección de defectos Geométricos en pieza Turbine TRENCHFILLER basado en Visión Artificial	Sistema de visión artificial operando en la empresa DUQUEINE para la inspección de componentes Trench-filler	Enero 2020 a diciembre 2022
Posgrado	Sistema para la optimización del servicio de soporte a líneas de producción en planta ZF mediante tecnologías de Industria 4.0.	Sistema ANDON operando en la empresa ZF para soporte de líneas de producción mediante herramientas de industria 4.0	Enero 2020 a diciembre 2022
Pregrado	Sistema de Internet de las Cosas (SIoT) para Monitoreo de Acceso a Plantas de Producción Automotriz	Prototipo funcional de sistema de control de acceso para plantas automotrices	Junio a diciembre2020
Pregrado	Implementación in situ de banco de pruebas de exposición ambiental de autopartes con monitoreo de variables meteorológicas	Banco de pruebas de Intemperismo con medición de variables ambientales en tiempo real	Junio a diciembre2021
Pregrado	Clúster embebido de procesamiento paralelo para caracterización de autopartes plásticas	Prototipo funcional de Clúster de cómputo para el entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial.	Junio a diciembre2022
Pregrado	Diseño e implementación de estructura de lámparas infrarrojas en cámara de test de temperatura para autopartes	Prototipo funcional de lámparas de radiación infrarroja para pruebas de envejecimiento acelerado.	Junio a diciembre2022

Finalmente, en la Tabla 2 se presentan algunos de los productos de alto impacto más representativos del Cuerpo Académico, mismos que han sido generados gracias a la colaboración de estudiantes en diferentes programas de apoyo tales como: nuevos talentos científicos y tecnológicos, verano de la ciencia, estancias, estadías y tesis de maestría.

Tabla 2. *Muestra representativa de productos generados de alto impacto*

Producto	***Tipo***	***Descripción***	***Año***
Acousto-Optic Dispersion Applicability to Plastic Auto-Part Color Characterization	Capítulo de Libro	Se generó un capítulo de libro con la aplicación de los filtros acusto-ópticos en la caracterización de autopartes de color.	2021
Estimación del volumen de la fruta de tomate mediante la técnica de reconstrucción 3D	Artículo en Revista JCR	Se publicaron los resultados obtenidos en la investigación sobre la estimación de volumen en tomates mediante técnicas de visión artificial.	2021
In Situ Photoacoustic Study of Optical Properties Of P-Type (111) Porous Silicon Thin Films	Artículo en Revista JCR	Se reportaron los resultados del estudio óptico de materiales de Silicio poroso.	2021

Non-Destructive Post-Harvest Tomato Mass Estimation Model Based on Its Area via Computer Vision and Error Minimization Approaches	Artículo en Revista JCR	Se publicaron los resultados del modelo de estimación de masa de frutos de tomate mediante técnicas de visión artificial	2022
Generation of a Synthetic Database for the Optical Response of One-Dimensional Photonic Crystals Using Genetic Algorithms	Artículo en Revista JCR	Se publicaron los resultados de la investigación de generación de base de datos de cristales fotónicos usando algoritmos genéticos	2022
Extended hyperspectral characterization of plastic automotive parts via Acousto-optic Tunable Filter and Fourier Transform Infrared Spectrometry	Artículo en Revista JCR	Se publicaron los resultados de la investigación en caracterización de autopartes plásticas usando filtros acusto-ópticos	2022

El impacto alcanzado deriva en los siguientes logros:

- Cuerpo Académico (CA) Consolidado a través de PRODEP.
- Cinco doctores miembros y colaboradores en el CA.
- Cinco doctores miembros y colaboradores en el Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.
- En formación de recurso humano: seis estudiantes foráneos de licenciatura de universidades nacionales trabajando colaborativamente en proyectos.
- Nueve estudiantes de Posgrado de la Universidad Politécnica de Querétaro titulados y tres desarrollando su proyecto para obtención de grado de Maestría en Sistemas Productivos e Industria 4.0.
- El Cuerpo Académico da soporte y respaldo a la Maestría en Sistemas Productivos e Industria 4.0 reconocida en el Sistema Nacional de Posgrados CONACYT.

Sin duda, los resultados alcanzados a lo largo de estos cinco años han beneficiado a los estudiantes, posicionado al Cuerpo Académico y a la Institución en sus indicadores de calidad en la investigación, ciencia y tecnología.

CONCLUSIÓN

Se ha presentado la importancia que tiene contar con Laboratorios de alta tecnología para incrementar la productividad académica en el Cuerpo Académico de tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Politécnica de Querétaro. El hacer uso de infraestructura pertinente y necesaria para diferentes sectores, principalmente el sector automotriz ha permitido posicionar al CA en un grado consolidado.

A nivel institucional los miembros del Cuerpo Académico han obtenido mayor experiencia al aplicar y recibir directamente conocimientos y habilidades para la investigación y desarrollo tecnológico. A los estudiantes que colaboran con cada profesor investigador les ha permitido mejorar las relaciones personales e institucionales que en el futuro les permiten fortalecer las oportunidades de formación y trabajo, facilitan la identificación de sus vocaciones científicas y tecnológicas, fortalecer la autoestima y seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

Bhedasgaonkar, R., Chavan, M., Kubade, P., y Patil, S. (2019). Course Level PBL: An Excellent Teaching Method for Increasing Skill Levels and Learning Motivation in First Year of Engineering Students. *Journal of Engineering Education Transformations*, *vol. 33*(1), pp. 101-106. DOI: 10.16920/jeet/2019/v33i1/149023

Cisterna, F. (2003). Construcción curricular de aula en docencia universitaria una investigación en evaluación curricular. *REXE-Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, *vol. 2*(4), pp. 45-56. http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/248

Forcael, E., Garcés, G., Bastías, E., y Friz, M. (2018). Theory of teaching techniques used in civil engineering programs. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, *vol. 145*(2). https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000401

Sun, Z., Xie, K., y Anderman, L. H. (2018). The role of self-regulated learning in students' success in flipped undergraduate math courses. *The Internet and Higher Education*, *vol. 36*, pp. 41-53. doi: 10.1016/j.iheduc.2017.09.003

Turns, J., Atman, C. J., Adams, R. S., y Barker, T. (2005). Research on Engineering Student Knowing: Trends and Opportunities. *Journal of Engineering Education, vol. 94*(1), pp. 27-40. doi: 10.1002/j.2168-9830. 2005.tb00827. x