

LABORATORIO AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN PARA LA INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA EN INGENIERÍA MECÁNICA.

UNIVERSITY OF HOLGUIN AUTOMOTIVE LABORATORY FOR MECHANICAL ENGINEERING RESEARCH AND TEACHING.

Dr. C. Esteban López Milán, elopez@uho.edu.cu, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Holguín.

Ms. C. Buenaventura Rubén Rigol Cardona, rigol.cardona@uho.edu.cu, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Holguín.

Ms. C. Erik Reyes Gómez, erik@uho.edu.cu, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Holguín.

Resumen

El colectivo de profesores de la Disciplina Máquinas Automotrices de la Universidad de Holguín, se planteó crear un Laboratorio Automotriz para suplir las necesidades formativas de los estudiantes de la Carrera Ingeniería Mecánica. Este laboratorio devino con el tiempo en un laboratorio docente y científico-investigativo. Para llegar al estado actual, se construyeron y/o recuperaron medios de enseñanza, se elaboraron metodologías, se obtuvieron softwares, multimedias, y se construyeron dos aulas especializadas anexas al laboratorio. El esfuerzo mancomunado de profesores y estudiantes posibilitó llevar a cabo numerosas investigaciones, que contribuyeron a la culminación de estudios en pregrado y posgrado, publicaciones en revistas de primer nivel, así como la obtención de cuatro premios de la Academia de Ciencias de Cuba: tres en la provincia Holguín y uno nacional. El Laboratorio ha logrado significativos aportes en la formación de profesionales, para la economía del país y en la preservación del medio ambiente. Constituye un referente entre las universidades cubanas, esencialmente por la participación decisiva que han tenido los estudiantes en su construcción y en la obtención de los resultados científicos.

Palabras clave: Laboratorio Automotriz; mecánica automotriz; transporte automotor.

Abstract

The professors of the Automotive Machines Discipline of the University of Holguin decided to create an automotive laboratory to meet the training needs of the Mechanical Engineering Major students. This laboratory eventually became a teaching and scientific-research laboratory. To reach its current state, teaching aids were recovered and built, methodologies were developed, software and multimedia were obtained, and two specialized classrooms were built adjacent to the laboratory. The joint effort of professors and students made possible to carry out numerous investigations, which contributed to the completion of undergraduate and graduate studies and publications in top-level journals. Also, four awards by the Cuban Academy of Sciences were obtained: three in Holguin province and a national one. The Laboratory has made significant contributions to the training of professionals, to the country's economy and to the preservation of the environment. It constitutes a benchmark among Cuban universities, essentially because of the participation of students in its construction and the scientific results obtained.

Keywords: Automotive laboratory; automotive mechanic, automotive transportation.

INTRODUCCIÓN

El colectivo de profesores de la Disciplina Máquinas Automotrices de la Universidad de Holguín, comenzó a concebir su Laboratorio Automotriz en el año 2002, con el objetivo de contribuir de manera más efectiva a la formación de los futuros graduados en Ingeniería Mecánica. Numerosos trabajos de diploma tributaron a la construcción del laboratorio y se reflejan en maquetas de agregados, sistemas y mecanismos del automóvil, un aula especializada y otra para el arme y desarme de agregados.

La extensa producción científica se materializa en contribuciones en eventos nacionales e internacionales, publicaciones en revistas de la Web of Science y otras de prestigio internacional, en la elaboración de monografías, registros, softwares de uso docente e investigativo y defensas de trabajos de diploma (53), tesis de especialidad (2), tesis de maestrías (16) y una tesis de doctorado.

En torno al Laboratorio se realizan investigaciones que tributan a la industria azucarera, la explotación de los medios de transporte y su impacto ambiental, con los consiguientes beneficios económicos, ambientales y sociales.

En la actualidad el Laboratorio es un lugar apropiado para impartir la docencia de la mecánica automotriz, los resultados se expresan en un mejor aprendizaje y satisfacción de los estudiantes.

Los resultados que aquí se muestran, han formado parte de los cuatro premios de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) que el Laboratorio ha obtenido: Premio Provincial de Innovación Tecnológica Holguín 2012 (Rigol y otros, 2013), Premio Provincial ACC Holguín 2017 (López y otros, 2018), Premio Provincial ACC Holguín 2019 (López^A y otros, 2020) y Premio Nacional ACC 2019 (López^B y otros, 2020).

DESARROLLO

Los resultados del accionar entorno a este laboratorio se pueden resumir en cuatro vertientes, ellas son:

- Construcción de aulas especializadas (Rigol y otros, 2013),
- Fabricación de medios de enseñanza (Rigol y otros, 2013),
- Softwares de uso docente y para la investigación (Rigol y otros, 2013), (López y otros, 2018) y,
- Producción científica (López^B y otros, 2020), (López^C y otros, 2020).

En cada uno de estos resultados ha sido decisiva la participación de los estudiantes de pregrado y posgrado, ya sea aportando mano de obra voluntaria o investigando y colaborando en las investigaciones.

Construcción de aulas especializadas.

Los trabajos de construcción se comenzaron en febrero del 2002, como parte del Plan de Desarrollo Metodológico de la Disciplina Máquinas Automotrices. Se trazó una idea del estado deseado para un horizonte de cinco años y luego de cumplida esa meta, se continuó hasta la actualidad con su ampliación y diversificación.

Inicialmente no se contaba con una obra civil adecuada de modo que esa fue lo primero, complementado con la creación de medios de enseñanza. Profesores, estudiantes de los cursos diurnos, por encuentro y posgrado, en una demostración de sentido de pertenencia, aportaron cientos de horas de trabajo voluntario en la construcción.

El Laboratorio Automotriz (figura 1) ocupa un área de 225 m², contiene el Aula

Especializada (2), con acceso a internet y medios audiovisuales para impartir la docencia, el Local de profesores (3), el Local del Grupo Científico Estudiantil (6) y un Baño (7), construidos en los últimos siete años en un área colindante donde proliferaban vectores transmisores de enfermedades. Se completa el Laboratorio con el Pañol (4), el Área de medios de enseñanza (5) y el local para recuperar de filtros de combustible (1).

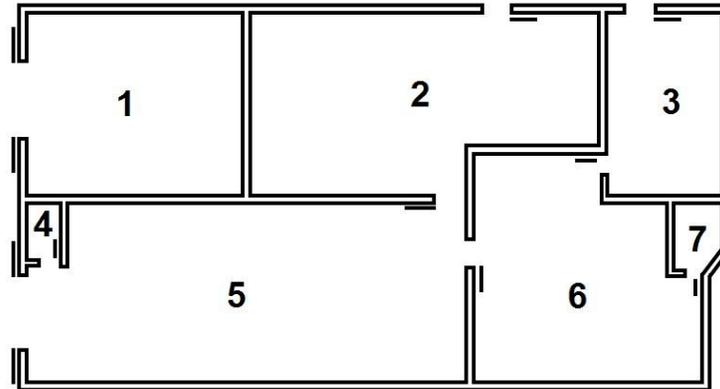


Fig. 1. Distribución en planta del Laboratorio Automotriz (1. Local para la recuperación de filtros de combustible, 2. Aula especializada, 3. Local de profesores, 4. Pañol, 5 Local de maquetas y auto Lada laboratorio, 6. Local del Grupo Científico Estudiantil, 7. Baño).

En otro edificio, anexo al Laboratorio, está el Aula de Arme y Desarme de agregados (de 36 m²). El aula se concibió con el objetivo de tener puestos de trabajo donde los estudiantes desarrollaran habilidades manuales, en la reparación de agregados del automóvil. La figura 2 muestra vistas del Aula Especializada y el Aula de Arme y Desarme.



Fig. 2. Aulas especializadas para impartir docencia y para el arme y desarme de agregados.

Fabricación de medios de enseñanza.

La fabricación y recuperación de medios de enseñanza, ha sido otra de las grandes tareas asumidas por los estudiantes como parte de sus proyectos de curso, trabajos de diploma o tesis de maestrías. Esta tarea se desarrolló fundamentalmente en el período de 2002 a 2011. Todos estos medios han desempeñado un papel importante en la demostración del funcionamiento de los mecanismos y agregados del automóvil, permitiendo una mayor asimilación de los conocimientos impartidos. En la figura 3 se muestran algunos de estos medios de enseñanza.

Los motores y la bomba de inyección, se seccionaron y pintaron con código de colores

para que se distinga el flujo de los fluidos, según el tipo o sustancia de trabajo. Estas maquetas cuentan con ruedas para desplazarlos por el aula y de accionamientos manuales o eléctricos.



Fig. 3. Medios de enseñanza contruidos (1. Banco de motor y transmisión Lada, 2. Maqueta de motor Komatsu, 3. Maqueta del motor Lada 2101, 4. Maqueta del motor ARO, Maqueta de bomba de inyección, 6. Maqueta del sistema eléctrico del automóvil clásico, 7. Motor de dos tiempos MAZ 2008. 8. Puente propulsor y suspensión independiente de Skoda, 9. Comprobador manual de inyectores).



Fig. 4. Máquinas recuperadas (1. Máquina para el calibrado de bombas de combustible de alta presión e inyectores, 2. Balanceadora de neumáticos).

Para el trabajo en el laboratorio se recuperaron dos máquinas que estuvieron propuestas a baja (figura 4), que han permitido instruir a los estudiantes en el calibrado de bombas de combustible de alta presión, inyectores y en el balanceado de neumáticos. El banco de prueba de bombas de inyección e inyectores, aunque se emplea con fines docentes, permite con suficiente calidad verificar tales agregados.

El trabajo de mayor complejidad ha sido el Auto Lada Laboratorio (figura 5), construido a partir de un conjunto motor y sistema de transmisión existente. Se procedió a la adaptación y restauración del resto de los sistemas: eléctrico, dirección, suspensión, escape, frenos, la carrocería se rediseñó para garantizar las cualidades estructurales del vehículo. Todo el proceso de fabricación y restauración se hizo con los estudiantes de la Carrera y los profesores de la Disciplina, en el paciente transcurrir de los últimos 15 años.



Fig. 5. El auto Lada, Laboratorio Automotriz, construido totalmente por estudiantes y profesores de la Universidad de Holguín.

Softwares de uso docente y para la investigación.

El diseño y programación de softwares y plantillas de cálculos, se realizó con trabajos de diplomas, maestrías y doctorado; todos estos sistemas, no fueron concebidos o programados por especialistas en informática, sino por estudiantes y profesores de Ingeniería Mecánica. La figura 6 muestra un compendio de estos sistemas informáticos.

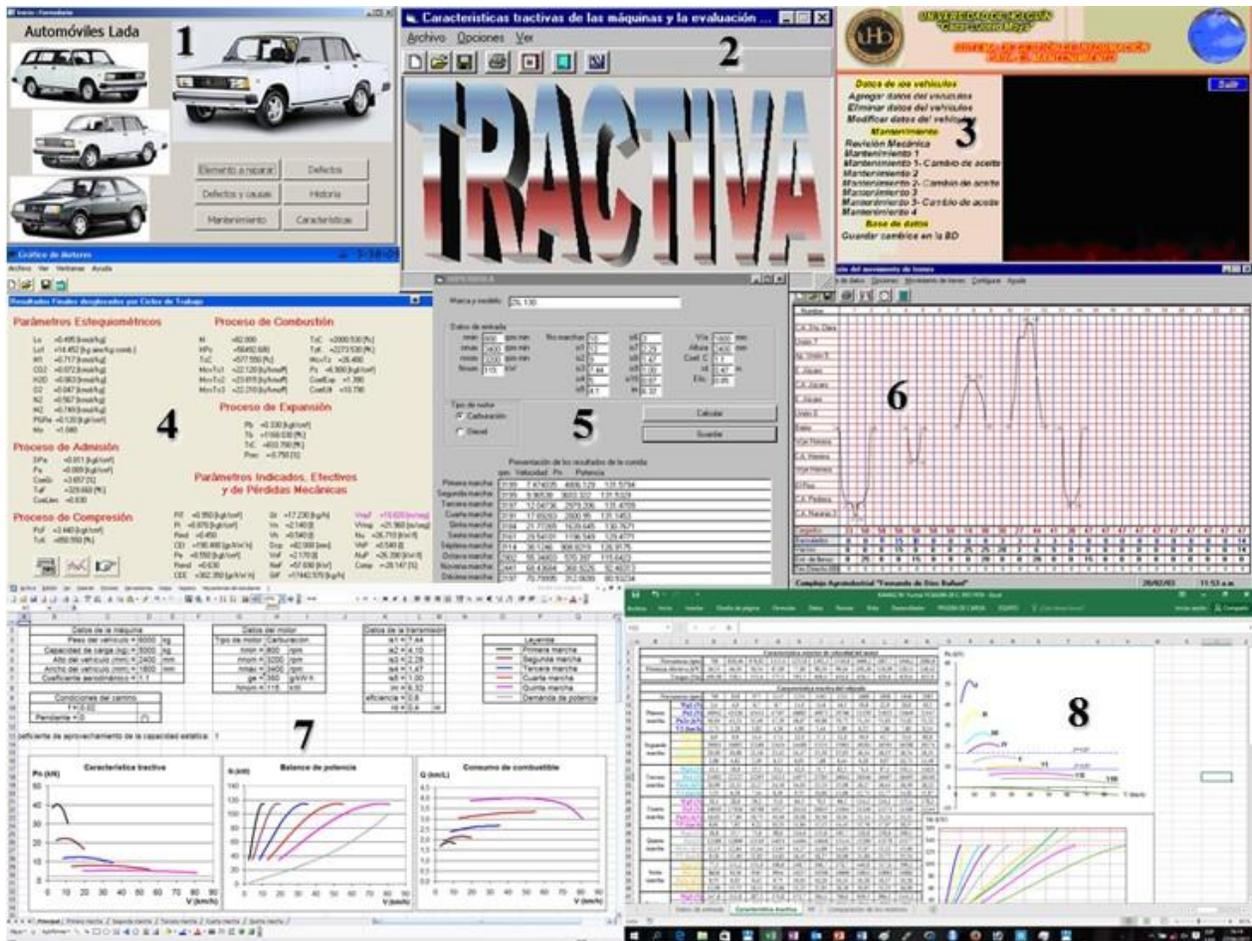


Fig. 6. Sistemas automatizados (1. Software de gestión de fallas en los automóviles, 2. Software Tractiva 2.1, 3. Sistema de gestión de información de mantenimiento, 4. Software Calter 2.1, 5. Software Hipérbola 1.1, 6. Crucero 1.1, 7. Plantilla para el cálculo del consumo de combustible, 8. Plantilla para elaborar el pasaporte dinámico y el balance de potencia).

Producción científica.

Las soluciones dadas a los problemas para impartir la docencia, y a las dificultades del transporte en el territorio de la provincia de Holguín, han sido la base para la producción científica. Los softwares enunciados en el epígrafe anterior, también forman parte de esta producción.

Estas dificultades condujeron a la necesidad de elaborar procedimientos y herramientas automatizadas, para mejorar la eficiencia y la eficacia del transporte en Cuba. Los seis principales resultados son:

- Metodología para la evaluación integral de las transportaciones.

La "Metodología para la evaluación integral de las transportaciones" desempeña su rol cuando en una misma entidad el mismo tipo de transportación se hace con más de una línea de vehículo. Con esta metodología se evalúa de manera integral a los medios de transporte, ponderando la eficiencia energética de las transportaciones, el costo de las transportaciones, la valoración del isocosto e isorrendimiento, la evaluación del sistema de mantenimiento y entradas eventuales a taller y la característica tractiva de las máquinas. Esta metodología permitió seleccionar los medios de transporte más

adecuados en varias empresas azucareras de la provincia Holguín.

- **Metodología para la elaboración de la característica tractiva en automóviles.**

Para construir la característica tractiva de los vehículos, se enriqueció la metodología tradicional con los aspectos que estaban dispersos en varias fuentes bibliográficas. La nueva metodología cuenta con: fórmulas empíricas para el cálculo de la curva de potencia efectiva del motor del automóvil, fórmula para el cálculo de la velocidad máxima de transportación de la máquina en función de las resistencias del camino, método experimental para determinar el radio dinámico de las ruedas, fórmula empírica para determinar el radio dinámico de los neumáticos radiales, y varios aspectos más.

- **Sistema de Manejo Ambiental para la Base de Ómnibus Escolares de Holguín**

Para disminuir la acción negativa de los medios de transporte, se propuso un Sistema de Manejo Ambiental para la Base de Ómnibus Escolares del municipio Holguín (figura 7). Con la aplicación de esta útil herramienta, se obtuvieron beneficios derivados de mejorar el esquema medioambiental de la Base. Se obtuvieron ahorros a través de una producción más limpia y eficiente ambientalmente, se mejoró la competitividad y finanzas de la empresa al reducir riesgos de accidentes y multas.



Fig. 7. Elementos del Sistema de Manejo Ambiental.

- **Modelo matemático para la optimización de las rutas en EMCOMED Mayarí**

Esta investigación se propuso como objetivo el modelar el proceso de distribución de medicamentos en EMCOMED Mayarí, para proveer de rutas más cortas y al menor costo posible, a la distribución de medicamentos. Las rutas se conciben en un ciclo cerrado, que implica salir del almacén y retornar a él, pasando (entrando y saliendo) por cada uno de los nodos (farmacias) una única vez.

La solución a esta problemática fue dada en forma de un modelo matemático de programación lineal con enteros binarios. Ante el poco probable hecho de que las personas que deciden las rutas de distribución, estén familiarizadas con el uso de softwares profesionales para procesar modelos matemáticos, surgió la necesidad de elaborar una sencilla interfaz de usuario que de forma transparente al usuario procese el modelo y muestre los resultados de forma clara. La interfaz fue programada en Microsoft Excel 2019.

- Sistemas automatizados para la elaboración del pasaporte dinámico

Con cinco versiones en la serie TRACTIVA. La más reciente versión, TRACTIVA 5.1 (figura 8), es en un libro de Microsoft Excel'2016 y necesita mínimos recursos de cómputo. Esta hoja de cálculo y su Metodología, se ha aplicado a más de 3 000 equipos automotores en Holguín.

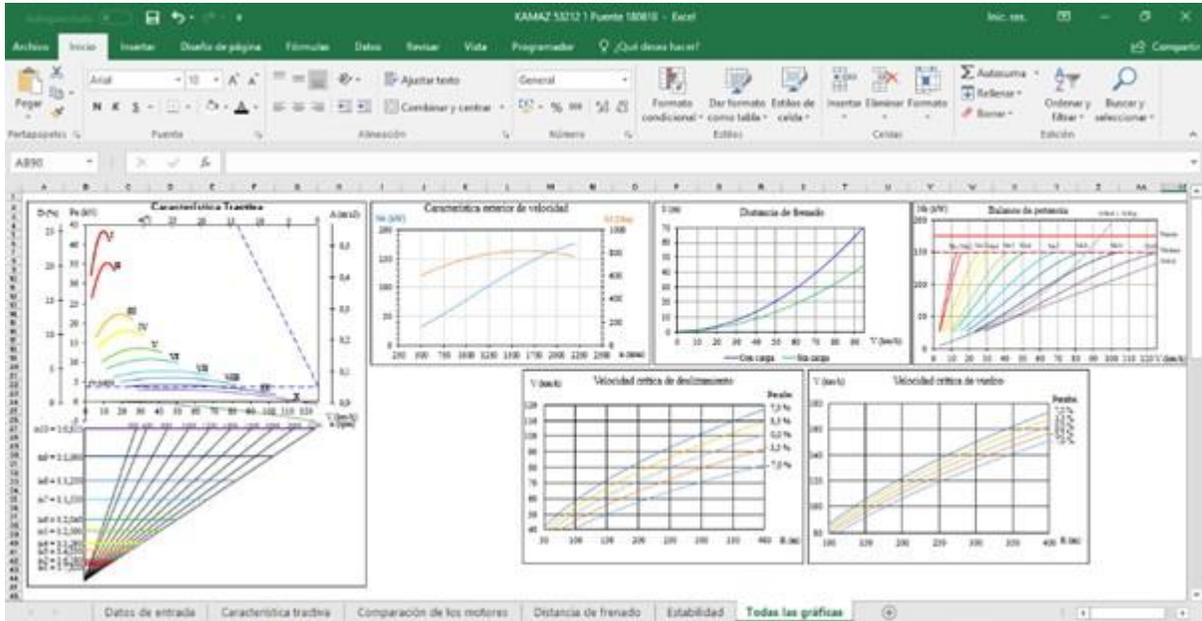


Fig. 8. Hoja de resultados del sistema TRACTIVA 5.1 (Fuente: López, 2018).

- Tecnología para la recuperación de los filtros de combustible

En la Universidad de Holguín se desarrolló una tecnología para recuperar los filtros de combustible de los motores de combustión interna. La tecnología cuenta con una instalación centrífuga y una instalación hidroneumática para depurar y recuperar el combustible de la limpieza (figura 9).

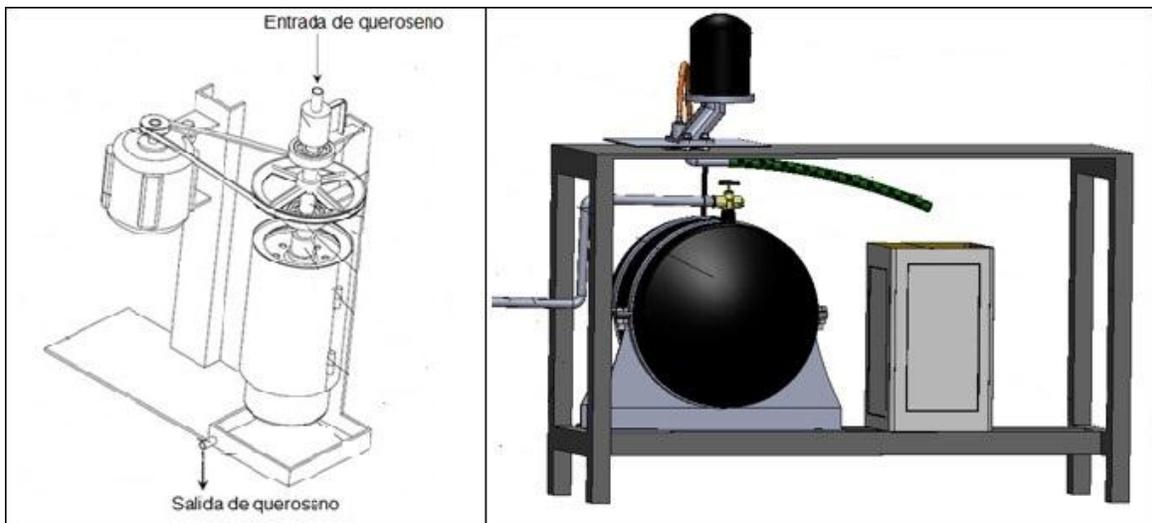


Fig. 9. Vistas de las estaciones centrífuga e hidroneumática.

Con la instalación centrífuga se devuelve valor de uso a los filtros que han sido desechados de forma prematura o inclusive, prolongar su recurso de trabajo más allá

del tiempo estipulado por el fabricante.

- **Modelación matemática de las transportaciones de la caña**

La modelación matemática de la transportación de la caña de azúcar no puede verse como una actividad aislada dentro de la cadena de corte-alza-tiro. Todas las actividades culturales y de cosecha que anteceden a la transportación de la caña, determinan los esquemas óptimos de la transportación. Básicamente, las transportaciones se realizan por dos vías: “tiro directo” al basculador y el “tiro combinado” que emplea al transporte ferroviario para hacer llegar la caña al central (figura 10).



Fig. 10. Cadena de suministro de caña al central azucarero.

Los modelos aportados por los investigadores son únicos de su tipo por cuanto, partiendo de un integral enfoque de sistema, conciben a la transportación como parte del complejo proceso de “corte–alza–tiro” de la caña. Se han realizado esencialmente tres propuestas de modelos: el determinista para planificar el transporte de caña, otro determinista para gestionar las emisiones y un modelo estocástico que trabaja con la probabilidad de ocurrencia de lluvia.

CONCLUSIONES

Los medios de enseñanza constituyen un elemento imprescindible para lograr una alta calidad en el proceso docente, es por ello que el colectivo de profesores se propuso una meta de construir los medios que se han relatado en este trabajo, consistentes en maquetas, metodologías y softwares. Por otro lado, la actividad investigativa es inherente al proceso de formación de los estudiantes universitarios, que encuentran en sus profesores a los guías para encausarlas.

En este proceso de instrucción-investigación en la Universidad de Holguín, participaron de manera decisiva estudiantes de posgrado, estudiantes de pregrado de la Carrera de Ingeniería Mecánica y profesores de la Disciplina Máquinas Automotrices. La estrecha colaboración entre alumnos y profesores, así como una excelente demostración de sentido de pertenencia a su Universidad, ha sido la clave para el logro de los resultados expuestos aquí, acreedores de tres premios provinciales del CITMA en la provincia de Holguín y del más reciente Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba.

Como parte de un proceso de mejora continua, se sigue trabajando en buena parte de estos resultados; de esta forma se contribuye a la formación integral de los graduados, se aporta a la economía del país y se protege al medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

El colectivo de autores desea agradecer la participación de estudiantes de pregrado y posgrado de la Universidad de Holguín, al apoyo de entidades del territorio que se convirtieron en unidades docentes y fueron objetos de investigación, así como al financiamiento otorgado por la Universidad de Holguín, el CITMA y la Red CYTED “*Agro-BigData & DSS for Sustainable Development*”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rigol Cardona, B. R., López Milán, E. e Hidalgo Batista, E. (2013). *Laboratorio Automotriz para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica*. Premio Provincial de Innovación Tecnológica Holguín'2012. CITMA, provincia Holguín.
- López Milán, E., Rigol Cardona, B. R. y Reyes Gómez, E. (2018). *Laboratorio Automotriz para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica*. Premio Provincial de la Academia de Ciencias de Cuba Holguín'2017. CITMA, Holguín.
- López^A Milán, E., Plà Aragonés, L. M., Rigol Cardona, B. R., Reyes Gómez, E. y Miquel Fernández, S. (2020). *Contribuciones al perfeccionamiento del transporte terrestre en Cuba*. Premio Provincial de la Academia de Ciencias de Cuba Holguín'2019. CITMA, Holguín.
- López^B Milán, E., Plà Aragonés, L. M., Rigol Cardona, B. R., Reyes Gómez, E. y Miquel Fernández, S. (2020). *Contribuciones al perfeccionamiento del transporte terrestre en Cuba*. Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba'2019. Academia de Ciencias de Cuba.
- López^C Milán, E., Plà Aragonés, L. M., Rigol Cardona, B. R., Reyes Gómez, E. y Miquel Fernández, S. (2020). *Contribuciones al perfeccionamiento del transporte terrestre en Cuba*. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, Volumen 10, Número 3, septiembre-diciembre de 2020.