



Ciencias Holguín
ISSN: 1027-2127
revista@cigetholguin.cu
Centro de Información y Gestión Tecnológica de
Holguín
Cuba

La gestión de la innovación en el centro de estudios cad/cam

Pérez-Rodríguez, Roberto; Simeón-Monet, Rolando Esteban; Trinchet-Varela, Carlos Alberto

La gestión de la innovación en el centro de estudios cad/cam

Ciencias Holguín, vol. 25, núm. 4, 2019

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181562362003>

Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La gestión de la innovación en el centro de estudios cad/cam

Innovation management at the CAD/CAM study center

Roberto Pérez-Rodríguez 1
Universidad de Holguín, Cuba
roberto.perez@uho.edu.cu

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181562362003>

Rolando Esteban Simeón-Monet 2
Universidad de Holguín, Cuba
simeon@uho.edu.cu

Carlos Alberto Trinchet-Varela 3
Universidad de Holguín, Cuba

Recepción: 12 Enero 2019
Aprobación: 16 Abril 2019
Publicación: 31 Octubre 2019

RESUMEN:

En las últimas décadas, a escala mundial se aprecia una notable simbiosis de la investigación científica y la innovación tecnológica. Los diferentes marcos legales e institucionales se adecuan para garantizar el proceso de integración. Desde su creación, el Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín ha utilizado un enfoque integrado de ciencia e innovación tecnológica, para propiciar el desarrollo de soluciones para los ámbitos empresarial y social. Se utilizaron los métodos histórico-lógico y de análisis-síntesis. El presente artículo tiene por objetivo mostrar los principales resultados que desde la gestión de la ciencia y la innovación tecnológica ha realizado el Centro de Estudios CAD/CAM en función del desarrollo económico y social del país en los últimos años.

PALABRAS CLAVE: CAD, CAM; Gestión; Ciencia; Innovación.

ABSTRACT:

In recent decades, a remarkable symbiosis of scientific research and technological innovation can be seen worldwide. The different legal and institutional frameworks are adapted to guarantee the integration process. Since its creation, the Center for CAD / CAM Studies at the University of Holguín has used an integrated approach to science and technological innovation, to promote the development of solutions for the business and social fields. The historic-logical and analysis-synthesis methods were used. The purpose of this article is to show the main results that the Center for CAD / CAM Studies has carried out since the management of science and technological innovation, based on the economic and social development of the country in recent years.

KEYWORDS: CAD, CAM; Management; Science; Innovation.

NOTAS DE AUTOR

- 1 DrC. Roberto Pérez-Rodríguez, roberto.perez@uho.edu.cu Ingeniero Mecánico, Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona, España). Director del Centro de Estudios CAD/CAM, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín, Holguín. Investiga en temas de micro-maquinado, micro-fábricas, micro-máquinas herramienta reconfigurables, teoría y metodología del Diseño, Sistemas CAD/CAM/CAE, Ingeniería Concurrente y mecanizado de alta velocidad.
- 2 DrC. Rolando Esteban Simeón-Monet, simeon@uho.edu.cu Ingeniero Mecánico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor del Centro de Estudios CAD/CAM, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín, Holguín. La programación funcional y el desarrollo de aplicaciones CAD para la industria metal mecánica y de la construcción.
- 3 DrC. Carlos Alberto Trinchet-Varela Ingeniero en Mecánica. Doctor en Ciencias Técnicas.

INTRODUCCIÓN

En el modelo de desarrollo contemporáneo, la ciencia que se genera en las universidades constituye un factor clave en el proceso de transformación de la sociedad. En el contexto de Cuba, el VII Congreso del Partido Comunista definió tres lineamientos (14, 98, 106) encaminados a perfeccionar el sistema de ciencia e innovación tecnológica, estrechamente relacionadas con las universidades.

El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 definido en el VII Congreso del PCC define como uno de los ejes estratégicos el potencial humano, la ciencia, la tecnología y la innovación. De esta forma, se enfatiza en la importancia que reviste para nuestro país en las actuales circunstancias, el desarrollo de la ciencia desde las universidades.

Por otra parte, el Ministerio de Educación Superior (MES) definió a partir de los lineamientos, la Política para el fortalecimiento de la ciencia, la tecnología, la innovación y la formación doctoral en el sistema MES. En uno de sus acápites expresa “Las universidades y centros de investigación, deben investigar y como resultado, generar nuevos conocimientos (impactos científicos) y si es el caso, participar en la innovación, mediante contratos para transferencias de tecnologías, entrenamientos en el puesto de trabajo, validación de tecnologías u otros.” (MES, 2016).

Los primeros trabajos publicados sobre la vinculación universidad - empresa en Cuba, como concepto, aparecen en la década de los '90. No obstante, esta relación siempre ha sido una constante en el quehacer de las universidades y tiene su origen en la idea de la universalización de la enseñanza y, más adelante, en el concepto del vínculo docencia - investigación - producción. Esta relación alcanza una expresión más acabada producto del desarrollo científico de los grupos e investigadores universitarios y de las estructuras creadas al efecto.

El elemento dinamizador de este proceso de cooperación fue, sin duda, la creación de formas flexibles de organización que permitieron vincular activamente a la universidad con su entorno productivo. Así se crearon las Unidades Docentes, las Áreas de Investigación-Desarrollo, y los Centros de Estudio (CE), todos con el objetivo de acercar, vincular y dar participación a los productores en el proceso de llevar los resultados de la investigación universitaria a la producción, desarrollar el postgrado y aumentar la formación del estudiante de pregrado.

En los últimos años las universidades se han orientado hacia el desarrollo local. Esto introduce nuevas dinámicas en las políticas de la educación superior y ciencia y tecnología en Cuba. A este cambio en las políticas de educación superior se le ha denominado “giro territorial” (Núñez & Montalvo, 2015).

En este contexto, en 1985 se forma el grupo de estudios en Diseño y Fabricación Asistidos por Computadoras del entonces Instituto Superior Técnico de Holguín (actual Universidad de Holguín), el que da lugar, cuatro años más tarde en el año 1989, a la fundación del Centro de Estudios en Diseño y Manufactura Asistida por Computadoras (CAD/CAM), con la finalidad de dar respuesta a las necesidades de la industria metal-mecánica de la región desde la Universidad, acorde con el desarrollo mundial en el área (Pérez, Trinchet, Curra, Almaguer, & Simeón, 2018).

Como parte de la misión del CE CAD/CAM se tiene la de impartir docencia de pregrado y postgrado de alta calidad, aplicar los resultados de las investigaciones en la solución de problemas científico-técnicos basándose en una fuerte relación universidad - entorno. Los resultados obtenidos en los últimos cinco años se sustentan en el desarrollo de más de diez proyectos de investigación vinculados a las prioridades de la defensa del país, la construcción de viviendas, la salud pública, la industria metal-mecánica y la agroindustria, con el objetivo de potenciar el desarrollo de aplicaciones CAD/CAM/CAE que contribuyan al mejor desempeño del entorno empresarial y a satisfacer las necesidades socio-económicas del territorio. A estas contribuciones han tributado los resultados de las últimas ediciones del Programa de Maestría en Diseño y Fabricación Asistidos por Computadoras (CAD/CAM) que imparte el Centro de Estudios CAD/CAM (Pérez, Estrada, & Trinchet, 2018).

De manera progresiva, los procesos de desarrollo económico y social requieren de la movilización de todas las capacidades de los países, entre las que ocupan un papel relevante las universidades y las instituciones científicas. Cuantiosas son las acciones en el ámbito gubernamental para promover y fortalecer los lazos entre la universidad y la sociedad como, por ejemplo, el financiamiento de parques tecnológicos, centros de investigación, y de infraestructuras universitarias que contribuyan a la transferencia de resultados de la investigación generada en el ámbito académico hacia el sector productivo, empresarial y a la sociedad en general. El objetivo del presente artículo es mostrar una perspectiva de cómo se gestiona la innovación tecnológica en el Centro de Estudios CAD/CAM, desde un enfoque integrado de ciencia e innovación tecnológica, así como algunos de los principales resultados tecnológicos y de innovación, aplicados en el desarrollo socio-económico del país.

RESULTADOS

Contexto empresarial de las investigaciones del centro de estudios cad/cam en el marco del ciclo de vida de los productos

Los sistemas CAD/CAM/CAE (CAD: Computer Aided Design Diseño Asistido por Computadoras; CAE: Computer Aided Engineering Ingeniería Asistida por Computadoras; CAM: Computer Aided Manufacturing Manufactura Asistida por Computadoras), (Pérez, Trinchet, et al., 2018) se utilizan en la práctica de la Ingeniería campos de la ingeniería. El ejemplo típico es el del dibujo técnico y la arquitectura, donde destaca el software AutoCAD, pero también existen sistemas CAD/CAM/CAE en ingeniería civil, en el diseño y fabricación industrial (CATIA, PRO/ENGINEERING, NX, etc.), para el análisis cinemático, de fluidos (CFD), en sistemas de información geográfica y cartográfica (sistemas GIS), etc.

La Figura 1 muestra el ciclo de vida de un producto típico en el contexto de la Ingeniería. El desarrollo del producto comienza con la identificación de una necesidad industrial o una necesidad de la sociedad, basado en las demandas del mercado. Este proceso puede diferenciarse en dos grandes etapas, la etapa de diseño y la etapa de fabricación. Los procesos relacionados con el CAD son a la vez un subconjunto del proceso de diseño y los procesos CAM son un subconjunto del proceso de manufactura. Los sistemas CAE se utilizan tanto en un entorno de diseño como en un entorno de manufactura.

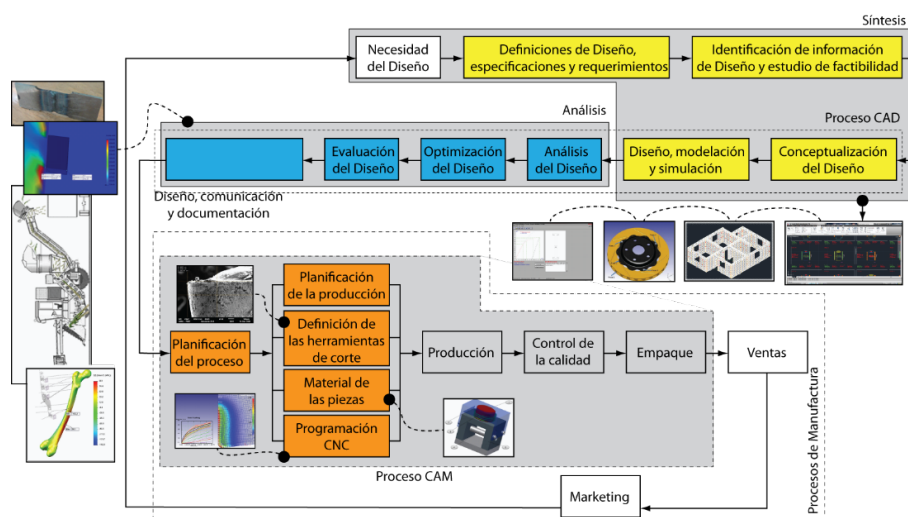


FIGURA 1.
Conceptualización de las aplicaciones desarrolladas por el CE CAD/CAM
Modificado a partir de (Pérez, Trinchet, et al., 2018)

El núcleo de los procesos CAD/CAM/CAE se basa en el modelo geométrico CAD del producto que está siendo diseñado. Los procesos relacionados con los sistemas CAD incluyen el tratamiento de las propiedades del material de la pieza, el análisis por elementos finitos (CAE), el dimensionado, las tolerancias, la modelación CAD del ensamble, la documentación y el dibujo CAD. Por su parte, las actividades relacionadas con los sistemas CAM incluyen la planificación del proceso asistida por computadoras CAPP (Computer Aided Process Planning (Planificación de la Producción Asistida por Computadoras)), la programación para máquinas herramienta por CNC (Computer Numerical Control (Control Numérico Computarizado)), la verificación, inspección y ensamble.

El actual nivel de competitividad empresarial y su adecuación a las nuevas exigencias del modelo económico en Cuba, exige a las empresas relacionadas con el diseño y la manufactura de productos, la sistemática reducción de los costos de producción y los tiempos de fabricación, a partir de potenciar la aplicación de los adelantos tecnológicos y la innovación. De acuerdo con la funcionalidad de las capacidades tecnológicas de las empresas, se puede considerar que para que éstas tengan estructuras eficaces, es indispensable promover el capital humano y ejecutar acciones colectivas como mecanismo para innovar productos y procesos (Calderón, 2007). Es por ello, que resulta decisivo el uso intensivo y óptimo de las tecnologías CAD/CAM/CAE para la ayuda al diseño y la toma de decisiones, durante la ejecución del ciclo de vida del producto, incorporando nuevas formas y técnicas innovadoras.

Como elemento importante en estas definiciones se hace especial énfasis en el concepto de innovación, que como señaló Peter Drucker, designa tanto a un proceso como su resultado. La innovación según Kalthoff, tiene la doble condición de ser polifacética y multinivel. Es polifacética en el sentido de que son muchas las habilidades y perspectivas que pueden contribuir al proceso de innovación, de forma que éste se vea beneficiado; es multinivel dado que muchas personas, pertenecientes a distintos niveles organizativos pueden realizar sus aportaciones a dicho proceso. Estas dos características de la innovación la convierten en una tarea que es de responsabilidad compartida por todos los actores involucrados con la ciencia y la innovación tecnológica (Figura 2), es decir, desde los profesores, los alumnos de pre y postgrado, hasta los directivos de empresas (Pérez, Estrada, et al., 2018).

Surge así la necesidad de disponer de herramientas personalizadas y procedimientos científicamente argumentados que aseguren el proceso de diseño y fabricación de productos con el máximo aprovechamiento de las tecnologías CAD/CAM/CAE, a partir de las características propias que cada contexto empresarial disponga, para aumentar la calidad y disminuir los costos de producción y desarrollo. Esta necesidad se manifiesta claramente en varias esferas productivas, tales como el diseño de productos en la rama metal-mecánica, la defensa, el diseño de moldes constructivos para viviendas, el diseño de implementos médicos en ortopedia, el estudio de herramientas, entre otros (Calzadilla, Doimeadios, & Estrada, 2018) (Pérez, Molina, & Ramírez-Cadena, 2014). Estas dificultades son más acentuadas aún, en las áreas de diseño donde deben evaluarse diferentes conceptos utilizando las tecnologías CAD/CAM/CAE.

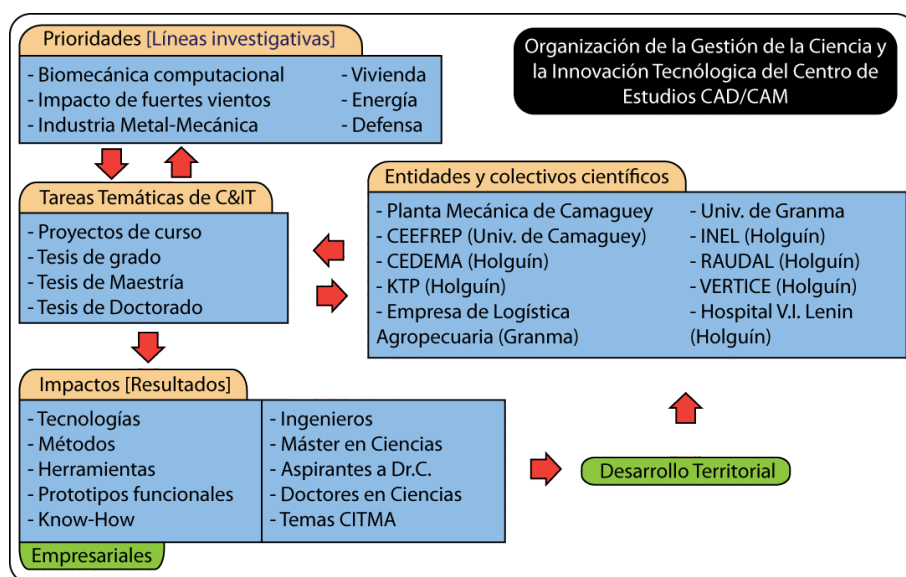


FIGURA 2.

Organización de la gestión de la ciencia y la innovación tecnológica del Centro de Estudios CAD/CAM
Pérez, Estrada, et al., 2018

GESTIÓN DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN TERRITORIAL DESDE EL CENTRO DE ESTUDIOS CAD/CAM

Soluciones tecnológicas al sector empresarial

La gestión de la innovación comprende un conjunto de técnicas organizativas, para combinar el conocimiento necesario en la satisfacción de necesidades, la identificación de oportunidades tecnológicas y la solución de problemas.

Una de las soluciones tecnológicas desarrolladas por el CE CAD/CAM más relevantes por su impacto industrial, fue la aplicación de las herramientas CAD/CAM/CAE a diferentes problemáticas relacionadas con la industria metal-mecánica, en específico, orientadas a solucionar las deficiencias identificadas en las pruebas tecnológicas y explotativas de la cosechadora de caña CCA-5000 a través de modelos matemáticos y numéricos, que garantizaron la fiabilidad de los componentes estudiados. Los estudios estuvieron centrados en: (a) estudios dinámicos de elementos estructurales del nuevo modelo de cosechadora de caña cubana CCA-5000, utilizando los sistemas CAD/CAM/CAE; y (b) modelo de análisis por elementos finitos del mecanismo paralelogramo del cortacogollo, el sistema direccional y la viga de giro.

En otra tipología de caso, para dar respuesta a una problemática nacional en la utilización de herramientas de corte en el mecanizado de alta velocidad, se aplicaron las herramientas CAD/CAM/CAE y se contrastaron con estudios experimentales para la definición de criterios tecnológicos para la utilización de las herramientas de corte en este tipo de maquinado en máquinas herramienta convencionales y CNC en las empresas mecánicas del país (del-Risco, Pérez, Molina, & Quiza, 2019; Hernández, Pérez, Quesada, & Dumitrescu, 2018; Hernández, Seid, Pérez, del-Carmen, & Guerrero, 2018). Una vez concluida la primera etapa, se pasó a la simulación numérica (FEM), que demostró la similitud existente entre las mediciones experimentales de las fuerzas de corte para los insertos estudiados (Curra, Pérez, & del-Risco, 2018).

En el caso del acero AISI 1045, se logró la obtención de una metodología para la simulación numérica del comportamiento a fatiga de la unión soldada de aceros AISI 1045, a partir de la caracterización de los defectos detectados en las probetas reales y se determinó la curva S-N para este tipo de unión soldada, se contrastó

la investigación con mediciones experimentales (Almaguer-Zaldivar, Martínez-Grave-de-Peralta, González-Utría, & Santiago-Cuenca, 2018; Almaguer-Zaldivar, Zambrano-Robledo, & Estrada-Cingualbres, 2018). Se desarrolló el software SimTra.exe en la versión 1.0. para la simulación del ensayo a tracción demostrándose la factibilidad de su empleo en el proceso de enseñanza aprendizaje y a problemáticas de la construcción de máquinas agrícolas.

Un área de especial interés, de alcance nacional, lo constituye la aplicación de las herramientas CAD/CAE al sector de la medicina. En esta investigación se obtuvieron avances en los procedimientos para la simulación basada en modelos numéricos (FEM), del estado tensional de la influencia en el hueso de la colocación de implantes en el caso de fracturas de cadera. Se estudiaron varios tipos de fijadores, tanto externos como internos. Se demostró que al retirar los implantes se produce una nueva variación del estado tensional en el hueso, produciéndose en ambos casos una elevación de las tensiones de compresión en los bordes de los agujeros que fijaban ambos implantes, lo cual puede ser fuente de surgimiento de grietas en el hueso (Cabeza & Estrada, 2018).

Otro resultado de impacto del CE CAD/CAM fue el desarrollo de un software para el diseño de moldes metálicos para la construcción, que permite cubrir la demanda a nivel nacional de nuevos diseños constructivos, lo que posibilita el aumento de los ritmos de producción de viviendas, el aumento de la variedad de diseños constructivos y una drástica reducción de los costos, al permitir activar la industria nacional vinculada a la producción de perfiles y la industria vinculada a la fabricación de moldes. Esto elimina la necesidad de adquisición de moldes metálicos en el exterior, ahorrándose en cada molde fabricado alrededor de 700 000 USD. El software DiProMolde Fundación se fomentó en el Proyecto Fundación, Proyecto Nacional no Asociado a Programas, donde se vincularon la Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica de la FAR, el Centro de Estudios de Fabricación y Recuperación de Equipos y Piezas (CEFREP) de la Universidad de Camagüey, el Centro de Estudios CAD/CAM de la Universidad de Holguín y otras Industrias. El software se encuentra en fase de introducción en la Empresa Militar de Proyectos de Ingeniería (EMPI-FAR) a nivel nacional.

Un área de impacto ha sido el estudio de la vulnerabilidad de las cubiertas ligeras ante el efecto de los vientos extremos, temática recurrente en el área del caribe y sobre todo en nuestro país (Reyes, Estrada, & Pérez, 2018a, 2018b, 2018c). La investigación se centró en una caracterización de las tipologías de las cubiertas ligeras en la Provincia de Holguín, luego se modeló computacionalmente este tipo de estructuras, al analizar los resultados se obtuvieron las zonas más propensas para el desprendimiento de las mismas. Se hizo una investigación posterior, donde se modeló el efecto dinámico del viento sobre este tipo de cubiertas. A partir de estos estudios, se han propuesto variantes de soluciones constructivas.

En el sector energético se han realizado investigaciones orientadas a la modelación matemática para la optimización multi objetivo de los sistemas integrados para comunidades aisladas (Ribeiro, Arzola, García, & Oliva, 2019) y los procesos de desalinización (Bolígán, Lorenzo, & Meléndez, 2018). De la misma forma, se ha investigado en la modelación numérica de las palas de los aerogeneradores del Parque Eólico de Gibara I, ante el efecto de los fuertes vientos (Pino, Almaguer, & Martínez, 2018; Trinchet, Estrada-Leyva, & Henríquez-Pérez, 2018).

Capacitación y superación profesional al sector empresarial y académico

En la Figura 3 se muestran los componentes formativos vinculados al Centro de Estudios CAD/CAM relacionados con las AI (AI: Área de Investigación. AI-01: Biomecánica computacional; AI-02: Vivienda; AI-03: Energía; AI-04: Impacto de los fuertes vientos; AI-05: Defensa; AI-06: Industria Metal-Mecánica) que se desarrollan. Desde el punto de vista de formación de primer ciclo (formación de pre-grado), el Centro de Estudios se sustenta en una sólida Carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín con más de 40 años de experiencia. En la actualidad, con una visión interdisciplinaria se incluyen a las Carreras de

Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil e Ingeniería Informática (Figura 3). En su concepción de investigación, el CE dispone de Grupos Científicos Estudiantiles que son orientados hacia la investigación científica en las áreas de investigación.

Tipo de formación	Especialidad	Nivel académico	AI-01	AI-02	AI-03	AI-04	AI-05	AI-06
Primer ciclo	Ingeniería Mecánica	Ingeniería	X	X	X	X	X	X
	Ingeniería Civil			X	X	X		
	Ingeniería Informática		X		X	X		
Segundo ciclo	Ingeniería Mecánica	Máster en CAD/CAM	X	X	X	X	X	X
	Ingeniería Civil			X	X	X	X	
	Ingeniería Informática		X	X	X	X		X
	Ingeniería Hidráulica		X	X	X	X	X	X
	Lic. en Ciencias de la Computación		X	X	X	X		X
Tercer ciclo	Ingeniería Mecánica	Doctorado en Ingeniería Mecánica		X	X		X	X
							E	F

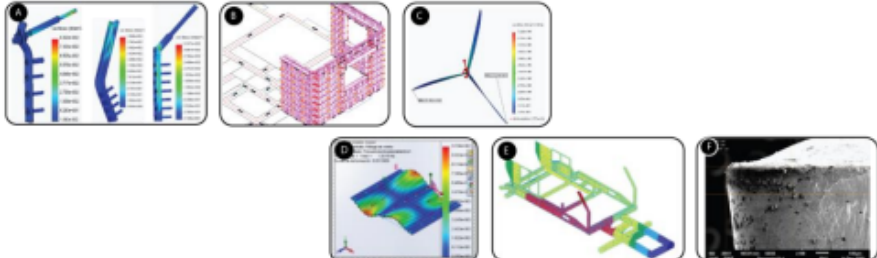


FIGURA 3

Componentes formativos de los tres ciclos presentes en el CE CAD/CAM y áreas de investigación asociadas (Pérez, Estrada, et al., 2018).

En la educación de segundo ciclo (formación de Máster), el Centro de Estudios gestiona la Maestría en Diseño y Manufactura Asistida por Computadoras (CAD/CAM) con un perfil amplio con carácter interdisciplinario. En su malla curricular, dispone de un grupo de cursos obligatorios y la mayoría de los restantes cursos son optativos, en función del tema de investigación y la formación de primer ciclo del cursista. Se da continuidad al proceso formativo iniciado en el pregrado, en el caso de la Ingeniería Mecánica y se vincula también a las diferentes áreas de investigación. La Maestría se encuentra en su 9na edición y ha graduado hasta la fecha, a más de 100 profesionales de la producción y la academia, pertenecientes a entidades de todo el país y a países de Latinoamérica.

En la educación de tercer ciclo (Doctorado), el Centro de Estudios CAD/CAM gestiona el Doctorado en Ingeniería Mecánica y la Institución Autorizada de la Universidad de Holguín en el área de la Ingeniería Mecánica, que cataliza diversas áreas del conocimiento en la formación de primer y segundo ciclo. Hasta la fecha se han formado 22 Doctores en Ciencias Técnicas de la producción y las Universidades, tanto nacionales como de Latinoamérica.

Comportamiento de los indicadores de Ciencia e Innovación Tecnológica del CE CAD/CAM en los últimos cinco años

Los resultados del Centro de Estudios CAD/CAM en los últimos cinco años han tenido como salidas la publicación de 49 artículos en el Grupo 1 y 2, 16 en el Grupo 3 y dos en el Grupo 4. Se han publicado tres libros en RedUniv y 4 Capítulos de Libros en editoriales extranjeras. Se han realizado 18 registros informáticos, se han presentado más de 150 artículos a Congresos y Conferencias Internacionales.

Se han obtenido 8 Premios Provinciales del CITMA, un Premio de Innovación Tecnológica, 60 Premios y reconocimientos individuales y 20 Premios Colectivos. Se cuenta con avales de aplicación de diversas entidades nacionales e internacionales.

CONCLUSIONES

Las contribuciones realizadas promueven una concepción integradora en el desarrollo de aplicaciones CAD/CAM/CAE en el campo de las investigaciones científicas y solucionan problemáticas empresariales y sociales desde una visión de gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica.

De forma general, el grado de generalización de los resultados, el reconocimiento mostrado por numerosas instituciones nacionales e internacionales, así como el elevado nivel de visibilidad de las principales publicaciones y resultados alcanzados, expresan el valor científico de las soluciones e innovaciones tecnológicas realizadas.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que la personalización de los sistemas CAD/CAM/CAE en el diseño y fabricación de productos en la industria nacional, permiten un mejor aprovechamiento de las potencialidades existentes, orientados al aumento de la calidad y a la disminución de los costos de desarrollo de los productos, con un alcance territorial y nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaguer-Zaldivar, P. M., Martínez-Grave-de-Peralta, J. A., González-Utria, E. R., & Santiago-Cuenca, H. (2018). Evaluación de probetas cilíndricas solicitadas a torsión cíclica simétrica. *Ingeniería Mecánica*, 21(2), 93-100.
- Almaguer-Zaldivar, P. M., Zambrano-Robledo, P., & Estrada-Cingualbres, R. (2018). Evaluación numérica del estado tensional en probetas compactas escaneadas y simuladas. *Ingeniería Mecánica*, 21(1), 36-44.
- Boligán, G., Lorenzo, R. A., & Meléndez, C. (2018). Mechanical Engineering Design Theory Framework for Solar Desalination Processes: A Review and Meta – Analysis. *Iranian Journal of Energy and Environment*, 9(2), 137-145.
- Cabeza, R., & Estrada, R. A. (2018). *Obtención de modelos biomecánicos a partir de tomografías computarizadas y sólidos virtuales*. Paper presented at the X Congreso Cubano de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, La Habana.
- Calderón, G. (2007). Perfil cultural de las empresas innovadoras. Un estudio de casos en las empresas metalmeccánicas. *Cuadernos de Administración*, 20(34).
- Calzadilla, H., Doimeadios, G., & Estrada, R. A. (2018). *La “nueva ingeniería inversa” y su aporte como pequeño motor impulsor de la industria 4.0 en Cuba*. Paper presented at the Cubaindustria 2018, La Habana.
- Curra, D. A., Pérez, R., & del-Risco, R. (2018). Predictive model for specific energy consumption in the turning of AISI 316L steel. *Lecture Notes in Computer Science*, 11047, 51-58.
- del-Risco, R., Pérez, R., Molina, A., & Quiza, R. (2019). Desgaste de una herramienta cerámica BIDE MICS en el maquinado del acero AISI 316L. *Ingeniería Mecánica*, 22(1), 41-48.
- Hernández, L. W., Pérez, R., Quesada, A. M., & Dumitrescu, L. (2018). Effects of cutting parameters on surface roughness and hardness in milling of AISI 304 steel. *DYNA*, 85(215), 57-63.
- Hernández, L. W., Seid, Y., Pérez, R., del-Carmen, P., & Guerrero, M. (2018). Selection of machining parameters using a correlative study of cutting tool wear in high speed turning of AISI 1045 steel. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 2(66), 66-76.
- MES. (2016). *Ministerio de Educación Superior: Política para el fortalecimiento de la ciencia, la tecnología, la innovación y la formación doctoral en el sistema MES*.
- Núñez, J., & Montalvo, L. F. (2015). La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades. *Revista Cubana de Educación Superior* (Número especial Septiembre/Diciembre 2014-Enero/Abril 2015), 29-43.

- Pérez, R., Estrada, R. A., & Trinchet, C. A. (2018). El Centro de Estudios CAD/CAM y la gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación *Ciencia e Innovación Tecnológica* (Vol. II). Las Tunas, Cuba: Editorial Académica Universitaria.
- Pérez, R., Molina, A., & Ramírez-Cadena, M. (2014). An integrated view to design reconfigurable micro/meso-scale CNC machine tools. *Journal of Manufacturing Science and Engineering (ASME)*, 136(3), 1-10.
- Pérez, R., Trinchet, C. A., Curra, D. A., Almaguer, P. M., & Simeón, R. E. (2018, 29 de marzo de 2018). *Empleo de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje del Centro de Estudios CAD-CAM*. Paper presented at the I Evento Nacional de TIC y Educación, Holguín, Cuba.
- Pino, J. C., Almaguer, P. M., & Martínez, J. A. (2018). *Cálculo del rotor de un aerogenerador de baja potencia mediante métodos numéricos*. Paper presented at the X Congreso Cubano de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, La Habana.
- Reyes, A., Estrada, R. A., & Pérez, R. (2018a). *Estudio preliminar para la simulación de la acción dinámica del viento en cubiertas ligeras*. Paper presented at the VII Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible, Universidad de Camaguey.
- Reyes, A., Estrada, R. A., & Pérez, R. (2018b). *Simulación numérica de las cubiertas ligeras ante el efecto de vientos extremos*. Paper presented at the V Convención Internacional de la Ingeniería en Cuba, Varadero.
- Reyes, A., Estrada, R. A., & Pérez, R. (2018c). *Simulación numérica de las cubiertas ligeras ante el efecto de vientos extremos*. Paper presented at the VII Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible, Universidad de Camaguey.
- Ribeiro, V., Arzola, J., Garcia, L. E., & Oliva, D. (2019). Modelado matemático para la selección optima de instalaciones energéticas y su esquema de solución. *Ingeniería Mecánica*, 22(1), 23-31.
- Trinchet, C. A., Estrada-Leyva, R., & Henriquez-Pérez, A. (2018). *La estimación de la generación eólica a través de modelos matemáticos*. Paper presented at the IV Conferencia Internacional en ciencias computacionales e informática "CICCI 2018", La Habana.