

Tema A5 Educación en Ingeniería Mecánica

Enseñanza de la Ingeniería Mecánica. Diseño, Manufactura y Pertinencia Educativa

Jareño Betancourt Eduardo Daniel^{a*}, Gómez Jiménez Salvador^a, Becerra Ferreiro Ana María^a

^aUniversidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Col. Centro Histórico, Zacatecas, Zacatecas, C.P. 98000, México

*Jareño Betancourt Eduardo Daniel, ejareno@yahoo.com.mx

RESUMEN

La pertinencia educativa de un programa de estudios está entre otros aspectos relacionada con los requerimientos y expectativas que demanda el aparato productivo mediante los procesos de vinculación entre ambos. La necesidad de responder a esas exigencias requiere de un dinamismo mayor que el existente a causa del acelerado desarrollo tecnológico y la actualización de los programas de estudio. La enseñanza por proyectos a dado resultados adecuados a corto plazo en la aceptación e incorporación de los graduados al aparato productivo e implica una actualización constante. En el presente estudio se presentan las experiencias en la enseñanza por proyectos en asignaturas del área de Diseño en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Palabras Clave: Pertinencia educativa, enseñanza por proyectos.

ABSTRACT

The educational relevance of a study program is, among other aspects, related to the requirements and expectations demanded by the productive system through the linking processes between both. The need to respond to these demands requires a greater dynamism than the existing one due to the accelerated technological development and the updating of the study programs. Teaching by projects has given adequate results in the short term in the acceptance and incorporation of the graduates into the productive apparatus and implies constant updating. In the present study the experiences in the teaching by projects in subjects of the area of Design in the career of Mechanical Engineering of the Universidad Autónoma de Zacatecas are presented.

Keywords: Educational relevance, teaching by projects.

1. Introducción

El programa de estudios vigente para la Licenciatura en Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) está concebido para la formación del estudiante desde las ciencias básicas hasta una especialización a través de rutas académicas terminales. La concepción de este programa de acuerdo a las directivas de los órganos rectores de la educación superior en México implica limitaciones en la dinámica requerida por el mercado laboral y en ese sentido respecto a la pertinencia educativa [1]. Se han publicado diversos trabajos donde se insiste en la necesidad de vincular curricularmente al estudiante de Ingeniería Mecánica con la aplicación práctica de las Ciencias de la Ingeniería para garantizar precisamente la inmediata adaptación y aceptación del graduado en el mercado laboral. Una de las formas que resulta más eficiente de acuerdo con estas publicaciones es la enseñanza orientada al diseño [2] y la aplicación práctica del diseño para la

manufactura [3, 4]. En ese sentido en el programa de estudios vigente se introdujo la enseñanza por proyectos en algunas de las UDIs (Unidad Didáctica Integrada) pertenecientes a la Academia de Diseño, que sin contravenir las normativas institucionales implica una actualización constante y una preparación acorde a las competencias requeridas por el mercado laboral [5-7].

Los ajustes realizados al programa de estudio implicaron la reestructuración de las UDIs teniendo en cuenta las competencias requeridas por el entorno laboral, lo que permite mejorar el perfil de egreso del graduado y la evolución constante de los programas de estudio con la actualización de los contenidos y de la metodología aplicada en la enseñanza [1]. Actualmente se trabaja en la enseñanza por proyectos en las UDIs denominadas Laboratorio de Sólidos Deformables II, Proyecto Mecánico, Tribodiseño y Proyecto Integrador. Un aspecto importante de estas asignaturas es que pueden escalar a Proyectos de Tesis e incluso para el desarrollo del vínculo Universidad-Empresa-Gobierno. En el caso del vínculo de la Universidad con el sector empresarial y con los órganos de gobierno se realiza

de manera puntual mediante dos actividades independientes, el servicio social y la UDI Proyecto Integrador. Esta última implica el desarrollo de proyectos de investigación que vinculan al estudiante y la universidad con las necesidades del entorno social y laboral, lo que incide de manera directa en la pertinencia del programa de estudios.

En el presente trabajo se ejemplifica a través del desarrollo de la UDI Proyecto Mecánico la aplicación de los conceptos citados en aras de la pertinencia educativa y de sus efectos en la evolución didáctica en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica.

2. UDI Proyecto Mecánico

Esta UDI se crea a partir de una asignatura contenida en el programa de estudios anterior, Laboratorio de Diseño de Elementos de Máquinas. En esta materia no se incluía el uso de software de diseño. Al concebir la UDI Proyecto Mecánico como parte de las rutas académicas terminales se implementó la opción de que esta pudiera ser tomada como una asignatura optativa selectiva para la ruta de Diseño o como una materia optativa opcional para las demás rutas académicas, esto posibilita de que independientemente a la ruta académica seleccionada por el estudiante, este puede acceder a este tipo de herramientas didácticas [1].

Entre los antecedentes de esta UDI se encuentra el Laboratorio de Sólidos Deformables II donde el alumno ya realizó un proyecto de diseño por equipos en el que se utilizan de manera práctica las competencias adquiridas en materias previas

Para el desarrollo de esta UDI en particular los alumnos se integran en equipos de trabajo para alcanzar una competencia fundamental: Diseñar elementos y conjuntos de máquinas utilizando normas, elementos y sistemas estandarizados teniendo en cuenta los parámetros adecuados de fabricación y de funcionamiento óptimo de un elemento, dispositivo o conjunto mecánico.

La metodología a seguir incluye de manera general:

-Revisión de la Bibliografía poniendo énfasis en la comprensión crítica, la síntesis y la aplicación de la información. Se exige la consulta de varias fuentes incluyendo artículos, tesis, normas y patentes en idioma español e inglés.

-Cálculo de esfuerzos y selección de materiales a partir de un análisis de variantes constructivas, criterios de tribodiseño, uso de partes y equipos comerciales, condiciones de funcionamiento, etc.

-Dibujo del conjunto mecánico y de sus partes componentes utilizando el Diseño Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés).

-Simulación de esfuerzos y deformaciones, factor de diseño y factor de seguridad mediante las aplicaciones CAE del software CAD disponible.

-De ser necesario se realizan correcciones al diseño a partir del resultado de las simulaciones.

-Redacción de un informe técnico con el formato utilizado generalmente para Tesis de Grado.

-Presentación y discusión del Trabajo.

2.1 Ejecución del proyecto

El proyecto se ejecuta a lo largo del semestre con la asesoría de un docente con experiencia industrial en el diseño mecánico y en la manufactura. Se realizan revisiones semanales por equipo de trabajo de los avances en cada una de las partes que componen el proyecto. El proceso de revisión y asesoría contempla el intercambio de ideas, el trabajo en equipos, incentivar la iniciativa, la capacidad de dar soluciones propias y de encontrar áreas de oportunidad, mejorar la expresión oral y escrita, el manejo eficiente de los paquetes computacionales, la actualización de la información y del conocimiento como una forma de crear hábitos en el estudiante de forma tal que ya graduados se mantengan vigentes durante la vida laboral. Todos estos aspectos están entre las competencias esenciales de un Ingeniero Mecánico, y a su vez de manera retroactiva, garantizan la pertinencia del programa de estudios de acuerdo a las competencias requeridas según empresarios y académicos [1, 4-6].

2.2 Ejemplo de Proyecto Mecánico resultado de esta experiencia.

En la figura 1 se muestra el diseño de un reductor de tornillo sinfín desarrollado en la UDI Proyecto Mecánico por alumnos del 9^{no} Semestre teniendo en cuenta condiciones de explotación y de manufactura. En la figura 2 se presenta el resultado del proceso de validación del diseño realizado a partir del factor de seguridad.



Figura 1 Reductor de tornillo sinfín diseñado en SolidWorks.

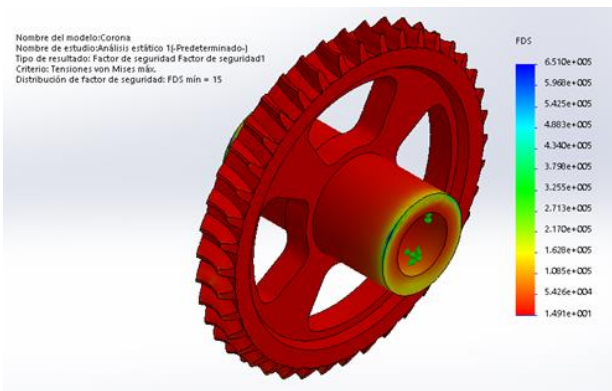


Figura 2 Estudio del factor de seguridad de la corona.

2.3 Ejemplo de Proyecto de Tesis con el uso de combinado del diseño y de la manufactura.

Derivado de un proyecto de investigación iniciado en el marco del Laboratorio de Diseño de Elementos de Máquinas del programa de estudios anterior se desarrolló un proyecto de investigación para Tesis de Grado consistente en la fabricación de un dispositivo de inyección para aleaciones no ferrosas.

Para este proyecto se tuvo en cuenta el uso didáctico de las herramientas de diseño y manufactura asistidos por computadora de acuerdo con los requerimientos de la industria aeroespacial nacional [4]. El proyecto en sí implicó el rediseño del sistema propuesto en un estudio de diseño previo en base a una revisión bibliográfica ampliada. Se consideró además la tecnología de manufactura disponible de acuerdo con los objetivos académicos del proyecto, se determinaron los parámetros de maquinado para la manufactura de los componentes según el material, el tipo de maquinado, las tolerancias geométricas y dimensionales y los acabados superficiales, finalmente se realizó el ensamble del dispositivo y las pruebas de funcionamiento en frío y en caliente del sistema. En este caso se utilizaron conocimientos no contemplados en el plan de estudios vigente pero que son necesarios en los procesos productivos, tales como la elaboración de cartas tecnológicas o de proceso para manufactura y para ensamble de conjuntos.

En la figura 3 se presenta una imagen del dispositivo fabricado durante el ensamble del mismo. Este consta de tres placas soporte, pistón con anillos de ajuste, cilindro de inyección, un juego de placas para inyección en molde y un segundo juego de placas para extrusión de barras cilíndricas. Con base a los resultados del proceso de cálculo de los esfuerzos de inyección se seleccionó la unidad hidráulica de potencia que se observa al fondo de la imagen.



Figura 3 Dispositivo de inyección durante el ensamble

2.4 Aspectos relevantes del uso de la práctica del diseño para la manufactura.

Al enfrentar una tarea de diseño mecánico para la manufactura el estudiante se ve en la necesidad de recapitular asignaturas que van desde el ciclo básico hasta el ciclo especializante en su programa de estudios. El diseño de conjuntos mecánicos requiere de la aplicación del conocimiento combinado de materias que en algunos casos se estudian de manera no secuencial durante el tránsito por el programa de estudios. Esto implica que la falta de experiencia y de retroalimentación en la aplicación de estos conocimientos por falta de práctica dificulta la inserción laboral del graduado [3].

Desde las materias del ciclo básico hasta llegar al Diseño de Elementos de Máquinas se estudia la Ciencia e Ingeniería de Materiales, la Mecánica de Sólidos Deformables, Tecnología Mecánica y Procesos de Manufactura por citar algunas de las contenidas en el plan de estudios vigente que tienen una estrecha interrelación en la finalidad del proceso de diseño, que es la creación de mecanismos y conjuntos mecánicos eficientes, confiables y con un costo razonable. Durante el desarrollo de esta experiencia iniciada con los Laboratorios de Proceso de Manufactura, Laboratorio de Mecánica de Materiales II, Laboratorio de Diseño de Elementos de Máquinas I y II del ciclo de Ciencias de la Ingeniería del programa de estudios previo e impartidas utilizando el desarrollo de proyectos apreciamos la dificultad en la concatenación de contenidos por parte de los estudiantes y de que no se resaltaba la correlación de las materias por parte de los docentes. Desde el inicio de la reforma curricular que trajo como resultado el programa de estudios actual se ha estado trabajando en corregir estas limitaciones.

Otros aspectos importantes de este proceso es la necesidad de trabajar con normas de diseño actualizadas, con productos estandarizados garantizados por normas internacionales, el uso de materiales avanzados, familiarizarse con los costos de producción, seleccionar métodos de manufactura adecuados a los volúmenes y objeto de la producción, incluyendo los criterios en desarrollo en México sobre la Industria 4.0, por citar algunos.

Actualmente en el seno de la Academia de Diseño del Programa de Ingeniería Mecánica se trabaja en la actualización de las UDIS que la integran, parte de este trabajo incluye ajustar la secuencia de contenidos en aras de facilitar la interrelación entre las diferentes materias en función de la enseñanza por proyectos. El trabajo que se realiza es parte del proceso de revisión curricular que se inició en el presente ciclo escolar y que busca precisamente adecuar la secuencia de los contenidos que se imparten durante el recorrido del estudiante por el programa de estudios.

En lo relativo a Industria 4.0 ya se ha estado trabajando de manera implícita en algunos de los aspectos que integran esta cuarta revolución industrial. La propia digitalización del diseño (CAD), de la ingeniería (CAE) y de los procesos de manufactura (CAM), el desarrollo de un laboratorio para la impresión en 3D, la realización de trabajos de investigación a distancia con el uso de internet, etc, son ejemplos de la implementación de elementos básicos que integran este concepto [8]. De acuerdo con la amplitud del tema, la integración y el desarrollo de una industria manufacturera global en áreas de alto impacto y con un crecimiento sostenido en México como lo son la automotriz y la aeronáutica, implican que se debe incluir este tema en la actualización del programa de estudios vigente de manera específica y puntual.

2.5 Limitantes para la aplicación y el control estadístico de estos proyectos como herramientas didácticas.

La asignatura Proyecto Mecánico se ha impartido en los dos semestres del curso 2017-2018 coincidente con el arribo de las dos primeras generaciones de estudiantes del vigente programa de estudios a los semestres 8^{vo} y 9^{no} donde se ofertan las rutas académicas.

En comparación con los resultados positivos obtenidos con la práctica del diseño para la manufactura en la formación profesional e incorporación a la industria de los graduados en las publicaciones consultadas [3, 7] hasta ahora nos hemos visto limitados a la tarea de diseño por cuestiones de carga académica de los estudiantes, número y alcance de los proyectos y recursos para la compra de materiales y accesorios. No obstante, en otras materias se complementa lo relacionado a la manufactura asistida (CAM).

Parte de la revisión curricular en curso busca mejorar la secuencia del programa de estudios y la interrelación entre las UDIS, lo que podría incidir adicionalmente en un proceso educativo y de manejo de recursos materiales y humanos más eficiente.

En el caso de las tesis de grado que dan continuidad a proyectos iniciados dentro de las UDIS se alcanza un nivel tecnológico mayor debido a que el proyecto si implica a la manufactura y una mayor exigencia en la búsqueda y aplicación del conocimiento. Esto incluye entre otras cosas la utilización de tecnologías no recibidas en clases. De esta manera se estimula el autoaprendizaje como competencia requerida para el graduado durante su inserción y permanencia en el mercado laboral.

En la medida en que se sumen las generaciones siguientes de estudiantes a esta experiencia y comience la incorporación de los mismos a la industria estaremos en condiciones de una valoración estadística adecuada del resultado de la aplicación de estas herramientas didácticas en el quehacer profesional de los graduados para de esta forma impulsar de manera sustentada las reformas curriculares requeridas en un cada vez menor plazo de tiempo [1].

3. Conclusiones

El uso de la práctica del diseño y de la manufactura basado en la actualización constante en los avances de la tecnología y en las Ciencias de la Ingeniería permiten que el egresado se inserte con mayor rapidez al mercado laboral o a estudios de posgrado debido a que desarrolla habilidades inherentes a cada uno de estos fines.

La práctica del diseño para la manufactura como parte de la estructura curricular implica una actualización constante de los contenidos de las UDIS sin necesidad de esperar por una reforma curricular que requiere la valoración de los resultados del programa de estudios vigente después de graduada la primera generación. Si tenemos en cuenta la dinámica actual de generación del conocimiento, de nuevas tecnologías y materiales, el periodo comprendido entre el inicio y graduación de una primera generación genera un desfase importante entre los contenidos de los programas de estudio y las necesidades del sector productivo [7].

La enseñanza por proyectos se ha ido incorporando de manera gradual en el programa de estudios de Ingeniería Mecánica en aquellas asignaturas que por su naturaleza facilitan el uso de estas herramientas. Los resultados de su aplicación requieren de una valoración objetiva en la medida de que las generaciones de egresados configuren una muestra estadística representativa. Sin embargo, de acuerdo con los autores citados es previsible una mejora en la inserción laboral de los estudiantes debido a que se amplía su perfil de egreso en consonancia a los requerimientos de la industria y de las perspectivas del desarrollo a futuro según los preceptos de la industria global digitalizada (Industria 4.0).

REFERENCIAS

- [1] E. Jareño, M.L. Salas, S. Gómez, A.M. Ferreiro, XXIII Cong. Int. Anual de la SOMIM, Art. A5-71, (2017).
- [2] C.L. Dym, Engineering Design Thinking, Teaching and Learning, Journal of Engineering Education, Jan 2005.
- [3] K. Cohen, R. Katz, Procedia CIRP 36 (2015) 177 – 181.
- [4] V. Kosse, D. Hargreaves, Teaching Tribology in Engineering Courses, Eds. Proceedings Austrib 06, International Tribology Conference, Brisbane, (2006).
- [5] G. Salieri, L. Santibáñez, Estudio de las necesidades de capital humano de la industria aeroespacial en México. Fundación IDEA, 2010.
- [6] Hays y Oxford Economics, La creación de puestos de trabajo en una economía global 2011-2030, Reporte global 2011.
- [7] L. Vega, La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI. Ingeniería Investigación y Tecnología, Vol. XIV (N° 2), abril-junio 2013, 178-189.
- [8] C.B. Ynzunza, J.M. Izar, J. G. Bocarando, El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Conciencia Tecnológica, Núm.54, 2017.