
La enseñanza de la ingeniería industrial

Guillermo Páez

Experto nacional y extranjero por la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería en Administración de la Producción, especialista por la Universidad Nacional de Ingeniería en el área de Ingeniería Industrial, Magister en Economía por la Universidad de Lima, Docente independiente en procesos de mejoramiento industrial, Asesor de empresas en los años 80 y 90.

El artículo insiste en la importancia de diseñar syllabus en la especialidad de Ingeniería Industrial, que sean acorde con la realidad de la industria nacional. Estos se deben estructurar tratando de proporcionar al estudiante la preparación necesaria para trabajar con efectividad y eficiencia en dicha realidad.

Los syllabus y la realidad nacional

Guillermo Barcelli G.

Ingeniero mecánico y electricista por la Universidad Nacional de Ingeniería.
Estudios de Posgrado en administración de la producción, auspiciado por la Fundación Carl
Duisberg de Alemania. Magister en economía por la Universidad de Lima.
Consultor internacional en procesos de reconversión industrial. Asesor de empresas en las
áreas de producción y mantenimiento industrial.

El artículo incide en la importancia de elaborar syllabus en la especialidad de ingeniería industrial, que sean acordes con la realidad de la industria nacional. Éstos se deben estructurar tratando de proporcionar al estudiante la preparación necesaria para trabajar con efectividad y eficiencia en dicha realidad.

Los syllabus de los cursos de ingeniería industrial de las universidades deberían elaborarse siempre en función de la industria nacional, de sus requerimientos actuales o inmediatos, de sus planes mediatos y de sus perspectivas de crecimiento y desarrollo futuro.

“Función principal de la universidad es hacer que la docencia, la investigación, la creación artística y el desarrollo cultural, se integren y se potencien buscando producir, simultáneamente educación superior, investigación científica y desarrollo cultural, todo ello procesado en conjunto en un espacio común, que permita la formación de personal de alto nivel, gracias a la información que se le entrega, como producto de la creación intelectual y de la investigación académica, tan reclamados por un país que aspira a modernizarse”¹.

Es vital para el país que los ingenieros que egresen de las facultades tengan una preparación adecuada para trabajar con efectividad y eficiencia en dicha realidad, para que puedan asumir la dirección y la responsabilidad del crecimiento y el desarrollo de la industria nacional y para que lideren el cambio que lo hará posible.

Para lograr esa preparación se deberá privilegiar conceptos y principios de aplicación universal sobre métodos y modelos particulares; se deberá enseñar una ingeniería que propicie la creatividad, el análisis, la investigación, el enfoque de los problemas desde varios puntos de vista, el planteamiento de diversas alternativas de solución, la selección analítica de una buena solución contingencial, y la exitosa sustentación de su propuesta. Los cursos deberán mostrar que están debidamente coordinados entre sí, además de evidenciar su integración, consecuencia y aplicabilidad en el medio, dando al recién graduado una real comprensión, un cabal entendimiento y la facilidad para interiorizarse en los problemas, de modo que puedan explicar cómo y por qué funcionan las soluciones que plantean ante la problemática que enfrentan en la realidad industrial nacional.

1 Velit Granda, Ernesto. “Universidad, sociedad y Estado”. En: diario *El Comercio*. Lima: martes 23 de abril, 1996, p. 2.

Se deberá evitar el encasillamiento riguroso de las ciencias básicas exactas dándole a los cursos de los últimos ciclos una orientación apropiada, direccionada por el conocimiento de la realidad de la industria nacional, controlada mediante la utilización de la experticia industrial vigente y comprobada mediante la participación –ojalá muy interesada– de los industriales nacionales, que como clientes finales de la producción académica deberían asumir un rol importante en los procesos enseñanza-aprendizaje. Se podría tomar como ejemplo el acuerdo efectuado entre el Departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura del Western New England College y la industria, que se han asociado para tratar de mejorar la educación en ingeniería, “... lo que ha permitido al departamento mantener un curriculum dinámico e integrar experiencias de la vida real dentro del salón de clase y el laboratorio”². Dicho acuerdo incluye, entre otros puntos, visitas a fábricas, proyectos y casos para clases y laboratorios, desarrollo de currículos y evaluación y entrenamiento para la adquisición de nuevos equipos.

Se debe relanzar la filosofía de la ingeniería industrial como una profesión integradora del diseño, desarrollo e implementación de sistemas integrados por personal, materiales y medios de elaboración. Los estudiantes de ingeniería industrial siguen cursos tales como Investigación de Operaciones, Organización de la Estructura Empresarial, Organización de los Procesos, Planificación y Conducción Operativa de la Producción y Diagnóstico Industrial, a veces sin comprender en forma total las interrelaciones entre esos temas, ni el impacto sinérgico que esta aproximación integrada tiene sobre los sistemas hombre-máquina, perdiendo de esta manera la característica de profesión agregadora de valor que debería tener la ingeniería industrial.

Es necesario observar que las universidades evalúan las publicaciones y las investigaciones, mientras que la industria mide el desempeño en términos de contribuciones reales al éxito de la empresa. Entonces, los ingenieros recién graduados deben estar preparados para actuar exitosamente de inmediato en las empresas, deben producir rápidamente, sin necesidad de

2 Haffner, Eric W. y Maleyeff, John. “Industry Partnerships Academic. A Foundation for the Future”. En: *Industrial Engineering*. Marzo, 1995, pp. 16-18.

períodos de adaptación que los preparen para enfrentarse a los problemas de la realidad industrial –que son complejos, carentes de definiciones, pobres en información y desafortunadamente frecuentes, inesperados e inoportunos–, muy diferentes a los problemas académicos, que son bien estructurados, con información clara y definida y con métodos de procesamiento muy bien establecidos.

Las tareas que usualmente desempeñan los ingenieros industriales recién egresados de las universidades en países en desarrollo como el nuestro son:

- Estudios de factibilidad para nuevos proyectos.
- Evaluación técnica y económica de diseños, especificaciones y propuestas.
- Planeamiento y conducción operativa de la producción.
- Supervisión de operaciones de producción.
- Planeamiento y conducción operativa del mantenimiento.
- Gestión de materiales.
- Supervisión y operaciones en mercadotecnia.

Son entonces los cursos relacionados directamente con estas actividades los que deben ser preferentemente modificados y orientados según la realidad de la industria nacional. Aquí se encuentra la mayor parte de los syllabus que deben ser adecuados y actualizados en forma prioritaria. Son principalmente estos cursos los que deberán ser muy prácticos y los que deberán contener los conceptos y herramientas que mejor hayan sido comprendidos por los alumnos, y que les resulten los más fáciles de aplicar. Tenemos que revertir los resultados de la encuesta realizada en 177 universidades de 78 países en desarrollo que concluyó: “Por lo tanto, la educación en ingeniería industrial es aceptable en base a la cantidad. Sin embargo, es baja en cuanto a uso”³.

Sobre el sólido crecimiento de comprobada excelencia, dado por los cursos de ciencias básicas, se deberá estructurar los cursos de carrera y especialización de los últimos ciclos, tratando de mantener el mismo nivel de excelencia y tendiendo a propor-

3 Khan Malik, Mazhar Ali. “Developing Countries: Industrial Engineering and its Use”. En: *Industrial Engineering*. Marzo, 1994, pp. 51-52.

cionar la posibilidad de que los ingenieros recién egresados den rápidamente buenos resultados en las empresas y que asuman cabalmente y con comodidad el rol que les corresponde como vectores del cambio y líderes del desarrollo de la industria nacional.

Intentando analizar, a modo de ejemplo, la función de producción de la empresa industrial, se puede indicar, empleando el modelo funcional de los sistemas abiertos, que dentro del sistema empresa el subsistema de producción tiene como función la transformación de las corrientes de entrada del sistema en los productos, bienes o servicios que conforman la corriente de salida y caracterizan el sistema, y cuya meta es la eficiencia técnica que permita a la empresa alcanzar sus objetivos. Este subsistema o función de producción contiene elementos interrelacionados, cada uno de los cuales puede ser tomado como un nuevo sistema. Dichos elementos y sus interrelaciones conforman la estructura sistémica de la que emergen propiedades como producto de la sinergia, de las cuales se define el espectro del comportamiento del sistema ante su entorno. De esta forma se puede definir que la función producción comprende principalmente los siguientes elementos, sistemas o subfunciones:

- Preparación de los trabajos⁴, conformada por el estudio del trabajo, la planificación de la producción y la conducción operativa de la producción; comprende las actividades requeridas para organizar la fabricación.
- Ejecución de los trabajos, que consiste en la realización física de las actividades de transformación, procesos y operaciones que conforman el mecanismo de la producción⁵, por lo que se podría denominar operaciones de producción, operaciones productivas o simplemente operaciones o fabricación de este conjunto de acciones de agregación de valor sobre los materiales y productos en proceso.

4 REFA - Asociación para el Estudio del Trabajo y la Organización Empresarial. Programa de Estudios de Dirección en el Estudio del Trabajo. Alemania: REFA, 1988, p. 21.

5 Shingo, Shigeo. *Producción sin stocks: el sistema Shingo para la mejora continua*. España: Tecnologías de Gerencia y Producción S. A., 1991, pp. 3-25.

- Mantenimiento, que comprende las acciones dirigidas a restaurar o mantener los bienes y medios de elaboración en un estado determinado para que brinden el servicio deseado. Junto con las operaciones conforman la columna vertebral de la función producción, denominándose a veces a este conjunto como operaciones y mantenimiento (O&M – Operations and Maintenance).
- Resguardo de la calidad, conformada por todas las actividades y medidas tendientes a obtener y conservar el nivel deseado de calidad. Comprende tareas en relación con todas las fases de desarrollo de los productos, incluyendo las medidas necesarias para el fomento de la calidad.
- Ingeniería, que consiste en la investigación y el desarrollo del sistema tecnológico y sus componentes, procesos, recursos y productos, comprendiendo la atención de las necesidades técnicas de la empresa relacionadas con los planes de desarrollo y de producción.

Siguiendo con el ejemplo se puede tomar el sistema de preparación de los trabajos, que dentro de la organización industrial corresponde al nivel de la fabricación, por lo que se denomina también organización de la fabricación.

Este sistema comprende el estudio del trabajo, que determina datos y conforma los sistemas de trabajo; la planificación de la producción, que sistemáticamente fija objetivos y prepara tareas, planificando la capacidad, los materiales, la información y los procesos; y la conducción operativa de la producción, que dispone, verifica y asegura la deseada ejecución del programa de producción, haciéndole el seguimiento y tratando de garantizar el cumplimiento del programa dentro de las condiciones previstas.

En lo que se refiere específicamente a la planificación de la producción se puede establecer que comprende fundamentalmente las siguientes actividades:

- Conformación de los objetos y medios de conformación.
- Elección de la tecnología.
- Fijación de métodos.
- Definición de condiciones de trabajo.
- Disposición de personal.
- Disposición de medios de elaboración.

Y tiene como principales productos los siguientes:

- Planes de trabajo.

- Planos de taller.
- Listas de piezas.
- Diagramas de proceso.
- Rutas tecnológicas.
- Planes de recursos.
- Planes de plazos.

Respecto de la conducción operativa de la producción se puede establecer que consiste básicamente en las siguientes actividades:

- Desenvolvimiento de una orden de fabricación.
- Comprobación de la capacidad.
- Verificación del plazo.
- Control del recorrido.
- Detección de discrepancias entre previsto vs. real.
- Análisis de las causas de las discrepancias.
- Medidas para asegurar el cumplimiento, que tiene como productos principales los siguientes:
 - Programa de producción.
 - Cronograma de entregas.
 - Órdenes de trabajo u hojas de ruta.
 - Programación de materiales.
 - Programación de medios de elaboración.

De la observación y análisis, tanto de las actividades como de los productos o resultados obtenidos de la planificación y de la conducción operativa de la producción, se puede inferir la necesidad del conocimiento previo de conceptos y temas tales como:

- Organización industrial.
- Gestión del cambio.
- Teoría de sistemas.
- Sistema de información empresarial.
- Estudio del trabajo.
- Ergonomía.
- Impacto ambiental.
- Contabilidad de costos.
- Programación lineal.
- Teoría de decisiones.
- Secuenciación.
- Priorización.
- Balance de línea.
- Carga de máquina.
- Despiece de productos.

- Tecnología de grupos - GT.
- Taller en flujo (flow-shop).
- Manipuleo de materiales.
- Resguardo de calidad.
- Gestión de la tecnología.
- Control Numérico - CN.
- Control Numérico Computarizado - CNC.
- Diseño Ayudado por Computadora - CAD.
- Ingeniería Ayudada por Computadora - CAE.
- Planificación de la Producción Ayudada por Computadora - CAPP.
- Manufactura Ayudada por Computadora - CAM.
- Calidad Ayudada por Computadora - CAQ.
- Sistemas de Manufactura Flexible - FMS.
- Manufactura Integrada por Computadora - CIM.
- Robótica.
- Planificación estratégica.
- Marketing.

Todo lo cual proporcionará elementos de juicio apropiados como para adecuar, elaborar, desarrollar y utilizar modernos términos, herramientas, técnicas, disciplinas y filosofías relativos a la planificación y conducción operativa de la producción, en forma específica, y acerca de la gestión de la producción, en términos generales. Entre dichos conceptos se pueden citar los siguientes, incluyendo algunos en su denominación original en idioma extranjero:

- Activity Based Costing - ABC.
- Activity Based Management - ABM.
- Materials Requirement Planning - MRP I.
- Manufacturing Requirement Planning - MRP II.
- Management Resources Planning - MRP III.
- Total Productivity and Quality Management - TPQM.
- Company Wide Quality Management - CWQM.
- Ingeniería Concurrente - CE.
- Justo A Tiempo - JIT.
- Celdas de producción.
- Comakership.
- Teoría de las Restricciones - TOC.
- Time to Market - TtoM.
- Downsizing, upsizing and resizing.
- Benchmarking.
- Reingeniería - ReEng.

- Mantenimiento Productivo Total - TPM.
- Gainsharing.
- Quick Response - QR.
- Agile manufacturing.
- Competitividad.

Es el conocimiento teórico y práctico de todos estos conceptos modernos lo que posibilitará obtener un adecuado desarrollo de la planificación y control de la producción; es este conjunto sistemático el que conformará una asignatura que otorgue la capacidad y el criterio necesario para planificar, programar, controlar y dirigir cualquier sistema productivo que tenga como fin la obtención de algún producto, tanto bienes como servicios.

Es importante que se elabore los syllabus de cara a la realidad nacional, que tengamos siempre presente que

“los ingenieros industriales desempeñarán un papel crucial en preparar las organizaciones para el siglo XXI a través de sus roles como iniciadores del cambio y facilitadores. Se necesitan mejoras en la educación de la ingeniería industrial si se desea que esos roles sean exitosamente desempeñados”⁶.

6 Badiru B., Adedeji y Baxi, Herschel. “Industrial Engineering Education for the 21st Century”. En: *Industrial Engineering*. Julio, 1994, pp. 66-68.