

# ASPECTOS PECULIARES DE LA ENSEÑANZA DE CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES EN AMERICA LATINA\*

ALBERTO CAMACHO SANCHEZ\*\*

## INTRODUCCION

El desarrollo industrial de América Latina, aunque con diferencias de grado entre los diferentes países o grupos de países, presenta características comunes, que son peculiares a dicha región. Una de dichas características es el rápido desarrollo inicial de las industrias manufactureras y el comparativamente lento desarrollo de la industria siderúrgica y en general de las industrias elaboradoras de los materiales que aquélla utiliza.

El desarrollo de la industria manufacturera, debido entre otras causas al gran incremento de la población urbana en detrimento de la rural, está basado en la producción de artículos diseñados en los países de tecnología avanzada, bajo las especificaciones de fabricación y de materiales usuales en dichos países. Esta circunstancia crea condiciones contradictorias que han frenado dicho desarrollo en los últimos tiempos.

El desarrollo industrial depende en forma importante, de la adquisición, adaptación y desarrollo de la tecnología,<sup>1</sup> pero depende también de las características del mercado. Aunque se está tratando de desarrollar un mercado común regional, la realidad es que los mercados en América Latina son nacionales y en la mayor parte de los países, muy raquíticos. La tecnología en constante desarrollo produce cada vez mejores materiales, máquinas más eficientes, rápidas y automatizadas y técnicas de producción más refinadas. Desafortunadamente, esto que constituye la base del progreso de los países más avanzados, es casi inoperante en los países poco desarrollados. En efecto, las técnicas y los equipos desarrollados y producidos conforme a los últimos adelantos tecnológicos, son inadecuados para los pequeños volúmenes de producción. Es un hecho que en muchos países del área, sólo se aprovecha menos del 50 % de la capacidad de los equipos industriales instalados. Por otra parte, estos mismos raquíticos mercados nacionales son muy exigentes en cuanto a la calidad de los productos, pues requieren que sea la misma que la de los elaborados en los países avanzados, cosa a veces imposible de obtener si no se dispone de equipo de fabricación y de pruebas muy sofisticados y a veces incosteables. Además, es bastante frecuente que no se disponga localmente de los materiales especificados según las normas de los países donde se originó el diseño.

De manera que se puede decir que, desde el punto de vista de la tecnología, la industrialización de los países cuya economía está basada fundamentalmente en la producción y exportación de productos agropecuarios y materias primas minerales, no es simplemente un problema de transferencia de dicha tecnología desde los países avanzados, sino que fundamentalmente es un problema de creación de diseños propios de dispositivos, máquinas, equipos, procesos y herramientas, para satisfacer las necesidades locales o regionales, teniendo en cuenta las posibilidades de utilización óptima del equipo de producción y la utilización de materiales producidos o elaborados también local o regionalmente. Esto traerá como consecuencia el desarrollo de técnicas de producción también sui géneris.

De acuerdo con su tradición de promotores del programa científico en sus respectivos países, las universidades de América Latina deben ser las iniciadoras e impulsoras de este movimiento de creación de tecnología mediante la introducción en sus programas de enseñanza de las ideas de creatividad y optimización en el diseño y en la utilización del equipo y los materiales.

---

\*Trabajo presentado en la III Conferencia Interamericana de Tecnología de Materiales, organizada por el Southwest Research Institute, y realizada en Río de Janeiro, Brasil, del 14 al 17 de agosto de 1972.

\*\*Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>1</sup>Denver, University, Denver Research Institute, "Technology Transfer -A Selected Bibliography", preparado por M. Terry Sovel, Denver, Colorado, 1968.

## PROGRAMA INTEGRADO

Se propone que se introduzca en los currícula de carreras tales como Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, un Programa Integrado de Diseño de Sistemas Mecánicos y de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Dicho programa tendría como antecedentes, dos cursos de Química a nivel de preparatoria y tres cursos de Física en los tres primeros semestres de la licenciatura. En seguida se tendrían dos cursos de Mecánica Aplicada referentes a Cinemática de Mecanismos y Dinámica de Máquinas y paralelamente un curso de Mecánica del Medio Continuo y otro de Mecánica de Materiales, así como un curso de Mecánica de Fluidos y otros de Termodinámica.

En seguida, y dentro del Programa Integrado, se tendrían dos cursos de Ciencia de Materiales, tratando el primero de ellos sobre estructura atómica, atracciones interatómicas, arreglos atómicos, estructuras moleculares, estructuras cristalinas y amorfas, imperfecciones de cristales, difracción por rayos X, movimientos atómicos, polímeros y cerámicas. El segundo curso trataría sobre el comportamiento mecánico de materiales, dislocaciones, efectos de temperatura y microestructura, fractura, creop, y fatiga, fases metálicas y sus propiedades, consideraciones de equilibrio en sistemas de una componente, regla de fases y diagramas de equilibrio para sistemas binarios, transformaciones de estructuras en aleaciones, en particular de aceros y de aleaciones no ferrosas.

Siguen dos cursos de Procesos de Manufactura, el primero con temas tales como: fundición, fusión, hornos, moldes, modelos, laminación y estirado en frío y en caliente, forja en frío y en caliente, unión de metales, soldadura, tratamientos térmicos, recubrimientos, inyección y extrusión de metales y plásticos.

En el segundo curso se trataría la teoría del corte de metales con arranque de viruta en sus diferentes operaciones, rectificado y acabado, métodos no convencionales de maquinado, formado de metales con prensas, y metalurgia de polvos.

Un curso de Diseño de Elementos de Máquinas, en la forma tradicional de cálculo de engranes, flechas, resortes, chumaceras, transmisiones flexibles, embragues y frenos de fricción, acoplamientos y volantes, teniendo en consideración la selección adecuada de materiales y la aplicación de normas.

El énfasis sobre la creatividad en el diseño y la optimización en el uso de los equipos y los materiales, se concretaría en los cuatro cursos que en seguida se mencionan: dos cursos de Diseños de Sistemas Mecánicos, el primero de los cuales con los temas de: introducción al diseño creativo, síntesis de dispositivos, síntesis de mecanismos, síntesis de sistemas de barras, selección de la configuración, diseño de formas e introducción al diseño de sistemas. En el segundo curso se tendría: introducción al uso de computadoras en el diseño, lenguajes, elaboración de programas, diseño automatizado, sistemas integrados de programas, simulación analógica y su aplicación al diseño de sistemas dinámicos, optimización del diseño. Estos cursos se complementarían con la ejecución, por los alumnos, de proyectos de diseño para resolver mediante diferentes alternativas, problemas de tipo mecánico.

Además, un curso sobre Utilización Óptima de Materiales, en el cual se estudiarían los materiales metálicos y no metálicos de producción local y regional susceptibles de ser empleados, con un relativamente bajo grado de elaboración, en las fabricaciones mecánicas. Asimismo el desarrollo de programas de tipificación de materiales locales, para clasificarlos y establecer un catálogo de aplicaciones, las cuales podrían sustituir a los originalmente especificados para los diversos productos.

Por último, un curso sobre Diseño de Procesos, en el cual se estudiarían procesos de manufactura con un grado de automatización o mecanización compatible con el volumen de producción, los materiales sustitutos y la especialización de la mano de obra. Se incluiría el diseño de los equipos y el herramental necesarios.

Los nueve cursos mencionados, que constituirían el Programa Integrado, considerando la práctica en laboratorios y en la computadora, equivaldrían aproximadamente al 20% del curriculum de una licenciatura en Ingeniería Mecánica. El programa podría ampliarse con materias electivas para aquellos estudiantes que desearan profundizar más en algún tema particular. Además debería haber una secuencia con estudios de postgrado. Se prevén Maestrías en las especialidades de Diseño Mecánico y Ciencia e Ingeniería de Mate-

riales.

Paralelamente al programa, se desarrollarían proyectos de investigación sobre temas tales como: tipificación de aceros de acuerdo con la relación entre su composición y sus propiedades mecánicas,<sup>2</sup> maquinabilidad de aceros, métodos no convencionales para el formado y corte de metales, en particular el uso de métodos de alta energía para el formado en frío y en caliente. Asimismo el diseño de maquinaria agrícola y equipo para la construcción, y diseño de procesos de interés local, por ejemplo para industrias rurales.

---

<sup>2</sup>García Sardinero, E. J., “Tipificación Racional de Aceros de Baja Aleación”, presentado en la Primera Conferencia Interamericana en Tecnología de Materiales, 1968.