

Surgimiento y evolución de la ingeniería industrial¹

Sandra Milena Zambrano Vargas²,
Fredy Enrique Alvarado Benavides³

Fecha de Recepción: 5 de abril de 2011
Fecha de Aceptación: 4 de julio de 2011

Para citar este artículo: Zambrano, S. y Alvarado, F. (2011). "Surgimiento y evolución de la ingeniería industrial". *Revista In Vestigium Ire*. Vol 4, pp. 19-28

RESUMEN

El presente artículo muestra la evolución teórica de la ingeniería industrial desde sus comienzos cuando Frederick Taylor en su escrito "principios de la administración científica" deja sentadas las bases para lo que constituiría la disciplina en épocas posteriores y por lo cual es considerado el padre de la ingeniería industrial. Además se analiza el valioso aporte de muchos de sus contemporáneos como los esposos Gilbreth, Charles Babbage, Henry Fayol y otros clásicos que desde el estudio de métodos y tiempos dejaron sentadas las bases de la carrera, la cual en un principio carecía de una teoría concreta que guiara su accionar hasta la aparición de la investigación de operaciones y la seguridad industrial. Finalmente se debe recalcar que hoy en día, tal como en el pasado cuenta con un valioso lugar en las organizaciones manufactureras y de servicios y ha sido eje fundamental en la evolución de las industrias a nivel mundial.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería Industrial, evolución teórica, investigación de operaciones, producción, métodos y tiempos.

ABSTRACT

This article shows the theoretical evolution of industrial engineering from the beginning when Frederick Taylor in his text "principles of scientific management" establishes the foundations on what would constitute the discipline in later periods and for what he is considered the father of the industrial engineering. It also discusses the valuable contribution of many of his contemporaries such as the husband and wife Gilbreth, Charles Babbage and Henry Fayol among other scholars from the study of methods and epochs that laid the foundations of the profession which initially lacked a particular theory to guide its actions until the emergence of operations research and industrial safety. Finally, it must be emphasized that today, as in the past, industrial engineering has a valuable place in the manufacturing and service organizations and it has been the cornerstone in the evolution of industries worldwide.

KEY WORDS

Industrial engineer, Theory evolution, operations research, production, methods and times.

RESUME

Cet article montre l'évolution théorique de l'ingénierie industrielle depuis se début chez Frederick Taylor dans ses «principes de gestion scientifique» quand ont été jeté les bases de ce qui allait être la discipline et qui est considéré comme le père de l'génie industriel. On aborde également la précieuse contribution de beaucoup de ses contemporains comme les époux Gilbreth, Charles Babbage, Henry Fayol et d'autres classiques de l'étude des méthodes et des temps ont jeté les bases de la course, qui n'avait pas initialement une théorie particulière pour guider leurs actions jusqu'à l'émergence des opérations de recherche et de sécurité industrielle. Enfin, il faut souligner que, aujourd'hui comme dans le passé a une place précieuse dans la fabrication et les organismes de services et a été la pierre angulaire de l'évolution des industries dans le monde entier.

MOTS-CLÉS

Génie industriel, la théorie de l'évolution, la recherche opérationnelle, la production, les méthodes et les temps

1 Artículo de reflexión fruto de la investigación de los autores en el grupo de investigación en Ciencias Administrativas y Contables de la Universidad Santo Tomás Tunja.

2 Ingeniera industrial de la UPTC, Especialista en gerencia del talento Humano de la UPTC, Magíster en Administración de la Universidad Nacional de Colombia, Directora de Investigación de la división de Ciencias Administrativas y Contables de la Universidad Santo Tomás Tunja. szambrano@ustatunja.edu.co

3 Ingeniero industrial de la UPTC, especialista en ingeniería de producción de la Universidad Distrital, especialista en Gestión para el Desarrollo de la Universidad Santo Tomás, Magíster en Administración de la Universidad Nacional de Colombia, profesor asociado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. freddalbe@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial goza de un importante prestigio por el papel que históricamente ha desempeñado y el que en la actualidad ocupa, tanto en el desarrollo de las empresas como en el de las naciones; su enseñanza se extiende a nivel de pregrado, maestrías y doctorados, y su campo de aplicación se vuelve casi infinito pues tiene cabida en diferentes tipos de empresas ya sean públicas o privadas, comerciales, manufactureras o de servicios y puede ser desempeñada en diferentes áreas como la planeación y control de la producción, costos e ingeniería económica, diseño y mejoramiento de productos y procesos, administración del recurso humano, administración de la calidad, métodos cuantitativos aplicados a la ingeniería, medición del trabajo e ingeniería de métodos, creación de empresas, y formulación, evaluación y gerencia de proyectos, entre otras (Mosquera, 2002).

Antecedentes a nivel mundial

La ingeniería Industrial surgió para cubrir múltiples necesidades de la industria ya que antes de esta época sólo se preocupaban por las interacciones humanas en el diseño de fábricas, instalaciones de construcción, métodos de costos y control de calidad, control de la producción y en general todo lo relacionado con el procesamiento de información para la producción de nuevos bienes y servicio (Saunders, 1991); pero fue a partir de esta década que se presenció el surgimiento de la investigación de operaciones como una consecuencia de las diferentes necesidades en cuanto a las implicaciones militares de la segunda guerra mundial con el fin de resolver problemas de operación que pudiesen permitir la continuidad del conflicto.

Sin embargo, antes de ahondar en el tema de la investigación de operaciones es de suma importancia para el presente documento nombrar de forma breve los trabajos de muchos otros estudiosos del tema, que sin estar necesariamente relacionados con la disciplina sí fueron promotores con sus teorías de su posterior evolución, es el caso de Adam Smith⁴ quien expresa conceptos sobre la división del trabajo que aunque no eran originales, se convirtieron no obstante en un factor importante

del desarrollo de la inminente revolución industrial (Saunders, 1991), también hubo otros economistas que pudieron haber influenciado los desarrollos posteriores de la profesión como fueron los de Malthus con su “Essay on population” publicado en 1778, los de Ricardo y sus “Principles of political economy and taxation” escrito en 1817 y los de John Stuart Mill con sus “Principles of political economy” escritos en 1848.

De igual forma (Saunders, 1991) habla de otro importante exponente más cercano a la ingeniería industrial, se trata del profesor de matemáticas de la Universidad de Cambridge Charles W. Babbage (1792-1871) quien en su obra “On the economy of machinery and manufactures”(1832) plasma sus observaciones realizadas en plantas de manufactura analizando aspectos como el tiempo que tardaba un operario en realizar una determinada actividad, los efectos que producía la subdivisión más detallada de las tareas en el tiempo de aprendizaje y los efectos del aprendizaje en la producción de desperdicios. Además no solo observa en si las ventajas de la realización de tareas repetitivas sino que va más allá en sus apreciaciones acerca de diferentes formas de pagos de salarios llegando a considerar planes de participación de utilidades; a él también se le deben estudios acerca de las implicaciones y los conflictos surgidos entre los trabajadores y la administración por la introducción de nuevas máquinas; y es por las razones anteriores que Babbage mostró considerable interés por el concepto de la división del trabajo y al respecto cita:

Quizá el principio más importante sobre el que descansa la economía de la producción es la división del trabajo entre las personas que realizan la labor. La primera aplicación de este principio debió haber ocurrido en una etapa muy primitiva de la sociedad; porque muy pronto debió ser evidente que podían adquirirse más comodidades con que un hombre restringiera su ocupación al arte de hacer arcos, otro al construir casas y un tercero embarcaciones, etc. Esta división del trabajo en sí no era, sin embargo, el resultado de una opinión de que aumentaría la riqueza general de la comunidad mediante esa disposición; sino que debió surgir de la circunstancia de que cada individuo así empleado descubrió que podía obtener un mayor beneficio de su trabajo, que realizando diversas ocupaciones⁵.

4 En su obra “The Wealth of Nations” (1776) escrito desde su perspectiva económica pero que probablemente ayudaron a influir en el pensamiento de Taylor.

5 Babbage hace una apreciación amplia sobre el tema en su obra “On the Economy of machinery and Manufactures” mostrando de forma explícita aspectos relacionados con el tiempo necesario para aprender, la no pérdida de tiempo por no cambio de actividad, la habilidad adquirida por la frecuente repetición de los mismos procesos y la división del trabajo como factor clave para propiciar la invención de herramientas y maquinaria para realizar los procesos.

Ahora bien, en Estados Unidos, también siguieron apareciendo algunos personajes que alimentaron la disciplina de la ingeniería industrial durante la segunda mitad del siglo XIX como Henry Robinson Towne (1844-1924) quien estaba asociado con la Yale and Towne Manufacturing Company y con la ASME⁶, en algunos de sus estudios enfatiza en la responsabilidad económica de los ingenieros y expresó que hacía falta un conjunto de profesionales que se preocupara por los problemas de la fabricación y la administración; además se inclinó por el diseño de planes de salarios y de remuneración socializándolos todos a través de la ASME; Towne en sus diversas intervenciones ante la sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos dejaba ver su interés por indagar más en la búsqueda de profesionales con ciertas características y conocimientos capaces de ser buenos administradores y buenos ingenieros (Merril, 1994), al respecto Towne decía:

“Hay muchos buenos ingenieros mecánicos y también hay muchos buenos “hombres de negocios”; pero rara vez se combinan ambos en una sola persona. Pero ésta combinación de cualidades, junto con alguna habilidad como contador, en una persona o en más, es esencial para la administración próspera de establecimientos industriales, y alcanza su eficacia más elevada si se reúne en una sola persona, calificada así para supervisar, personalmente o a través de ayudantes, el funcionamiento de todos los departamentos de un negocio, y para subordinar cada uno de ellos al desarrollo armonioso del todo”.

Towne con sus apreciaciones y sugerencias logró que se creara la división administrativa de la ASME cuya función fundamental es proporcionar información sobre el arte y la ciencia de la administración, incluyendo muchos de los temas de los que en la actualidad se ocupa la ingeniería industrial (Saunders, 1991).

Los anteriores autores nombrados se consideran importantes precursores de la ingeniería industrial, sin embargo es a partir de Frederick W. Taylor⁸ quien con su administración científica trazó las bases

teóricas iniciales en las que se fundamentaría más tarde la ingeniería industrial. Taylor era un hombre persistente que tenía un alto sentido común, durante su vida se encontró muchas dificultades pero tomó la decisión de aprender a trabajar cuidadosamente y cada vez mejor, lo más importante era su fuerza de voluntad y su deseo de mejora, era un hombre justo y completamente orientado hacia el trabajo y los buenos resultados (Taylor, 2003). Frederick Taylor fue el autor de un trabajo presentado a la ASME llamado shop management, en donde mostró ideas que observó en sus labores en el taller; en ellas describía lo que llamó la holgazanería innata y la holgazanería sistemática que se convirtieron para él en un reto personal con el fin de eliminarlas. Su segundo trabajo fue llamado The principles of scientific management (1911) que le permitió ser reconocido como el padre de la administración científica (Parra, 1998).

Taylor en su estudio muestra la importancia de pasar de una administración empírica a una administración científica que tuviera por objetivo fundamental conseguir la “iniciativa de los trabajadores”, ya que con la antigua administración esto era imposible; en el sistema que él propone se espera que los directivos asuman nuevas responsabilidades y que ante todo mantengan el control sobre los trabajadores a partir de experimentos en donde se pueda medir, clasificar, tabular y reducir a nuevas reglas los diferentes procesos que los trabajadores realizan en sus labores cotidianas (Niebel, 1996); con ello sería posible crear una ciencia en donde la dirección debe asumir nuevas obligaciones establecidas bajo cuatro categorías: la primera se basa en crear una ciencia para cada elemento de trabajo del obrero, sustituyéndose así el sistema empírico, en la segunda son las directivas quienes escogen al trabajador de acuerdo con sus condiciones físicas y aptitudes y luego los adiestran y forman en determinada labor, en la tercera la dirección debe colaborar cordialmente con los trabajadores para asegurarse de que los trabajos se realizarán de acuerdo con las reglas establecidas, y por último hay una división casi por igual del trabajo y de la responsabilidad entre la dirección y sus trabajadores (Taylor, 2003).

6 ASME. Sociedad Norteamericana de Ingenieros Mecánicos. En esta sociedad Towne logró gran reconocimiento por sus recomendaciones para que los gerentes de diferentes compañías compartieran sus experiencias presentando datos para que se pudiera crear una ciencia administrativa. Tuvieron que pasar varios años antes de que su propuesta fuera adoptada formalmente.

7 Aparte tomado de “Transactions of the American Society of Mechanical Engineers” que fue una disertación presentada por Towne en la reunión de mayo de 1886 de la ASME en Chicago.

8 Ingeniero nacido en Filadelfia Estados Unidos (1856-1915), es reconocido por su obra “Principios de la Administración científica” (1911) en donde plasmó lo que observó en el taller al estudiar el problema de la producción en sus mínimos detalles, esto lo condujo a ser considerado el padre de la ingeniería industrial.

Aunque muchos autores y diversas corrientes teóricas han tratado de desvirtuar la vigencia del taylorismo en la actualidad solo nos basta con observar muchas de las empresas de nuestro medio para fijarnos que su aplicación sigue manteniendo la relevancia que adquirió en el siglo XX.

Después de haber hecho una breve reflexión sobre Taylor, resulta interesante nombrar sus sucesores o en otras palabras, simplemente aquellos que usaron sus descubrimientos para seguir dando las bases científicas de la ingeniería industrial, uno de los cuales fue Henry Laurence Gantt (1861-1919) quien durante muchos años fue su entrañable colaborador específicamente entre 1887 y 1902 y que posteriormente sería un consultor independiente, eso sí bajo los lineamientos de su maestro (Merril, 1994). Gantt dio su toque especial a la administración científica, mientras Taylor se enfatizaba en la organización del trabajo para resolver los problemas, Gantt se orientaba más a la actividad humana resaltando que era la disposición de la persona hacia la labor la que aumentaba los resultados, por tanto empezó a surgir el concepto de la motivación en el trabajo, en algunos casos basados en la compensación⁹.

Otro importante ingeniero seguidor de las teorías de Taylor fue sin duda alguna Frank Bunker Gilbreth quien difería sin embargo con Taylor en algunos de sus razonamientos, por ejemplo, Taylor estudió la planeación y la organización del trabajo y el tiempo en que era ejecutado mientras que Gilbreth se dedicó al estudio de los movimientos y al estudio científico del trabajo y los trabajadores (Saunders, 1991), además mantuvo constante su interés por mejorar las diversas técnicas de administración. Pero el trabajo de Gilbreth no se debe solo a su ingenio, pues todos los resultados que obtuvo tuvieron la valiosa colaboración de su esposa Lillian Moller Gilbreth doctora en psicología y quien fue capaz de incluir los estudios de los problemas humanos dentro de la organización a los estudios de su esposo; los resultados obtenidos por la pareja produjeron cambios significativos en muchas personas y estimularon muchos de los análisis de las actividades en el estudio de movimientos que

continúan en la actualidad, uno de sus principales aportes es analizar los movimientos de manera individual siendo más eficaces que si se analizan en conjunto, a estos movimientos les dio el nombre de therbligs que fueron un conjunto de 17 movimientos que permitían descomponer y caracterizar cualquier tarea. Una característica fundamental en sus razonamientos la constituía el reconocimiento del empleado como individuo y cuya productividad dependía de la actitud, oportunidad y ambiente físico, así como del empleo de métodos correctos y del equipo ideal (Merril, 1994).

Otro de los grandes aportantes a la ingeniería industrial fue Henry Ford¹⁰ (1863-1947) quien además se cuenta entre uno de los más valiosos seguidores de Taylor pues según algunos historiadores fue considerado uno de los personajes más influyentes del siglo XX ya que es considerado el padre de la producción en cadena (Sorin y Toma, 2005). El 4 de julio de 1896 construyó su primer coche, su primera empresa fue la Ford Motor company fundada en 1903 (Parra, 2008), en octubre de 1908 salió a la venta el modelo T que fue uno de los más importantes de esa época.

Debido a la gran cantidad de pedidos, Ford y sus ingenieros diseñaron y pusieron en práctica la cadena de montaje móvil en agosto de 1913, las piezas componentes se unían en secuencia: es decir, se ensamblaban al armazón mientras que éste se desplazaba por una línea en la que había equilibrio, sincronización y flujo ininterrumpido. Con un chasis en movimiento se pasó de construir un modelo T en 12.5 horas a un tiempo menor a la mitad, después de un año sólo se tardaría en fabricar un auto en 93 minutos reduciéndose así los costos de producción y aumentando el nivel de empleo con un salario promedio del doble comparado con otras empresas del medio. El concepto de Ford sobre equilibrio, sincronización y flujo se puede aplicar a toda una línea de ensamble, a una celda de maquinaria o incluso a un flujo administrativo en una oficina. La línea de ensamble de Ford se aproxima mucho a la producción JAT perfeccionada por la empresa Toyota (Hay, 1997).

9 En una intervención realizada en la ASME, Gantt describió un sistema de tareas y bonos de pagos de salario que ejemplificaba su punto de vista en cuanto a los métodos de compensación. Su plan de incentivo salarial fue denominado "task and bonus system of wage payment" que presenta la ventaja de un salario mínimo que aumentaba de acuerdo con el rendimiento del trabajador, a su vez es conocido como el salario Gantt.

10 Cierta folleto sobre la Ford Motor Company publicado en 1924 describe el proceso de producción. Explica cómo el barco que traía mineral de hierro atracaba el lunes por la mañana en la planta de River Rouge en Detroit, como el mineral de hierro se fundía para sacar hierro, como se volvía a fundir con chatarra para producir acero, y luego se vertía en moldes para formar los bloques de los motores. Estos se enfriaban, se trabajaban a máquina, se ensamblaban al motor, se probaban, se transportaban al taller, se ensamblaban en un automóvil y se despachaban.

Henry Fayol también se cuenta dentro de los teóricos de la ciencia de la administración fue un ingeniero de minas francés quien se interesó por la necesidad de organizar a las personas en las grandes empresas de una manera racional. Fayol desde muy joven comprendió la necesidad de entender la administración en sus aspectos de previsión, organización, mando, coordinación y fiscalización. Fayol fue creador de su propia doctrina a la que llamó fayolismo (Fayol, 2003) y de la cual explicaba:

Se puede decir que hasta el momento el empirismo ha reinado en la administración de los negocios. Cada jefe gobierna a su manera sin inquietarse por saber si hay leyes que rijan la materia. La ausencia de doctrina deja libre curso a todas las fantasías. Hay que introducir el método experimental como Claudio Bernard lo introdujo en la medicina. Es decir: observar, recoger, clasificar e interpretar los hechos. Instituir experiencias. Sacar reglas.

Fayol se preocupó por brindar lineamientos acerca de la administración en la cual define que todas las empresas ejercen diversas operaciones que pueden repartirse en seis diferentes grupos como son: la función técnica, la función comercial, la función financiera, la función de seguridad, la función de contabilidad y la función administrativa. En estos aspectos resaltó la importancia del hombre dentro de la organización así mismo como sus capacidades y la importancia de las relaciones entre jefes y trabajadores. El estudio del fayolismo dentro de la disciplina de la ingeniería industrial sienta las bases de lo que se conoce hoy como la gestión humana y que también se ha convertido en un importante campo de aplicación para los profesionales de esta rama de las ingenierías (Fayol, 2003).

Hasta el momento se han analizado diversos aspectos relacionados con los ejes fundamentales que le dieron paso a la ingeniería industrial como disciplina, como son el estudio de tiempos y movimientos, la división del trabajo y el estudio de diversas áreas relacionadas con el lugar de trabajo para hacer la labor del hombre más productiva, sin embargo hay un área que ha sido y seguirá siendo factor clave en las líneas de acción de los profesionales de ésta rama de la ingeniería, se trata de la aplicación de la estadística en la solución de los problemas de la industria, en este caso específico orientada hacia el control de la calidad que sin duda alguna hoy en día representa para

el ingeniero industrial un campo de acción con amplio futuro debido a la creciente necesidad de las organizaciones de cumplir con las expectativas de sus clientes (Pyzdek y Berger, 1996).

Para 1910 la calidad se volvió responsabilidad del capataz que se transformó en el actual supervisor, en este punto se le quitó la responsabilidad de la calidad a quien realizaba el trabajo y se le delegó a dicho capataz quien solo tenía la capacidad de corregir los defectos más no de prevenirlos. Para 1930 surge el inspector de control de calidad debido al creciente aumento de la producción, en vista de ello, al capataz se le complica el trabajo, pues además de verificar el producto debía ocuparse de herramientas, materias primas, planos, diseños, equipos, etc.; es así como surgió el inspector de calidad cuya premisa era realizar la inspección al 100% estructurando así los departamentos de control de calidad, desafortunadamente para ese entonces se sigue alejando la calidad del trabajador que es quien elabora el producto (Pyzdek y Berger, 1996). En 1931 el doctor Walter Shewhart reunió numerosos trabajos como memos internos y artículos aparecidos en publicaciones en los cuales explicaba su método para el control de calidad tomando muestras en varios puntos del proceso de producción¹¹.

En 1940 aparece el control estadístico de la calidad, como eran los inicios de la segunda guerra mundial había gran necesidad de productos manufacturados por tener las fábricas unos niveles de producción altos la inspección no podía realizarse al 100%; por lo tanto se implementa el uso de tablas de muestreo, permitiendo que se inspeccionara solo una muestra en lugar del lote completo; este se presenta como el primer gran aporte de la estadística al control de calidad cuyos inicios fueron en la industria militar. En la década de 1950 después de la segunda guerra mundial se conocieron precisamente esos importantes avances en la materia sobre todo en lo que concierne a la publicación de los adelantos logrados en dicha industria y que eran aplicables a otras organizaciones, en especial las de manufactura. Para 1960 se desarrolla el control total de la calidad ya que es en esa década cuando tiene su verdadero desarrollo en el Japón gracias en parte a las visitas de los doctores Edwards Deming y Joseph Juran quienes ayudan a implantar procesos de “control total en todo lo largo y ancho de la compañía” (Navas, 2005).

¹¹ Shewhart pertenecía a los Bell Telephone laboratories y de sus experiencias en control de calidad durante la década de los veinte publicó “Economic Control of the Quality of Manufactures Product” basándose en la teoría del muestreo.

Por un lado Edward Deming tenía como misión buscar siempre el mejoramiento, él era experto en estadística y como tal llegó a la conclusión de que se necesitaba una filosofía básica en administración compatible con la estadística y para ello y con su experiencia en el Japón y con los problemas que observó en el occidente creó su propio modelo bautizado como los 14 pasos, además propuso un plan compuesto por dos grandes áreas, la cultural y la técnica con el objeto de generar las condiciones propicias para el mejoramiento y mantenimiento de la calidad. Deming tuvo gran reconocimiento por los japoneses quienes instauraron el premio Deming y en 1980 la sociedad americana de control de calidad estableció la medalla Deming a ser otorgada por logros obtenidos en técnicas estadísticas para la mejora de la calidad (James, 1997). Por otro lado Joseph Juran define a la calidad como “adecuación al uso”, sus aportaciones se plasman en la trilogía de Juran, en donde especifica que la calidad se hace por medio de 3 procesos como son, la planificación de la calidad, el control de la calidad y la mejora de la calidad; además Juran decía que la calidad no se daba sola sino que debía involucrarse a los proveedores y para lograrla debían tenerse en cuenta el costo y el nivel del servicio¹² (Pulido, 2006).

Para el estudio del control de calidad se han ido incluyendo diversas herramientas que en un principio fueron diseñadas para otros fines pero que después encontraron cabida en este campo como por ejemplo un sinnúmero de aplicaciones estadísticas entre ellas el diagrama de Pareto¹³, creado por el economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien estudió la distribución de la riqueza y propuso una teoría sobre la distribución del ingreso que se ajustara a los datos (Pyzdek y Berger, 1996). Observó que la riqueza estaba concentrada en unas pocas manos y de acuerdo con esos niveles se generalizó esa regla también llamada 80-20 que encontró un verdadero campo de acción en la solución de problemas de producción y de control de calidad.

En la actualidad el control de calidad sigue siendo y será a futuro uno de los aspectos más relevantes

en la industria por los crecientes requerimientos de los clientes que cada vez necesitan productos que les garanticen el cumplimiento de los requisitos de calidad y ha evolucionado hacia los procesos como el TQM (Total Quality Management) y cuya filosofía se orienta hacia el uso de diferentes herramientas enfocadas en el mejoramiento continuo (Ishikawa, 1996), además se genera una orientación hacia la gestión de calidad llegando a la necesidad de creación de normas internacionales como las ISO 9000, las de gestión medio ambiental que son las ISO 14000 y las OSHAS o ISO 18000 todas entre sí y que día por día se convierten en un nuevo campo de acción para los ingenieros industriales así como para otros profesionales (Page y Curry, 2000).

En el año 1948, poco después de culminar la II guerra mundial fueron creados el American Institute of Industrial Engineers¹⁴ (AIIE) y la American Society of Quality Control, que en conjunto ayudaron a propiciar el avance de la profesión brindando otras posibilidades que hasta entonces la ASME no había logrado satisfacer. Estas sociedades por ejemplo, publicaron información que había sido confidencial y buscaron ahondar no solo en las ciencias naturales sino en las ciencias sociales con el fin de aumentar las bases científicas o si se necesitaban nuevos métodos debieron investigar hasta crearlos; es así como descubrieron que los modelos aplicables a la resolución de problemas militares que recientemente habían sido usados durante el transcurso de la segunda guerra mundial también servían para resolver los problemas de producción y distribución en las empresas manufactureras; fue así como aquellos científicos que habían sido pioneros en la búsqueda de nuevos modelos matemáticos para la solución de problemas de operación relacionados con el conflicto militar encontraron el espacio que les ofrecía la industria para seguir avanzando al respecto, un excelente ejemplo que podemos citar es la creación del modelo Simplex¹⁵ para la solución de problemas lineales desarrollado por George Dantzing (Lieberman y Hillier, 1992).

Sin embargo es bueno resaltar que a pesar de que las bases de la investigación de operaciones se dieron

12 La mayoría de los avances en calidad que se han logrado le deben su razón de ser a la aplicación de la estadística, ya que sus diversas herramientas se basan fundamentalmente en el uso de medidas de tendencia central, de dispersión, en estadística inferencial, etc.

13 El diagrama de Pareto identifica los pocos problemas vitales que ofrecen la oportunidad más grande de mejorar, si se le da la importancia relacionada con sus cantidades, costos e importancia dentro de la organización. El análisis puede aplicarse a muchos aspectos dentro de la organización como servicios, máquinas, turnos, defectos en los productos, entre otros.

14 Creada en Columbus, Ohio. Los requisitos para ingresar eran tener el título profesional en el área o la experiencia equivalente que garantizaran que la persona tenía los conocimientos del tema (Saunders, 1991).

15 El método simplex es muy utilizado en los procesos de investigación de operaciones, tiene gran aceptación en los programas de ingeniería industrial, al punto de dedicarle varias asignaturas a su análisis y aplicación tales como la administración de operaciones y los modelos matemáticos de la producción.

antes de terminar la década de 1950 fue necesario esperar el posterior desarrollo y crecimiento paulatino del uso de las computadoras para su verdadero florecimiento, pues especialmente en lo que se refiere a la investigación de operaciones existe un sinnúmero de cálculos matemáticos rápidos que sería casi imposible realizar sin una computadora; por ejemplo, la ingeniería industrial se sirve de este tema para solucionar problemas de asignación de recursos, problemas de transporte, control de inventarios, líneas de espera y en general diversas situaciones que pueden surgir en una fábrica (Taha, 1998).

Durante la década de los 60's y en épocas posteriores se siguió viendo avance en investigación en las diferentes facultades de ingeniería industrial en prestigiosas universidades en cuanto a las áreas de matemáticas para el estudio de los problemas de optimización, la probabilidad para el estudio de incertidumbre y la estadística descriptiva para el análisis y pronóstico de datos, pero todo ello soportado en el uso de software aplicativos que facilitan la comprensión y la solución de problemas reales, y es en este punto donde vale la pena resaltar que fue la ingeniería industrial la disciplina que más se vio beneficiada con el uso de las computadoras, pues además de poder realizar cálculos a gran velocidad, tuvo la posibilidad de analizar grandes sistemas con muchas variables comparando y realizando proyecciones al futuro que de otra forma habrían sido imposibles de realizar (Lieberman y Hillier, 1992).

En cuanto a procesos de manufactura, esta disciplina también ha tenido espectaculares aportes que han mejorado con el transcurso del tiempo; por ejemplo, es posible afirmar que el surgimiento de la ingeniería industrial se empezó a gestar desde el advenimiento de la revolución industrial cuando las fábricas empezaron a producir bienes manufacturados antes desconocidos y con ellas llegaron los requerimientos de administración de las industrias y los fuertes conflictos con la clase obrera (Mijailov, 1997). Durante todo este tiempo ha habido importantes avances en lo que se refiere a sistemas aplicados a los procesos de producción como los sistemas MRP (plan de requerimientos de

materiales) que se presenta como una excelente herramienta enfocada a la gestión de recursos y a la planificación de las instalaciones enfocadas al proceso, pero que también puede ser usada en los servicios cuando la demanda tiende a ser dependiente (Heizer y Render, 2008). Otro sistema que en la actualidad ha encontrado magníficas aplicaciones es el ERP (Planeación de recursos empresariales) que ha sido promovido por la sociedad americana de producción y control de inventarios desde 1980 (Yeh et. Al, 2007).

El sistema ERP¹⁶ es un software que permite a las empresas automatizar e integrar muchos de sus procesos de negocio, compartir bases de datos necesarios en toda la empresa y producir información en tiempo real. El objetivo fundamental del programa se centra hacia coordinar todas las actividades del negocio permitiendo en cierta medida tener el control sobre dicha información.

Después de la década de 1990 se ha visto una fuerte incursión de la filosofía "Justo a Tiempo"¹⁷ denominada como una técnica japonesa que genera una ventaja competitiva, a ella se le debe un estudio minucioso por parte de los occidentales para conocerla y aplicarla, pero sus resultados nunca alcanzarán a los mostrados en Japón debido principalmente a factores culturales (Hay, 1997); sin embargo el justo a tiempo ha sido alternado con otras teorías para ser aplicado en diferentes industrias y con excelentes resultados (Forza, 1996).

Otra teoría que vale la pena recalcar es la llamada teoría de las restricciones escrita por los doctores Deming y Goldratt quienes querían satisfacer una necesidad, que era la de dar unas pautas para administrar efectivamente dentro de un contexto de mejoramiento continuo, para ello unen sus teorías y crean un decálogo de 10 pasos para ayudar a las organizaciones y por tanto a sus directivos a entenderla como un sistema enfocándose en el eslabón más débil de la cadena, en este caso la restricción (Deming y Goldratt, 2002); de sus aportes también surge el libro "La meta" muy estudiado hoy en día en las facultades de ingeniería industrial pues brinda de forma didáctica una excelente guía para los seguidores de esta disciplina.

16 Los sistemas MRP y ERP han contribuido enormemente con los procesos de producción permitiendo que mediante el uso de software especializados, sea posible utilizar toda la información de la organización para la toma de decisiones, permitiendo que las personas dejen las prácticas anteriores a realizar numerosos cálculos matemáticos y mas bien inviertan dicho tiempo en la solución de nuevos problemas.

17 El concepto de Justo a tiempo comenzó poco después de la segunda guerra mundial denominado sistema de producción Toyota, en un principio estuvo restringida a la familia Toyota y sus proveedores, pero a partir de 1976 la técnica se fue difundiendo a todas las industrias del Japón, desde 1980 debido el fenómeno que produjo en la producción del mundo, los occidentales decidieron estudiar lo que sucedía y encontraron en primera instancia 14 puntos de los cuales 7 correspondían al respeto por las personas y los otros 7 características más técnicas.

Las organizaciones con el tiempo han avanzado y de igual manera la administración lo ha hecho, la ingeniería industrial como ya se había dicho, tuvo su mayor crecimiento después de la segunda guerra mundial y con la creación de las computadoras se orientó durante varias décadas a la investigación de operaciones y en parte dejó de lado el estudio de la administración, al respecto Pfeffer (2000) afirma:

Aunque el taylorismo y la ingeniería siguen siendo fundamentales en los textos, hay más posibilidades de encontrar esta orientación en las escuelas de administración. La preocupación por la administración ha disminuido en las facultades de ingeniería. Los departamentos de ingeniería industrial han decaído sustancialmente en importancia con el tiempo, en comparación con las disciplinas como la ingeniería eléctrica, química y civil, que se basan en las ciencias físicas, no en las sociales. Hasta el punto que la ingeniería industrial ha sobrevivido, buena parte de su atención se trasladó a la producción y la administración de las operaciones, las que considera desde una perspectiva de modelado o matemática que hace hincapié en las técnicas, como la teoría de filas de espera y la programación lineal. Con pocas excepciones, el estudio de las organizaciones y la administración disminuyó de manera significativa en los departamentos de ingeniería industrial, que estaban a su vez en decadencia.

Sin embargo, fue a partir de 1980 que esta tendencia de dejar de lado el estudio de la administración se ha revertido por dos razones fundamentalmente, la primera es que los pregrados en ingeniería industrial encontraron en sus contenidos un campo de aplicación de la teoría de la organización porque ésta sólo era enseñada en los posgrados y segunda porque los ingenieros industriales cada vez fueron trasladados de labores más técnicas hacia los cargos de gerencia, lo que dio la posibilidad de hacer mayor énfasis en el proceso administrativo (Pfeffer, 2000). En la actualidad se dictan en las facultades de esta disciplina cátedras de administración general, modelos gerenciales, gerencia del recurso humano y algunos seminarios entre ellos el de administración de la producción, esto demuestra una inclinación cercana hacia la administración aunque sin mayor profundidad.

La gestión humana¹⁸ también ha encontrado un valioso espacio dentro de la ingeniería industrial, recordemos que los ingenieros mecánicos empezaron a ver la imperiosa necesidad de buscar nuevos profesionales que estuvieran en capacidad de ver la organización como un todo, esto se vio reflejado después de la revolución industrial cuando se hizo evidente la conformación de un departamento que ayudara a combinar de la mejor forma los intereses de la organización con los intereses individuales de los trabajadores, de allí surgió el departamento de relaciones industriales que luego se fue transformando en la medida en que las organizaciones entendieron la necesidad de cambiar su concepto acerca del trabajo de las personas. Para la década de 1950 ese departamento se volvió la administración de personal cuyo objetivo primordial era aminorar los conflictos; en la década de 1970 se creó el concepto de administración de recursos humanos, luego pasamos a gerencia del talento humano y en la actualidad podemos hablar de gestión humana, capital humano y capital intelectual (Saunders, 1991).

Es importante resaltar que han sido muchas las personas que con sus valiosos aportes permitieron que la ingeniería industrial formara sus bases teóricas¹⁹, unos de ellos precisamente a nivel teórico y otros con la aplicación de dichos fundamentos a las diferentes industrias como Hugo Diemer, Charles B. Going, Harrington Emerson, Robert Hoxie, Dexter S. Kimball, Marvin G. Mundel, Harold B. Maynard y Mogenson, entre otros; desafortunadamente es difícil nombrarlos a todos pues sería necesario realizar un estudio más detallado de todos los trabajos por ellos desarrollados que no se constituye en el propósito de este documento, ya que solo se espera mostrar de forma general los personajes y los acontecimientos que sentaron las bases de la carrera. En la actualidad la ingeniería industrial ha visto la necesidad de especializarse en diversas áreas de la misma forma que le ocurrió a la ingeniería mecánica cuando en la primera mitad del siglo XX la ingeniería industrial era una prolongación de ésta (Saunders, 1991). Dentro de las diferentes especialidades de la carrera se encuentra el control de calidad, el control de la producción, la investigación de operaciones, la gestión humana, el diseño y control de sistemas de gestión y en fin diversas áreas dentro de la organización susceptibles de cambio a futuro de acuerdo con las necesidades cambiantes del medio y por tanto de las empresas.

¹⁸ El factor de ingeniería humana es considerado una subespecialidad importante de la ingeniería industrial que debe estar presente en todas y cada una de las actividades que realice.

¹⁹ Muchas de las bases teóricas de la ingeniería industrial tienen su fundamento en la importancia de resolver los problemas de medición y es por esta razón que surgen tantos métodos y herramientas dedicados a este tema.

La ingeniería industrial en Colombia

A comienzos de la década de 1950 hablar de ingeniería era hablar de ingeniería civil o de ingeniería de minas que eran las carreras que ya tenían cierto auge en el país, habían sólo unos pocos ingenieros químicos cuyos primeros egresados fueron de la Universidad Bolivariana a partir de 1943 y de la Universidad de Antioquia a partir de 1947, además los pocos ingenieros mecánicos para esa época habían sido formados en Estados Unidos (Poveda, 1993). En esos años se crearon diferentes facultades de ingenierías en diversas universidades pero la ingeniería industrial solo a partir de 1958 inicia en la universidad industrial de Santander dirigida por el ingeniero químico Guillermo Camacho Caro, los primeros ingenieros industriales se graduaron en 1961 y desde entonces han egresado más de cien mil ingenieros industriales en el país (Universidad Autónoma de Occidente, 2007).

La ingeniería industrial en Colombia así mismo como en otros países surgió debido a la creciente necesidad de incorporar los diferentes aspectos humanos al mejoramiento de la eficiencia en las industrias que hasta el momento lo estaban realizando otros ingenieros. Al respecto Poveda (1993) afirma:

Hacia 1954 y 1955 varias grandes empresas fabriles antioqueñas trajeron misiones de ingenieros industriales norteamericanos para hacer los primeros estudios de tiempos y movimientos en operaciones de fabricación, así como para establecer salarios por incentivos. Estas técnicas absorbidas en las fábricas por ingenieros químicos, civiles y mecánicos que ya trabajaban en ellas, los convirtió casi de la noche a la mañana en ingenieros industriales, cuando aún no se habían comenzado a expedir títulos de esta profesión en nuestras universidades y solo había unos pocos ingenieros graduados en escuelas y universidades de Estados Unidos.

Para la década de 1960 la labor fundamental de los ingenieros industriales era el diseño de plantas, evaluación de proyectos, sistemas logísticos, ergonomía, sistemas y evaluación de máquinas; sin embargo, el crecimiento del programa en diferentes universidades y el aumento en la importancia de las ciencias administrativas hizo que se incluyera este perfil dentro de la carrera y permitiera que los profesionales en esta disciplina fortalecieran su desempeño en el campo administrativo, financiero y gerencial en empresas tanto de manufactura como de servicios; como es conocido por todos en la actualidad éste perfil es uno de los que más

distingue a los ingenieros industriales de otros tipos de profesionales precisamente por la variedad en sus campos de acción. Para esta década las facultades de ingeniería industrial habían alcanzado un total de 12 en todo el país y su énfasis se orientaba en dos aspectos, el primero en lo concerniente a las ciencias básicas con físicas y matemáticas básicas, cálculos integral y diferencial, estadística general, programación lineal, matemáticas especiales e investigación de operaciones y en segundo lugar hacia el diseño de plantas, sistemas de transporte, ergonomía, tiempos y movimientos, control de calidad, métodos y sistemas (Poveda, 1993).

Resulta difícil medir a ciencia cierta cómo la ingeniería industrial ha ayudado en los procesos de desarrollo económico del país, sólo se puede afirmar que de igual forma que en el resto del mundo, su implantación ha contribuido enormemente en el mejoramiento de la productividad de las empresas y en la optimización de los recursos, de esta forma la ingeniería industrial mantiene su vigencia y sigue siendo una de las ingenierías más escogidas como pregrado y como posgrado (Maestrías y doctorados) e incluso para personas con formaciones diferentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el transcurso del presente escrito se ha hecho una reflexión acerca de la evolución de la ingeniería industrial y los razonamientos que permitieron su creación y la han llevado a ser lo que hoy es, resulta importante resaltar que la ingeniería industrial es una carrera que no se limita al sentido estricto que se le dio en un principio de dedicarse sólo a la industria y a la manufactura sino que por su evolución hacia diferentes áreas como la investigación de operaciones y hacia los procesos integrados de gestión permite que la profesión haya encontrado campos de aplicación en donde quiera que las “operaciones” requieran sistemas formados por personas, máquinas y procesos de alguna clase, por tanto la lista de industrias de cualquier tipo en donde se puede ejercer es casi infinita (Saunders, 1991). El ingeniero industrial como ya se ha dicho tiene por objetivo básico diseñar y rediseñar sistemas que independientemente de su tamaño sean susceptibles de mejorar la productividad de acuerdo con el uso eficiente de los recursos y ante todo la reducción mínima de los costos.

Por último, recordemos que la ingeniería industrial es una profesión muy encaminada al manejo de procesos administrativos, que no debemos olvidarnos de estudiar muy a fondo las diferentes teorías organizacionales ya que en la actualidad se

está obviando la verdadera importancia de entender los contextos en los que nos desenvolvemos, resulta muy complicado entender la profesión del ingeniero industrial si no se ha leído con detalle la obra de Taylor o si no se da el reconocimiento que merecen autores como Fayol, Gantt, Gilbreth, Babbage y muchos otros quienes con su esfuerzo lograron brindar las bases científicas de las que carecía incluso antes de la década de 1950; es así como se hace fundamental apoyar procesos de investigación no solo a nivel académico sino aún más importante a nivel industrial pues desafortunadamente se tiene la

concepción errada de que sólo en las universidades se debe investigar sabiendo que la investigación cobra su verdadera importancia en las industrias en la búsqueda de solución a la gran cantidad de problemas que a diario surgen y en los cuáles los ingenieros nos hemos especializado, usando la medición como bandera para el mejoramiento continuo a partir de la optimización de todos los recursos que podamos tener a nuestro alcance y siempre en el intento de mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOFI. (1996). "Articulación y Modernización del Currículo de Ingeniería Industrial". Recuperado el 2 de junio de 2012 del sitio web: <http://www.acofi.edu.co/documentos/Ingenieria%20industrial.pdf>
- Deming, E. y Goldratt, E. (2002). "La teoría de las restricciones y el sistema de conocimiento profundo.
- Fayol, H. (2003). "Administración industrial y general".
- Forza, C. (1996). "Work organization in lean production and traditional plants." *International Journal of Operations*. Vol 16, No 2, pp 42-62
- Hay, E. (1997). *Justo a tiempo*. Colombia: Editorial norma.
- Heizer, H y Render, B. (2008). "Dirección de la producción y las operaciones"
- Ishikawa, K. (1996). *¿Qué es el control de calidad total? La modalidad japonesa*. Bogotá. Norma.
- James, P. (1997). *Gestión de la calidad total*. México.
- Lieberman, G. and F. Hillier (1992). *Introducción a la investigación de operaciones*. México
- Maynard, H. (1994). "Manual de Ingeniería y Organización Industrial". Tercera edición. Editorial Reverté. Bogotá.
- Merril, H. F. (1994). *Clásicos en Administración*. Mexico, D.F.
- Mijailov, M. (1997). "La revolución industrial"
- Mosquera, F. J. (2002). *Introducción a la ingeniería industrial: un enfoque humanístico*. Universidad Industrial de Santander.
- Navas, V. (2005). "¿Qué es la calidad? conceptos, gurús y modelos fundamentales". México: Limusa.
- Niebel, Benjamín. (1996). "Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos". AlfaOmega
- Page, R. y Curry, A. (2000). "TQM- a holistic view." *The TQM magazine* 12(1): 11-17
- Parra, B. (1998). "¿Sobrevivirá Taylor en el tercer milenio?" *Innovar*. Vol. 11, pp 17-25
- Pfeffer, J. (2000). *Nuevos rumbos en la teoría de la organización*. New York
- Poveda, G. (1993). *Ingeniería e historia de las técnicas*. Bogotá, Colombia: Colciencias
- Pulido, S. (2006). *Administración por calidad*. México, D.F.
- Pyzdek, T. and R. W. Berger (1996). *Manual de control de calidad en la ingeniería*. México, D.F.
- Saunders, B. W. (1991). *La profesión del ingeniero industrial. Manual de ingeniería industrial*. G. Salvendy. México. I: 29-50
- Sorin and G. Toma (2005). "Fordism, Postfordism and Globalization." *Amfiteatru Economic* (17): 135-137
- Taha, Hamdy. (1998) *Investigación de operaciones, una introducción*. México: Prentice Hall.
- Taylor, F. (2003). *Principios de la administración científica*. Bogotá.
- Vaugh, R. (1988). "Introducción a la ingeniería industrial". Editorial reverté. Barcelona.
- Velázquez, Gustavo. (1990). "Casos en administración de la producción". Editorial Limusa
- Villarreal, Oskar y Landeta, Jon. (2003). "Estudio de casos como metodología de investigación científica en economía de la empresa y dirección estratégica".
- Universidad Autónoma de Occidente. (2007). "Proyecto educativo del programa de ingeniería industrial".
- Yeh, T. M., C. C. Yang, et al. (2007). "Service quality and ERP implementation: a conceptual and empirical study of semiconductor-related industries in Taiwan." *Computer in industry* (87): 844-845