

- **INTRODUCCIÓN.**
- **ANTECEDENTES Y OBJETIVO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Las primeras aportaciones que dan origen a las bases de la Ingeniería Industrial se remontan a los tiempos de la revolución industrial, fueron muchos los pioneros que realizaron importantes trabajos, uno de los primeros fue Sir Richard Arkwright inventor en Inglaterra de la hiladora de anillo, la principal aportación que se le atribuye fue el diseño de un sistema de control administrativo para regularizar la producción y las tareas en las fabricas, al paso de los años surgieron muchos trabajos más que fueron conformando esta importante rama del conocimiento, dentro de estos destacan, los programas de capacitación técnica para artesanos establecidos por los Ingleses James Watt y Mathew Boulton, la primera fabrica integrada para la manufactura de maquinas la instalaron los hijos de ambos, James Watt Jr. Y Mathew Robinson Boulton, en esta establecieron un sistema de mejoramiento de la productividad a partir de la disminución de desperdicios y control de costos. Estos avances aunque importantes aún no mejoraban considerablemente las formas de trabajo en las fabricas, Charles Babbage en su libro que escribió en 1832 titulado "On the economy of machinery and manufactures" estableció importantes principios para mejorar las operaciones de manufactura, fue así como en Europa se dieron los primeros pasos y los avances fueron adoptados en Estados Unidos y es hasta finales del siglo XIX con los importantes estudios que realizó Frederick W. Taylor que se define esta importante área del conocimiento como Ingeniería Industrial, Los estudios más relevantes que Taylor hizo y cuyas aportaciones transformaron la organización y el desempeño de las empresas fueron los desarrollados para organizar los métodos manuales para el manejo de materiales en la industria acerera, su obra titulada "Los principios de la administración científica" fue determinante para que se le considerará como el padre de la administración científica, estableció que la base para maximizar la producción era asignarle al trabajador un trabajo específico, para hacerlo de una manera específica, en un tiempo determinado.

Frank Bunker Gilbreth y su esposa Lillian Moller Gilbreth establecieron los principios para el estudio de movimientos con la identificación y clasificación de los movimientos básicos con que se efectúan las actividades, constituyéndose estos como la base para el desarrollo de los sistemas de tiempos predeterminados, también desarrollaron importantes técnicas para estudio de movimientos como la Técnica de Ciclograma y Cronociclograma, posteriormente Lillian M. Gilbreth incorporó la cámara de cine lo que permitió resolver muchos problemas.

Marvin E. Mundel mejoró el uso de la cámara de cine y definió la técnica como estudio de Memo-movimientos o fotografía a intervalos.

Harrington Emerson diseñó en 1911 el primer programa de estímulos o premios para el incremento de la producción, su obra titulada "Los doce principios de eficiencia" permitió tener bases para el desarrollo de trabajos eficientes.

Alian Mogensen desarrolló aproximadamente en 1932 un procedimiento para la simplificación del trabajo, este fue publicado en su libro "El sentido común aplicado a los movimientos y estudio de tiempos.

Haroíd B. Maynard en coordinación con G. J. Stegemerten y S. M. Lowry presentaron su libro "Estudio de Tiempos y Movimientos" en 1927, desarrollaron también el sistema de tiempos predeterminados MTM, posteriormente en 1932 Maynard hizo uso por primera vez del término "Ingeniería de Métodos".

Frederick A. Halsey diseñó un plan para aumentar la productividad a partir de la medición de costos de mano de obra, esto dio origen al plan Halsey. Henry L. Gantt profundizó sus ideas y además de desarrollar estudios de costos, selección y capacitación de trabajadores, planes de incentivos, también realizó trabajos relacionados con problemas de programación creando los gráficos de Gantt que en su evolución dieron paso al desarrollo de las técnicas CPM y PERT.

Ralph M. Barnes en 1933 obtuvo el grado de doctor en Ingeniería Industrial desarrollando la tesis "Practical and theoretical aspects of Micro-motion study" obra que después fue presentada como libro y se considera la Biblia del estudio de movimientos.

A estos trabajos les siguieron otros también sumamente importantes como el de Akiyuki Sakima de la Universidad de Keio que implantó el uso del circuito cerrado de Televisión. Todos estos dieron forma y constituyeron esta importante rama de la Ingeniería, cuyo objetivo es el de administrar los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para realizar las actividades inherentes a un trabajo, de tal manera que se logren los propósitos y metas con el mínimo de recursos, a este proceso se le conoce como optimización de los recursos. Este concepto quedó contenido desde que se estableció la primera oración de la Ingeniería Industrial "La Ingeniería Industrial se interesa en el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados por hombres, materiales y equipos"¹ la que fue modificada y adoptada como definición por la American Institute of Industrial Engineers (AIIE), quedando como "La Ingeniería Industrial se ocupa del diseño, mejoramiento e implantación de sistemas integrados por personas, materiales, equipos y energía. Se vale de los conocimientos y posibilidades especiales de las ciencias Matemáticas, Físicas y Sociales, junto con los principios y métodos del análisis y el diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas"².

1 Manual del Ingeniero Industrial, William K. Hodson, Mc. Graw Hill, pag. xxii, 1998

2 Biblioteca del Ingeniero Industrial, Gavriel Salvendy, Ediciones Ciencia y Técnica, S.A., pag.29, 1990.

1.2. APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS O ESTUDIO DEL TRABAJO.

Para realizar las actividades específicas de un trabajo es necesario definir un método, por lo tanto se debe entender como método al procedimiento que se establece para realizar un trabajo. Aquí se encuentra el eje sobre el que gira la Ingeniería de Métodos o Estudio del trabajo, todas las técnicas que constituyen esta parte de la Ingeniería nos llevan a establecer el método de trabajo más adecuado para hacer uso óptimo de los recursos, reduciendo el tiempo de ejecución de la actividad al eliminar los movimientos innecesarios y como consecuencia obteniendo costos de operación más bajos. La figura 1.1 nos muestra en forma objetiva la aplicación de la Ingeniería de métodos.

El individuo hace uso de los métodos para realizar sus actividades cotidianas sus actividades personales, laborales, en el hogar, entretenimientos, en fin en todo lo que realiza en su vida, se considera que gran parte de los logros que alcanza en su existencia depende de tres factores:

- El uso adecuado de los recursos por los métodos.
- La forma en que los métodos afectan al individuo.
- La calidad de los resultados que producen los métodos.

1.3. ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO DE MÉTODOS DE TRABAJO.

Un método se diseña para que sustituya a otro que esta en operación y como ya se hizo mención, busca eficientar la ejecución de un trabajo, el proceso de diseño inicia definiendo la finalidad que se persigue con el método apropiado.

Los principios en que se basa el diseño de métodos de trabajo son:

- Se debe diseñar para lograr los fines establecidos en forma eficaz y eficiente.
- Considerar todos los elementos y factores que influyen en los sistemas.

- Efectuar primero el diseño básico y después considerar los aspectos específicos.
- Considerar la distribución de las instalaciones y el diseño de los equipos.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficaces
- En la economía de movimientos se debe considerar que los operarios mantengan sus espaldas derechas y manos cerca del ombligo.
- Recopilar la información necesaria.
- Minimizar el uso de los recursos.

Es importante mantener presente los principios de la economía de movimientos, puesto que al relacionarse con aspectos de Biomecánica corporal, constituyen los aspectos humanos en el diseño de sistemas de trabajo, algunas reglas básicas son:

1. Regla de la espalda derecha: Para reducir la fatiga es necesario diseñar operaciones en las que el operario permanezca con la espalda y el cuello derechos, los movimientos laterales, de torsión o de inclinación deben evitarse o reducirse, si son necesarios se deben efectuar bajo esta regla.
2. Regla del ombligo: Al manipular objetos o controles o levantarse, es necesario que se mantengan las manos cerca del ombligo puesto que al reducir la distancia del peso del cuerpo a la espina dorsal, el esfuerzo para levantarse es menor, la articulación lumbosacra se localiza en línea horizontal del ombligo. Así también al manipular cosas alejando las manos del ombligo los bíceps se tensionan y causan fatiga, al mantener las manos cerca del ombligo los codos se ubican abajo reduciendo la tensión muscular.
3. Regla del brazo oscilante: Los brazos deben moverse siguiendo un arco normal, al mover un objeto en línea recta el esfuerzo y el tiempo es cuatro veces mayor, el movimiento debe detenerse por un tope físico.
4. Regla de la muñeca recta: La fatiga es mayor cuando se sostiene, sujeta o gira la mano con la muñeca doblada, por que los tendones se tuercen y están sujetos a tensión y fricción. Además el control sobre un objeto u herramienta es mejor con la muñeca recta.
5. Regla de la piel: Mantener presión en áreas pequeñas de la piel provoca daños a los pequeños vasos sanguíneos, causando hormigueo y adormecimiento de la parte, es necesario evitar que suceda esto.
6. Regla del pie perezoso: Por una especie de síndrome el operario al realizar una tarea evita mover un pie o los dos, por esto es necesario que dispositivos de seguridad, interruptores y algunos otros elementos, se coloquen en el lugar adecuado y su acceso sea fácil para que el operario los maneje.
7. Regla de no pensar: Es necesario que las operaciones se diseñen de tal manera que el operario se vea forzado a realizar todo lo necesario para la operación, de tal forma que las operaciones que representen riesgo para la integridad física del operario, este las realice aún a pesar de las omisiones en que incurra por la confianza al adquirir habilidad.
8. Regla del cuerpo contra la máquina: Es necesario que todas aquellas partes delicadas o que representen un riesgo de daño al operario o los equipos, se encuentren protegidas y debidamente señaladas, como consecuencia de estos los dispositivos de seguridad deberán estar accesibles y señalados adecuadamente.

Para diseñar métodos de trabajo mas efectivos es necesario aplicar técnicas que nos apoyen en la realización de cambios en las operaciones, Un modelo práctico para realizar esta función es el derivado del método científico, las fases de este modelo son:

Fase 1. Análisis de los métodos actuales. Esta parte consiste en observar detalladamente la forma actual de realizar el trabajo, efectuar los registros necesarios a través de diagramas, gráficos y herramientas de apoyo..

Fase 2. Identificación de las deficiencias de los métodos actuales. Con el apoyo de los instrumentos de la fase anterior, identificar los movimientos, recorridos y actividades innecesarias para lograr la mejora y simplificación de los métodos.

Fase 3. Reorganización de los métodos. A partir de la generación de buenas ideas van surgiendo los cambios al método actual, estos pueden ser pequeñas innovaciones o bien un cambio total del método, esto dependerá en gran parte de la experiencia y el conocimiento de los analistas.

Fase 4. Incorporación de los nuevos métodos. Concluidas todas las modificaciones ó desarrollada la innovación, los beneficios del método mejorado se confirman al implementarlo como nueva forma de trabajo.

Es necesario considerar que algunos casos conviene tratarlos a partir del diseño básico con la intención de generar un nuevo método y no como mejora a partir de un método actual. Para esto existe otra forma para el diseño de métodos y es aplicando el modelo de **Concepto de Diseño de Métodos (CDM)**, sus fases son:

Fase 1. Diseño de módulos de objetivos. Es muy conveniente agrupar las actividades que se desarrollan en módulos o bloques de trabajo, de tal manera que si se realizan trabajos similares en distintas áreas de la empresa, las innovaciones o mejoras puedan ser aplicadas a todas estas áreas.

Fase 2. Confirmación del modelo actual. Debemos entender que modelo significa en nuestro caso, "la representación simple del proceso"³ y que al confirmar el modelo actual se pretende entender detalladamente los métodos que actualmente están operando, el tiempo y cantidad de trabajo que estos generan y establecer el punto de comparación al que se someterán los métodos mejorados o innovados. Para el estudio nos apoyamos del formato (ET2.1)

Fase 3. Establecimiento de las especificaciones del CDM. Al aplicar el modelo CDM el propósito fundamental será hacer uso de un enfoque creativo para diseñar un método eficiente de trabajo. Para establecer las especificaciones del CDM nos apoyamos del formato (ET2.2)

Fase 4. Diseño fundamental. En el diseño se generan ideas que tratarán de ser incorporadas al proceso de trabajo para generar un nuevo método, como existen funciones básicas y funciones auxiliares en un proceso de trabajo, esta parte se enfoca al diseño de los detalles básicos, conviene establecer las limitantes técnicas, operativas, económicas y de cualquier otra índole del proceso, puesto que podemos incurrir en problema dual innovación contra restricción por que la cantidad de ideas de mejora son ilimitadas.

³ Manual del Ingeniero Industrial, William K. Hodson, Mc. Graw Hill, 1998, pag. 3.44

Fase 5. Diseño detallado. Esta parte en ocasiones no se hace necesaria realizarla por que en algunos casos las funciones auxiliares se eliminan al efectuar el diseño fundamental, en caso de que aún se mantengan en el proceso funciones auxiliares, se hará lo mismo que en la fase anterior pero con el procedimiento característico del Concepto de Diseño de Métodos, que es:

- Hacer uso del concepto **Kaizenshiro** estableciendo alcances de diseño de manera lógica, haciendo que los analistas sean creativos desde el inicio del proceso, evitando análisis largos con mejoras pequeñas.
- Aplicar ideas creativas que estén dirigidas a la función y no a las adaptaciones de los métodos actuales.
- Establecer desde el principio el costo permitido para las mejoras o innovaciones especificándose en el CDM. A veces una inversión pequeña resuelve gran parte del problema.

Las mejoras que se pueden lograr en un proceso de trabajo pueden ser de distinto nivel, algunos cambios se pueden lograr a partir de simples visitas al área de trabajo y otros requerirán de análisis mas profundo, el

potencial de mejora se puede clasificar de la siguiente manera:

1. Simplificación del trabajo: Diremos que esta fase es la de mas bajo nivel en relación a los cambios que se efectúan a un proceso de trabajo ó actividad, siendo necesario realizar visitas al área de trabajo para efectuar observaciones físicas y aplicar algunas técnicas sencillas principalmente gráficas como diagramas de proceso, de recorrido, etc., que permitan eliminar movimientos innecesarios y tiempos ociosos, desperdicios y equivocadas prácticas dando como consecuencia el mejoramiento del método, esta fase no requiere de grandes inversiones puesto que no se efectúan cambios en la maquinaria, instalaciones o en el diseño del producto.

2. ingeniería de Métodos: Esta fase constituye una de las partes principales de la Ingeniería Industrial, esta se dedica al estudio profundo de la forma de realizar una tarea o actividad y va desde la organización hasta la estandarización de esta, contribuyendo con el uso óptimo de los recursos que intervienen en un proceso productivo. Para su aplicación la Ingeniería de Métodos se divide en dos importantes ramas que son el **Estudio de Tiempos** y el **Estudio de Movimientos**, en esta fase de la mejora de métodos se aplican técnicas mas sofisticadas y los análisis requieren mayor tiempo de dedicación al problema, los cambios que se realizan por lo tanto exigen mayor inversión.

3. Innovación: Esta fase es considerada de mas alto nivel en virtud de que el método puede modificarse tanto al grado de ser sustituido por otro, a partir de esto pueden hacerse modificaciones a la distribución en planta, cambio de maquinaria, cambio en el diseño del producto, etc., esta fase exige mayor inversión y se apoya de técnicas de Ingeniería de Métodos, del Concepto de Diseño de Métodos (CDM), Diseño del Producto y otras mas, también exige creatividad de los analistas para diseñar métodos efectivos.

Es importante que la aplicación del Concepto de Diseño de Métodos sea bajo la idea de generar un nuevo método y no se pretenda aplicar a un método actual por que se establecen restricciones fuertes que impiden un buen diseño, basándose en lo ambicioso del proyecto de mejora se establecerá lo mas alto posible la meta de mejora, es importante considerar también, que un método bien diseñado representa mayor productividad, que a la vez impacta en mayores utilidades y finalmente genera mejores estándares de vida.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONTROL DE ENTRADA-SALIDA DE LOS MÉTODOS

ENTRADA	PRODUCTOS	SALIDA
---------	-----------	--------

MÉTODOS

ACTUAL (REFERENCIA)	CAPACIDADES	(ESPECIFIC. DETALLE) NUEVO DISEÑO
---------------------	-------------	-----------------------------------

ACTUAL	RESTRICCIONES	NUEVO DISEÑO
--------	---------------	--------------

No. DE 0 B R E R 0 S	ESPECIFICACIÓN CDM
----------------------	--------------------

FBoFA	MÉTODO ACTUAL	KAIZEN SHIRO	DISEÑO DE FONDO	DISEÑO DETALLADO	ELABORÓ	NOMBRE DEL MÉTODO
BÁSICA						