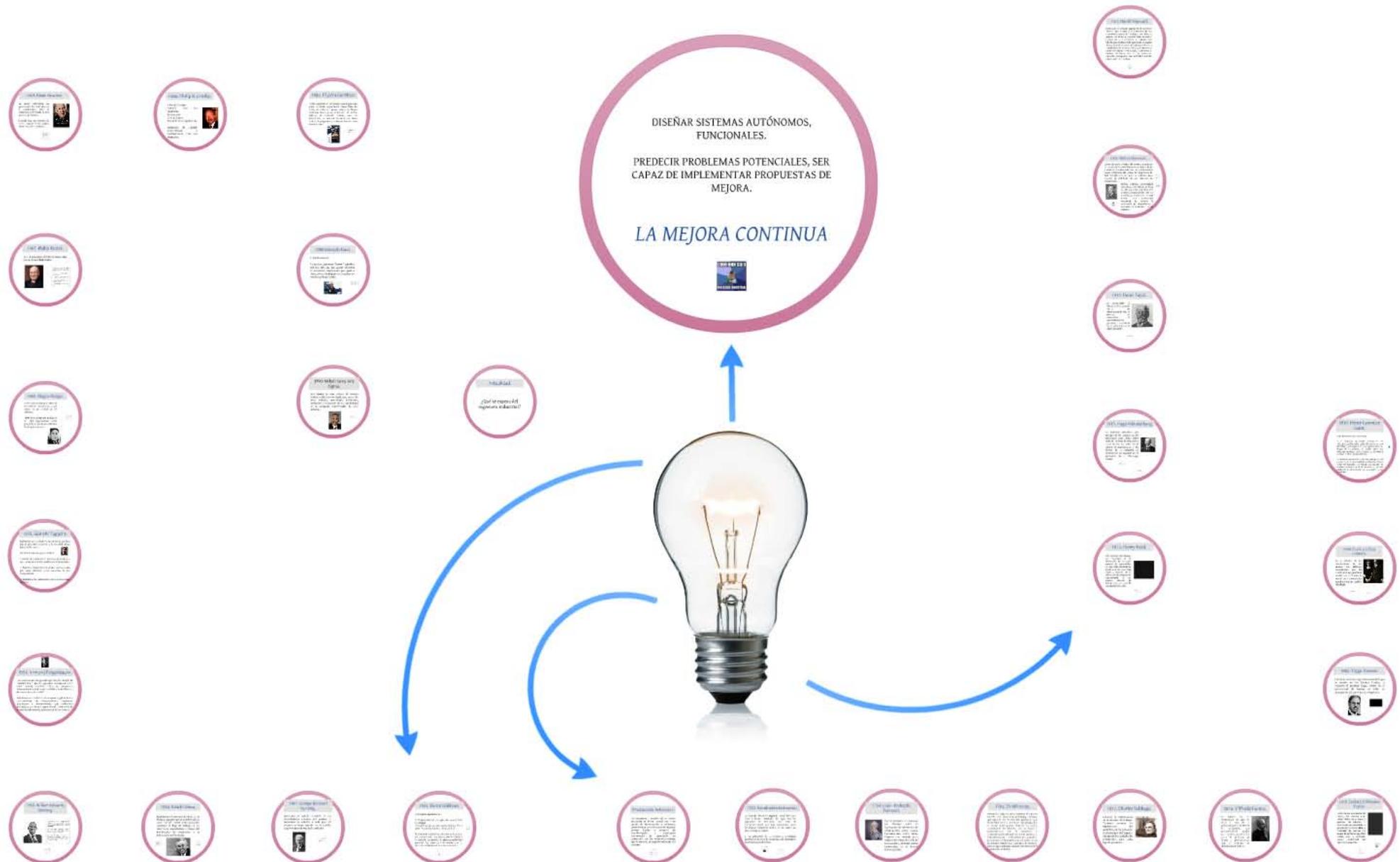
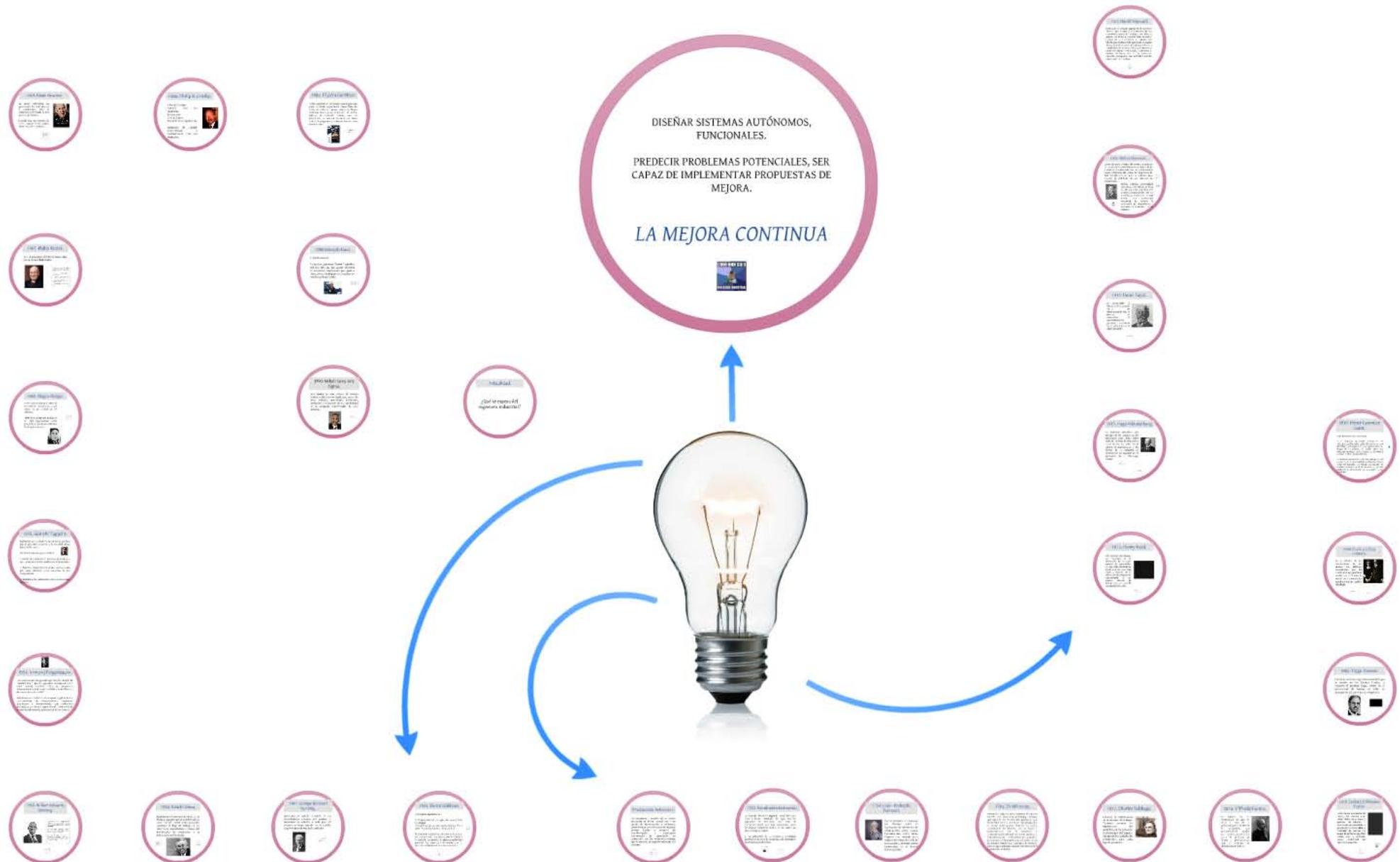


# Historia de la Ingeniería Industrial.



# Historia de la Ingeniería Industrial.



# Producción Artesanal.

Se caracteriza creación de un objeto producido en forma manual con o sin ayuda de herramientas y máquinas, generalmente con utilización de materias primas locales y procesos de transformación y elaboración transmitidos de generación en generación, con las variaciones propias que le imprime la creación individual del artesano.



Características de la producción artesanal:  
a) En el mismo lugar se agrupan unidos, artesanos, maestra y transporte.  
b) Hogares de una fuerza laboral altamente especializada en el diseño de las operaciones de manufactura.  
c) Volumen de producción reducido.



Características de la producción artesanal:

- a) En el mismo lugar se agrupan usuario, artesano, mercader y transporte.
- b) Requiere de una fuerza laboral altamente especializada en el diseño de las operaciones de manufactura.
- c) Volumen de producción reducido.

# 1750. Revolución Industrial.

Comprende desde la segunda mitad del siglo XVIII y hasta mediados del siglo XIX, en Inglaterra se realizaron una serie de transformaciones que hoy conocemos como Revolución Industrial; dentro de las cuales las más relevantes fueron:

1. La aplicación de la ciencia y tecnología permitió el invento de máquinas que mejoraban los procesos productivos.



2. La despersonalización de las relaciones de trabajo: se pasa desde el taller familiar a la fábrica.

3. El uso de nuevas fuentes energéticas, como el carbón y el vapor.

4. La revolución en el transporte: ferrocarriles y barco de vapor.

5. El surgimiento del proletariado urbano.



## Consecuencias de la Revolución Industrial:

1. Demográficas: Traspaso de la población del campo a la ciudad (éxodo rural). Migraciones internacionales. Grandes diferencias entre los pueblos.
2. Económicas: Producción en serie. Desarrollo del capitalismo. Aparición de las grandes empresas.
3. Sociales: Nace el proletariado. Nace la Cuestión social.
4. Ambientales: Deterioro del ambiente y degradación del paisaje. Explotación irracional de la tierra.

## 1760. Jean - Rodolphe Perronet.



Fue el primero en estudiar los tiempos para la fabricación de elementos de construcción como clavos, herramientas, entre otras. Propuso un método para reducir el tiempo de ciclo de fabricación y obtener partes terminadas en el menor tiempo posible.



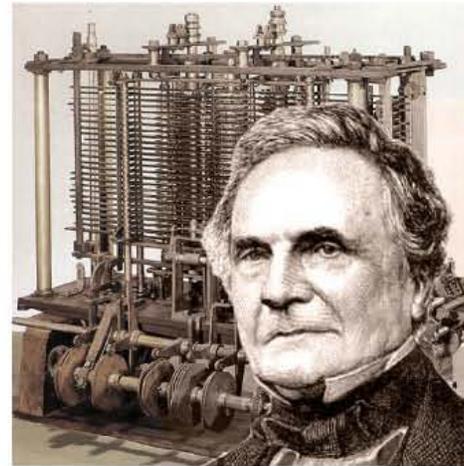
## 1793. Eli Whitney.

Inventó la máquina para desgranar el algodón en 1793. Esta máquina era una unidad mecánica que separaba las semillas del algodón, lo que hasta entonces era un trabajo muy pesado, por la escasa participación humana. La mayor contribución de Whitney para la industria norteamericana fue el desarrollo e implementación del sistema de fabricación y la línea de montaje. Fue el primero en usarla en la producción de mosquetes para el gobierno de los Estados Unidos. Los conceptos de Whitney fueron explotados más adelante por Henry Ford y otros en la industria.



## 1832. Charles Babbage.

Enfaticó la importancia de la división de trabajo. También enfatizó la importancia del equilibrio en los procesos y el principio del tamaño óptimo de las unidades de producción para cada tipo de producto.



## 1875. Vilfredo Pareto.

Es famoso por su observación de que, en Italia el 20% de la población poseía el 80% de la propiedad, que posteriormente Joseph Juran y otros popularizarían como el principio de Pareto y generalizarían bajo el concepto de distribución de Pareto.



# 1878. Frederick Winslow Taylor.

Antes de las propuestas de Taylor, los obreros eran responsables de planear y ejecutar sus labores. A ellos se les encomendaba la producción y se les daba la “libertad” de realizar sus tareas de la forma que ellos creían era la correcta. Taylor contempló los siguientes aspectos:



- 1. Estudio de Tiempos y Movimientos
- 2. Selección racional de herramientas
- 3. Regimen racional de incentivos
- 4. Prácticas de administración por excepción
- 5. Transferencia de responsabilidades de los trabajadores
- 6. Método de determinación de costos
- 7. Selección de empleados por formas
- 8. Incentivos al cumplimiento de trabajo a tiempo



1. Estudio de Tiempos y Movimientos.
2. Estandarización de herramientas.
3. Departamento de planificación.
4. Principio de administración por excepción.
5. Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores.
6. Métodos de determinación de costos.
7. Selección de empleados por tareas.
8. Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.



FIGURE 1.—SWISS WATCH WITH  
DECIMAL FACE

Según él, los “manager”:

1. Elaboran una ciencia para la ejecución de cada una de las operaciones del trabajo, la cuál sustituye al viejo modelo empírico.
2. Seleccionan científicamente a los trabajadores, les adiestran, les enseñan y les forman, mientras que en el pasado cada trabajador elegía su propio trabajo y aprendía por sí mismo como mejor podía.
3. Colaboran cordialmente con los trabajadores para asegurarse de que el trabajo se realiza de acuerdo con los principios de la ciencia que se ha elaborado.



## 1902. Hugo Diemer.

El primer curso de Ingeniería Industrial que se enseñó en los Estados Unidos, lo impartió el profesor Hugo Diemer en la universidad de Kansas en 1902. La descripción del curso decía lo siguiente:



### "Economía de la fábrica"

Diseño, equipo y organización de una fábrica.  
Selección y arreglo de máquinas para condiciones dadas.  
Flujo de taller. Estudio de organización y  
administración de establecimientos industriales.

Escuclares del último año, 2º semestre.  
Diariamente, a las 9, profesor Diemer

# “Economía de la fábrica”

Diseño, equipo y organización de una fábrica.  
Selección y arreglo de maquinaria para condiciones dadas.  
Planos de taller. Estudio de organización y  
administración de establecimientos industriales.

**Escolares del último año, 2º semestre.  
Diariamente, a las 9, profesor Diemer**

## 1904. Frank y Lillian Gilbreth.

En el estudio de los movimientos de las manos, los Gilbreth encontraron que las clasificaciones genéricas usadas como "mover la mano" eran demasiadas amplias para un análisis detallado.



De acuerdo con lo anterior Gilbreth introdujo un refinamiento en los movimientos de manos dividiéndolos en 17 movimientos básicos o fundamentales, llamados therblings.

Los Gilbreth desarrollaron el sistema de tarjetas de personal utilizado en los actuales sistemas de calificación de méritos.

Dieron énfasis a las instrucciones escritas para evitar confusiones, considerados como los discípulos más destacados de Taylor, utilizaron técnicas de la administración científica para reducir el desperdicio de los movimientos manuales y corporales en el trabajo; entre otras herramientas inventaron el micro cronómetro, que registra el tiempo en  $1/2000$  de segundo.

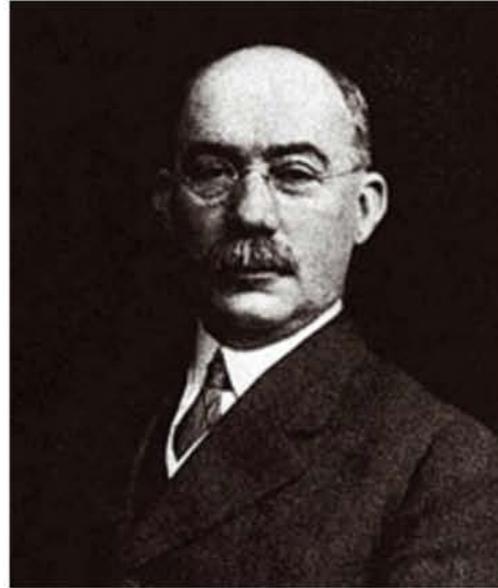
# 1910. Henry Laurence Gantt.

Contribuciones más importantes:

1. El diagrama de Gantt: Proporciona un calendario gráfico para la planificación y control del trabajo, y el registro de los progresos hacia las etapas de un proyecto. El cuadro tiene una variación moderna, en la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT).

2. Eficiencia industrial: La eficiencia sólo puede ser producida por la aplicación del análisis científico a todos los aspectos del trabajo. La función de gestión industrial es el de mejorar el sistema mediante la eliminación de desperdicio y los accidentes.





3. El Sistema de Bonos de Tareas: Vinculó la prima pagada a los administradores con la efectividad de la capacitación a sus trabajadores.

4. La responsabilidad social de las empresas: En su opinión, las empresas tienen obligaciones para con el bienestar de la sociedad.

# Historia de la Ingeniería Industrial.



# 1913. Henry Ford.

Se le atribuye el Fordismo, que consistió en la fabricación de un gran número de automóviles de bajo costo mediante la producción en línea. Este sistema constaba de la utilización de maquinaria especializada y un número elevado de trabajadores en plantilla con salarios elevados.



1. Organización del trabajo diferenciada (aumento de la división del trabajo).

2. Profundización del control de los tiempos productivos del obrero (vinculación tiempo hombre/máquina).

3. Reducción de costos y aumento de la circulación de la mercancía (expansión del mercado) e interés en el aumento del poder adquisitivo de los asalariados.

4. Políticas de acuerdo entre obreros organizados (sindicato) y el capitalista.



## 1913. Hugo Münsterberg.

La industria descubrió que muchas de las técnicas de los psicólogos eran útiles, sobre todo en las áreas de selección y capacitación, así como en el diseño de maquinarias, y los líderes de la industria se interesaron en especial en la aplicación de la Psicología Social.



El énfasis primario de los trabajos en la Psicología Industrial realizados por Münsterberg y su utilidad, permitieron acreditar el análisis de las ventajas económicas que se podían lograr aplicando ideas y métodos de la Psicología, a los problemas de los negocios y la industria.

A partir de estas experiencias, los líderes de los negocios comenzaron a emplear psicólogos, y algunos psicólogos comenzaron a realizar investigaciones aplicadas.

# 1917. Henri Fayol.

Es considerado el fundador de la escuela clásica de administración, fue el primero en sistematizar el comportamiento gerencial y estableció los 14 principios de la administración:



Henri Fayol (1868-1943) fue un ingeniero y administrador francés, considerado el fundador de la escuela clásica de administración. Fue el primero en sistematizar el comportamiento gerencial y estableció los 14 principios de la administración.

Subordinación de intereses particulares, unidad de mando, unidad de Dirección (un solo jefe y un solo plan para todo grupo de actividades que tengan un solo objetivo.

Esta es la condición esencial para lograr la unidad de acción, coordinación de esfuerzos y enfoque. La unidad de mando no puede darse sin la unidad de dirección, pero no se deriva de esta), centralización, jerarquía, división del trabajo, autoridad y responsabilidad, disciplina, remuneración personal, orden, equidad, estabilidad y duración del personal en un cargo, iniciativa, espíritu de equipo.

## 1931. Walter Shewhart.

Conocido como el padre del control estadístico de la calidad. La contribución más destacada de Shewhart corresponde con su participación como integrante del grupo de ingenieros de Bell Telephone's, con quienes colaboró para mejorar la fiabilidad de sus sistemas de transmisión.



Dichos sistemas presentaban una elevada incidencia de fallas debido a que los amplificadores y otros equipos tenían que ser enterrados, razón por la cual existía una apremiante necesidad de reducir la ocurrencia de desperfectos y acciones de reparación a los mismos.

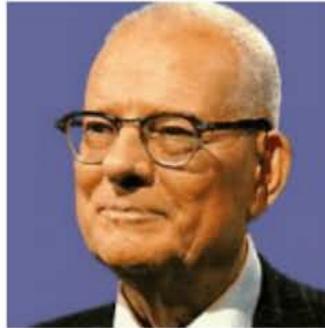


Shewhart entendía la calidad como un problema de variación, el cual podía ser controlado y prevenido mediante la eliminación oportuna de las causas que lo provocaban. Para ello recurrió al uso de gráficos en los cuales consignaba los patrones de comportamiento observados (gráficos de control).

De esta forma Shewhart afirmaba que un fenómeno se encontraba controlado, cuando apoyándose en la observación y el estudio de experiencias previas, podía predecirse, cuando menos dentro de cierto límite, cómo se esperaría que dicho fenómeno actuase en el futuro.

Esto es, a través del uso de la estadística era posible asegurar en forma aproximada, que dicho fenómeno caería dentro de ciertos límites predeterminados, debido a que:

1. Las causas que condicionan el funcionamiento de un sistema son variables, por lo cual no sirven para predecir exactamente su funcionamiento en el futuro.
2. Los sistemas constantes existen únicamente en la naturaleza, no así en el ámbito de los sistemas de producción industrial, en donde las causas de variación siempre están presentes en los insumos para dichos sistemas.



3. Las causas de variación pueden ser detectadas y eliminadas. Fue así como logró formular una relación entre el resultado de un proceso de manufactura y los factores que en él participan, es decir introdujo el concepto de retroalimentación como recurso para asegurar la calidad de los procesos productivos.

## 1932. Harold Maynard.

Desarrollo el término ingeniería de métodos: Técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; determina el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo.



Desarrollo el método MTM (Methods Time Measurement) es un procedimiento que permite el análisis de todo método manual descomponiéndolo en los movimientos básicos requeridos y asignando a cada movimiento un tiempo standard predeterminado basado en la naturaleza del movimiento y en las condiciones en las que es realizado



# Historia de la Ingeniería Industrial.



# 1943. Kaoru Ishikawa.

Principales aportaciones:

- 1) El desarrollo del concepto de Control Total de Calidad,
- 2) La defensa de los círculos de calidad, y 3) Las siete herramientas básicas de la calidad.

El control de calidad no sólo implica la calidad del producto sino también a todos los ámbitos de gestión, incluyendo la administración del personal, los aspectos relacionados con la atención al cliente y el servicio post-venta.



Los Círculos de Calidad son grupos de trabajadores voluntarios que se reúnen para identificar, analizar y resolver problemas relacionados con la calidad en la empresa.



## Siete herramientas básicas para el Control Total de Calidad.

1. Hoja de control: Recolección de datos para reunir y clasificar la información.
2. Histogramas: Muestran la distribución de frecuencia de un variable.
3. Diagrama de Pareto: No sólo clasifica las fallas con respecto a su número sino también con respecto a su importancia.
4. Diagrama de correlación y dispersión: Búsqueda de relaciones entre las variables que están afectando al proceso.
5. Gráficos de Control: Estudia la evolución del desempeño de un proceso a lo largo del tiempo.
6. Estratificación: Técnica utilizada para separar datos de diferentes fuentes e identificar patrones en algún proceso.
7. Diagrama Causa-Efecto: También conocido como Diagrama Espina de Pescado Identifica las causas de un efecto o problema y las ordena por categorías.

# 1947. George Bernard Dantzig.

Desarrollo el método Simplex. Es un procedimiento iterativo que permite ir mejorando la solución a cada paso. El proceso concluye cuando no es posible seguir mejorando más dicha solución.



La Programación Lineal (PL) es una de las principales ramas de la Investigación de Operaciones. En esta categoría se consideran todos aquellos problemas de optimización donde las funciones que se maximizan o se minimizan, es decir, función objetivo y restricciones, son funciones lineales en las variables de decisión.

La Programación Lineal (PL) es una de las principales ramas de la Investigación de Operaciones. En esta categoría se consideran todos aquellos modelos de optimización donde las funciones que lo componen, es decir, función objetivo y restricciones, son funciones lineales en las variables de decisión.

## 1950. Taiichi Ohno.

Implemento el concepto Kanban. Es un término japonés que se puede traducir como “señal”. Tiene como propósito controlar el flujo de trabajo en un sistema de manufactura a través del movimiento de materiales y la fabricación por demanda.



A Taiichi Ohno se le adjudica el establecimiento de las bases del sistema de producción justo a tiempo (JIT). Él sentía que la meta de Toyota era acortar la línea de tiempo comprendida desde el momento en que un cliente realiza un pedido hasta el momento en que el dinero en efectivo es reunido.

El sistema de producción Toyota se desarrolló usando una herramienta llamada los “cinco porqués”, preguntando ¿por qué? 5 veces y contestando cada vez, la causa real de un problema, puede descubrirse

A partir de las contribuciones de Ohno, Sakichi Toyoda y Kiichiro Toyoda, se conforma el sistema de producción Toyota (SPT), que consiste en un sistema integral de producción y gestión que incorpora los conceptos:

Jidoka (automatización), Poka Yoke (a prueba de fallos), JIT (justo a tiempo), kanban (tarjeta o ficha), Andon (pizarra), Jidoka (automatización inteligente), Muda (eliminación de desperdicios) y Kaizen (mejora continua).

# 1950. Wiliam Edwards Deming.



Inicia con el Control Estadístico de Procesos. “Las variables del proceso afectan el cumplimiento de la calidad prometida”.

El Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) lleva como nombre “ciclo Deming” en su honor.

Definición de Calidad: El control de calidad no implica lograr la perfección. Implica la producción eficiente que el mercado demanda.

© 2010 W. Edwards Deming  
1. La gestión es una actividad de calidad en la vida.  
2. No hay distinción entre producción y servicio.  
3. La responsabilidad de la administración es proporcionar a los clientes lo que ellos quieren y necesitan.  
4. El trabajo es el único criterio válido para el desempeño, diseño, desarrollo y control de la empresa y la responsabilidad de la administración es mejorar el nivel de la calidad y bajar los costos.  
5. El cliente es el único juez que valida el nivel de desempeño de la empresa.  
6. No hay distinción entre la producción y el servicio.  
7. La responsabilidad de la administración es proporcionar a los clientes lo que ellos quieren y necesitan.

Inicia con el Control Estadístico de Procesos. “Las variables del proceso afectan el cumplimiento de la calidad prometida”.

El Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) lleva como nombre “ciclo Deming” en su honor.

Definición de Calidad: El control de calidad no implica lograr la perfección. Implica la producción eficiente que el mercado demanda.

## 5 puntos Filosofía Deming:

1. El problema central en la falta de calidad es la falla de la administración para entender la variación.
2. Es responsabilidad de la administración el determinar si los problemas están en el sistema o en el comportamiento del personal.
3. El trabajo en equipo debe estar basado en el conocimiento, diseño, rediseño y rediseño. La mejora continua es responsabilidad de la administración, la mayoría de las causas de baja calidad y baja productividad, están en el sistema.
4. Capacita al personal hasta que estén dentro de control estadístico (dentro de los límites del sistema).
5. Es responsabilidad de la administración el dar especificaciones detalladas.



## 1951. Armand Feigenbaum.

Se le reconocen tres grandes aportes: el concepto de “calidad total” que los japoneses recogieron como Total Quality Control (TQC), la promoción internacional de la ética de la calidad y la clasificación de los costos de la calidad.

Definición de calidad: Es el compuesto global de las características de mercadotecnia, ingeniería, producción y mantenimiento que conforman productos y servicios, y según el cual, al momento de usarlos satisfacerán las expectativas de los clientes.

# 1955. Genichi Taguchi.

Definición de Calidad: Es la (mínima) pérdida que el producto ocasiona a la sociedad desde que es embarcado.



Inició el Diseño de Experimentos:

1. Diseño de productos o procesos: de modo que sean robustos ante las condiciones ambientales.
2. Diseño / Desarrollo de productos: De modo que sean robustos a la variación de los componentes.
3. Minimizar las variaciones: respecto a un valor objetivo.



## 1960. Shigeo Shingo.

Poka Yoke: Prevenir / Detectar los errores humanos para que estos no se conviertan en defectos.

SMED (Single Minute Exchange to Die): Operaciones como preparación externa e interna. Distingue 4 etapas:



Cero: No hay distinción entre preparación externa e interna.

Uno: Separación entre preparación interna y externa (lista de verificación).

Dos: Conversión de preparación interna a externa (5's, estandarización de funciones, uso de moldes y plantillas).

Tres: Simplificación y mejora de ambas preparaciones (eliminar ajustes, operaciones en paralelo, mejorar transporte y almacenaje de herramientas).

# 1967. Philip Kotler.

Los 10 principios del Nuevo Marketing que propone Philip Kotler.



1. Reconocer que el poder, ahora lo tiene el consumidor. Ofrecer a nuestros clientes mejores soluciones y experiencias más satisfactorias.
2. Desarrollar la oferta apuntando directamente sólo al público objetivo de ese producto o servicio.
4. Focalizarse en cómo se distribuye/entrega el producto, no en el producto en sí.
5. Acudir al cliente para crear conjuntamente más valor: el rol de la empresa ha cambiado.
7. Desarrollar métricas y analizar el ROI (Retorno de la Inversión).

1. Reconocer que el poder, ahora lo tiene el consumidor. Ofrecer a nuestros clientes mejores soluciones y experiencias más satisfactorias.

2. Desarrollar la oferta apuntando directamente sólo al público objetivo de ese producto o servicio.

4: Focalizarse en cómo se distribuye/entrega el producto, no en el producto en sí.

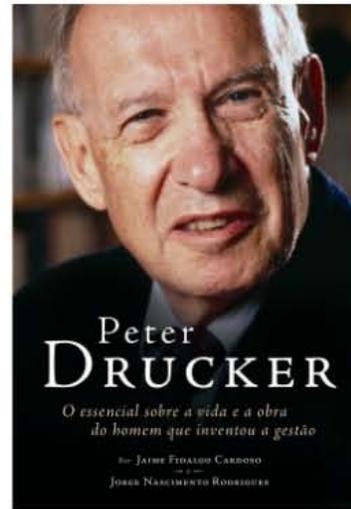
5: Acudir al cliente para crear conjuntamente más valor: el rol de la empresa ha cambiado.

7. Desarrollar métricas y analizar el ROI (Retorno de la Inversión).

## 1969. Peter Drucker.

La mejor estructura no garantizará los resultados ni el rendimiento. Pero la estructura equivocada es una garantía de fracaso.

□ Donde hay una empresa de éxito, alguien tomó alguna vez una decisión valiente.



La tarea de la gerencia es la de capacitar a las personas para que se desempeñen mejor, hacer efectivos sus talentos y aprovechar sus debilidades. De eso se trata cuando se habla de organización y por eso mismo la gerencia es un factor crítico y determinante.

Un negocio no se define por el nombre de la compañía, sus estatutos o su constitución legal. Se define por la medida que el cliente satisface cuando consume un producto o servicio.

La tarea de la gerencia es la de capacitar a las personas para que se desempeñen juntas, hacer efectivas sus fortalezas e irrelevantes sus debilidades. De eso se trata cuando se habla de organización y por esa razón la gerencia es un factor crítico y determinante.

Un negocio no se define por el nombre de la compañía, sus estatutos o su constitución legal. Se define por la necesidad que el cliente satisface cuando compra un producto o servicio.

## 1980. Philip B. Crosby.

Filosofía Crosby:

Cumplir con los  
requisitos.

Prevención.

Cero defectos.

Precio de incumplimiento.

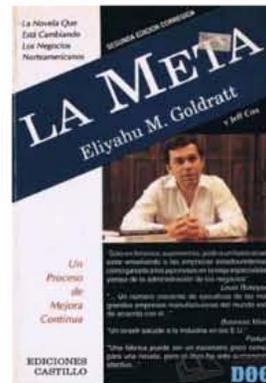
Definición de Calidad:

Conformidad o  
conformancia con los  
requisitos.



# 1980. Eliyahu Golddratt

Toda organización es creada para lograr una meta. Si dicha organización tiene fines de lucro, su meta es “ganar dinero de forma sostenida ahora y en el futuro”. El Doctor Eliyahu M. Goldratt sostuvo que los fabricantes no estaban haciendo un buen trabajo al programar y controlar sus recursos e inventarios.



Una restricción es cualquier elemento que impida al sistema alcanzar la meta de ganar más dinero.

Nueve reglas de programación de la producción.

1. No equilibre la capacidad, equilibre el flujo.
2. El nivel de utilización de un recurso sin cuello de botella no se determina por su propio potencial sino por alguna otra restricción del sistema.
4. Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida para todo el sistema.
5. Una hora ahorrada en un no embotellamiento es un espejismo.
6. Los cuellos de botella rigen tanto demanda atendida como el inventario en el sistema.
9. Las prioridades pueden fijarse únicamente examinando las restricciones del sistema. El plazo se deriva del programa.

# 1985.Masaaki Imai.

Filosofía Kaizen.

La palabra japonesa “kaizen” significa mejora, mejoras sin gastar recursos innecesarios, implicando por igual a dirección y a trabajadores, y aplicando mucho sentido común.



El método japonés propone pequeñas mejoras día a día, de forma continua. El aspecto clave del método Kaizen es que es un proceso de mejora en curso, permanente.

El elemento de Kaizen: Trabajo en equipo, disciplina personal, moral, responsabilidad de calidad, supervisión para mejorar.

El método japonés propone pequeñas mejoras día a día, de forma continua. El aspecto clave del método kaizen es que es un proceso de mejora en curso, interminable.

5 elementos de kaizen: Trabajo en equipo, disciplina personal, moral mejorada, círculos de calidad, sugerencias para mejorar.

# 1990. Mikel Harry Seis Sigma.

Seis Sigma: Es una técnica de mejora continua del proceso (máquina, mano de obra, método, metrología, materiales, ambiente) y reducción de su variabilidad en la búsqueda interminable de cero defectos.



## Beneficios:

1. Alineamiento entre los resultados y la eficacia: la mejora de la calidad de un proceso implica aumento de la rentabilidad para la empresa.
2. Posibilidad de toma de decisiones basadas en datos estadísticos.
3. Desarrollo de una sistemática que promueva el vínculo entre planeamiento estratégico y herramientas estadísticas y de calidad.
4. Busca el Modelo Ideal de Eficiencia de los sistemas.
5. Eliminar de los procesos el valor no agregado.
6. Reducir al mínimo posible la variación natural de los procesos.
7. Procesos robustos, capaces de entregar lo que el cliente demanda.

Actualidad.

¿Qué se espera del  
ingeniero industrial?

DISEÑAR SISTEMAS AUTÓNOMOS,  
FUNCIONALES.

PREDECIR PROBLEMAS POTENCIALES, SER  
CAPAZ DE IMPLEMENTAR PROPUESTAS DE  
MEJORA.

## *LA MEJORA CONTINUA*



**OOOHHH SI!!!**



**INGENIERO INDUSTRIAL**

# Historia de la Ingeniería Industrial.

