

APORTES IMPORTANTES DE LA INGENIERÍA

AUTOR: JOHN CIFUENTES



San Marcos

Introducción	3
Aportes importantes de la ingeniería	4
Enfoques para dar solución a problemas.	6
El proyecto de ingeniería	7
Información acerca de los problemas	9
¿Qué es un problema en ingeniería?	10
Identificación y caracterización de problemas en ingeniería	10
Definir y analizar el problema	11
Herramientas para la identificación y caracterización de problemas	12
Diagrama de Ishikawa (causa-efecto o espina de pescado)	13
Diagrama de Pareto	16
Diagrama de Flujo	17
Bibliografía	21

Aportes importantes de la ingeniería



Leonardo Da Vinci, más conocido en su época como artista, desarrolló muchas ideas pioneras y sus bocetos aún inspiran a ingenieros. La figura 1, muestra el diseño de un puente el cual fue un pedido del sultán Bayezid II (año 1502), con el cual buscaba conectar las ciudades de Estambul y Gálata (BBC.com, 2019).



Leonardo Da Vinci

Fue a la vez pintor, anatomista, arquitecto, paleontólogo, artista, botánico, científico, escritor, escultor, filósofo, ingeniero, inventor, músico, poeta y urbanista.

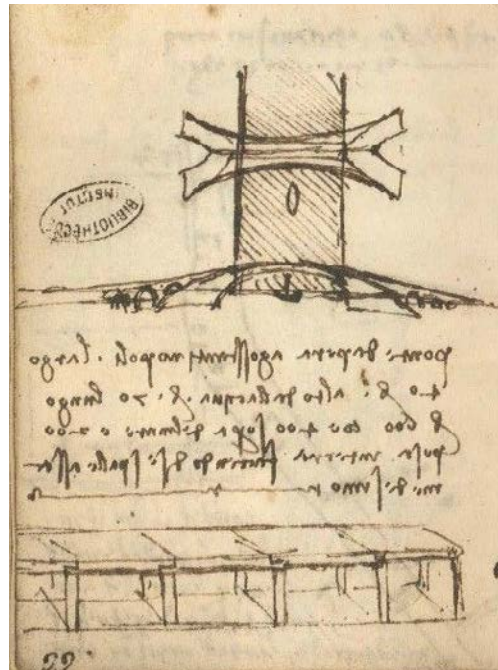


Figura 1. Boceto de puente de Leonardo Da Vinci
Fuente: <http://estructurando.net/2015/04/27/los-seis-puentes-mas-ingeniosos-de-leonardo-da-vinci/>

Estudiantes de ingeniería y arquitectura del reconocido Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) implementaron una réplica de uno de los puentes diseñados por Da Vinci. El puente resultó ser viable y su construcción hubiera suscitado una revolución en la ingeniería de hace cinco siglos, indica BBC News Mundo (2019). En el artículo mencionan que el diseño de Da Vinci también expresa que *no se necesita tecnología sofisticada para generar las mejores ideas*.



Viable

Que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo.



Instrucción

Le invitamos a ingresar a la página principal del eje para complementar este apartado revisando las siguientes actividades:



Video

La Ingeniería al servicio de la humanidad | Elia Mercedes Alonso Guzmán | TEDxUniversidadMichoacana

<https://www.youtube.com/watch?v=DFmHLnert8o>

Podcast

Los problemas que resuelve la ingeniería.

Nube de palabras

Enfoques para dar solución a problemas

Existen varios enfoques que permiten plantear soluciones a problemas, entre los más conocidos están: CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar), PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), Método Científico y Diseño en Ingeniería. Llegar a una solución viable para un problema de ingeniería requiere de pensamiento y acciones coordinadas en un patrón específico y repetitivo (Grech, 2001). No importando el enfoque usado, el punto de inicio es una necesidad, se caracteriza por un problema y finalmente se plantea una solución la cual es implementada, operada y evaluada (ver figura 2).

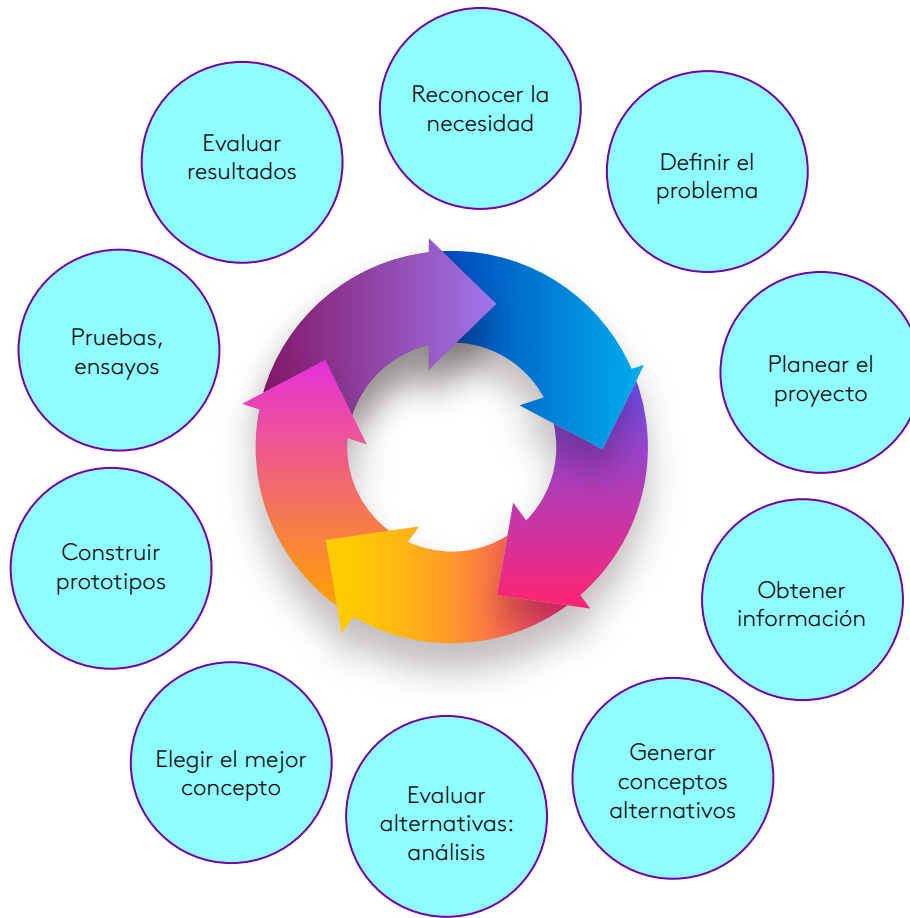


Figura 2. El método del ingeniero
Fuente: propia

El método permite a los ingenieros evaluar y refinar las posibles soluciones. Cada paso define una acción específica que impulsa el proyecto hacia adelante hacia la siguiente etapa.

El proyecto de ingeniería

Comúnmente las soluciones llegan a través de la ejecución de un proyecto, Cuervo Muñoz (2010), menciona los tipos y campos de aplicación del **proyecto de ingeniería** de la siguiente manera: industriales, productos con MC, IPC, software libre y modelos operativos como se evidencia en la figura 3.



Proyecto de ingeniería

Un proyecto es una planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas.

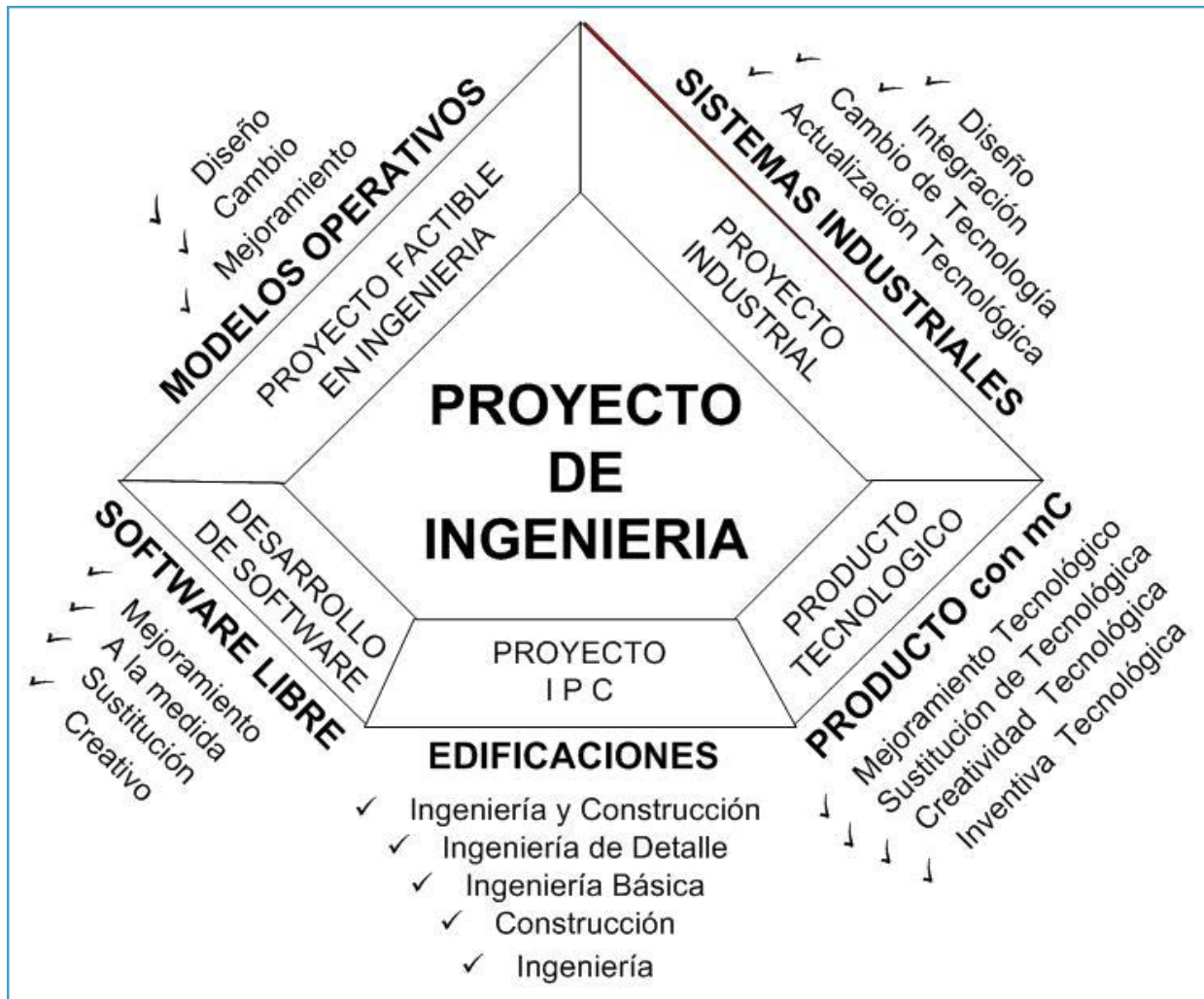


Figura 3. El proyecto de Ingeniería y sus campos de aplicación
Fuente: <http://enseñanzadelaingenieria.blogspot.com/>

La palabra proyecto se aplica en ingeniería como la intención de hacer o ejecutar algo. Un proyecto puede definirse como la intención organizada de convertir una situación actual insatisfactoria en una situación futura deseada. La diferencia entre el deber ser y lo actual es el problema por resolver y el proyecto es el puente que permite llegar a una situación satisfactoria.



Instrucción

Para tener mayor claridad respecto de los aportes de la ingeniería le invitamos desde la página principal del eje a realizar las siguientes actividades:

Control de lectura



Lectura recomendada

Más ingeniería y menos ciencia por favor

Camilo Olaya

La formulación del problema es la primera parte en el diseño del problema.

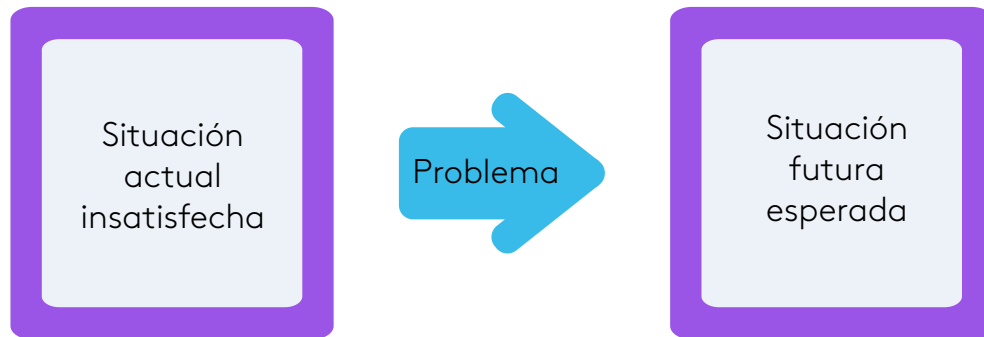


Figura 4. Problema como brecha
Fuente: propia

Los objetivos primordiales en la formulación de un problema son:

- Determinar los requerimientos o necesidades.
- Determinar las restricciones relevantes en cuanto a regulaciones, seguridad, económicas, etc.
- Establecer el criterio de aceptación final.

Información acerca de los problemas

Normalmente se define un problema como algo negativo absolutamente, como se mencionó anteriormente. Un problema puede ser identificado como la diferencia entre lo que es un asunto y lo que debería ser (Nagy & Heaven, 2017).

Para los autores los problemas tienen también sus ventajas:

- En general los problemas son solucionables, parcialmente solucionables, o al menos mejorables.
- Son oportunidades para hacer que sucedan algunas cosas buenas y una motivación para generar cambios.
- Igualmente son desafíos debido a que exigen ir más allá de lo que pensamos que podíamos hacer.



Visitar página

Le invitamos desde la página principal a revisar una descripción completa al respecto mediante la lectura complementaria:

Capítulo 17. Analizar problemas de la comunidad y soluciones.

Nagy & Heaven

<https://ctb.ku.edu/es/tabla-de-contenidos/analizar/analizar-problemas-y-soluciones-en-la-comunidad/proceso-de-solucion-a-los-problemas/principal>

¿Qué es un problema en ingeniería?

En general, se trata de alguna situación precisa que, en el momento en que se logra corregir, aporta beneficios a la sociedad. Definir el problema correctamente es una tarea difícil, decía Einstein, que *"la formulación de un problema es habitualmente más esencial que su solución, que puede ser simplemente una cuestión de destrezas matemáticas"*.

Identificación y caracterización de problemas en ingeniería

Para los ingenieros importan especialmente problemas de tipo tecnológico, un problema tecnológico se presenta cuando un proceso u objeto no satisface las necesidades para la cual fue inventado o simplemente no existe, entonces, hay una necesidad de crearlo; también cuando estos dejan de ser útiles por la evolución y la aparición de nuevas necesidades.

Haciendo uso de la tecnología, el ser humano está capacitado para crear productos y sistemas tecnológicos con los que puede resolver problemas. En ese sentido, debe utilizar conocimientos y habilidades que ha ido obteniendo a lo largo de su historia (Castela & Toresano, 2014).

La forma en la que la tecnología satisface los problemas del ser humano depende de una serie de factores. Para Lupión (2017) estos son:

- Los conocimientos científico-técnicos
- El dibujo técnico
- Los materiales
- Las técnicas de trabajo
- Los factores económicos
- La informática
- El control de máquinas programables, así como en la propia gestión de la empresa.

El Ingeniero en formación debe utilizar el conocimiento tecnológico para reconocer el contexto del problema, el ambiente de la tarea, el dominio del conocimiento al que pertenece, las condiciones, las reglas y criterios que lo restringen, las posibles técnicas y estrategias que se pueden emplear para resolverlo. Muy importante además es definir el estado final o meta a lograr y la ideación de un posible plan para su resolución.

Definir y analizar el problema

Un problema que es determinado sólo parcialmente es más difícil de corregir que un problema que ha sido analizado y precisado con claridad. La forma en que un problema es entendido y redactado tiene un gran impacto en el número, calidad y tipo de soluciones propuestas. Para esto deben tenerse en cuenta:

- La naturaleza de los problemas.
- Aclarar el problema.
- Decidir solucionar el problema.
- Analizar el problema.

Elementos para definir y analizar un problema	Descripción
1. La naturaleza de los problemas	<p>Un problema puede ser simplemente la impresión de que algo debe ser corregido.</p> <p>De forma simple es la diferencia entre lo que es y lo que debería ser.</p>
2. Aclarar el problema	<p>La toma de decisiones efectiva se hace con información, esta es la clave, por lo que debe reunirse información sobre el problema (datos de hechos, inferencia, especulación u opinión).</p> <p>Con la información disponible ya se está listo para redactar una definición amplia de él.</p>
3. Decidir solucionar el problema	<p>Se necesita tomar la decisión de que realmente quiere resolver el problema. Para esto tenga en cuenta los factores más relevantes, algunos incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Frecuencia de ocurrencia del problema ● Número de personas afectadas ● Severidad del efecto ● Importancia del problema percibida por uno y por los otros.
4. Analizar el problema	<p>Una vez definido el problema debe analizarse a fondo.</p> <p>Luego de recabar información debe ponerse atención a los detalles y asegurarse de que todos entienden el problema completamente.</p>

Tabla 1. Elementos para definir y analizar un problema
Fuente: (Nagy & Heaven, 2017)

Herramientas para la identificación y caracterización de problemas

La obtención de diagramas visuales ayuda a procesar, organizar y priorizar la información, de manera que pueda constituirse sobre la base de conocimientos previos. Además, permite identificar ideas erradas y reconocer patrones e interrelaciones en la información (Eduteka.edu.co, 2007).

Entre las herramientas más utilizadas se encuentran el diagrama causa efecto, diagrama de Pareto, diagramas de flujo, etc.



Visitar página

Le invitamos a revisar otras herramientas para la identificación y caracterización de problemas, las cuales pueden ser consultados en el siguiente enlace:

Herramientas para resolución de problemas

<http://www.euskalit.net/pdf/folleto4.pdf>

Diagrama de Ishikawa (causa-efecto o espina de pescado)

Es una herramienta que facilita el identificar, ordenar y desplegar las posibles causas raíz de un problema específico, asimismo ilustra las relaciones entre un resultado y todos los posibles factores que lo generan.

Para construir un diagrama causa efecto Euskalit.net (2019), indica que deben seguirse los siguientes pasos:

1. Detallar el efecto o fenómeno cuyas causas han de ser identificadas.
2. Iniciar la construcción con el efecto en un rectángulo y una flecha horizontal apuntándole.
3. Establecer las posibles causas que aportan al efecto o fenómeno en estudio, tormenta de ideas, proceso lógico.
4. Identificar causas principales.
5. Agregar causas secundarias a cada rama principal.
6. Agregar causas suplementarias a las causas secundarias hasta llegar a causas raíz.
7. Comprobar la "cadena causal".
8. Conclusión.

Está compuesto por una cabeza, una línea principal o columna vertebral, y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal creando un ángulo aproximado de 70° para crear las espinas principales. Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas denominadas espinas (Eduteka.edu.co, 2007).

Una forma muy utilizada por ingenieros industriales para construir este tipo de diagramas es usar como categorías las 6M, estas son: Métodos de Trabajo, Mano de Obra, Materiales, Maquinaria, Medición y Medio Ambiente. En la figura 5 se muestra la estructura general del diagrama.

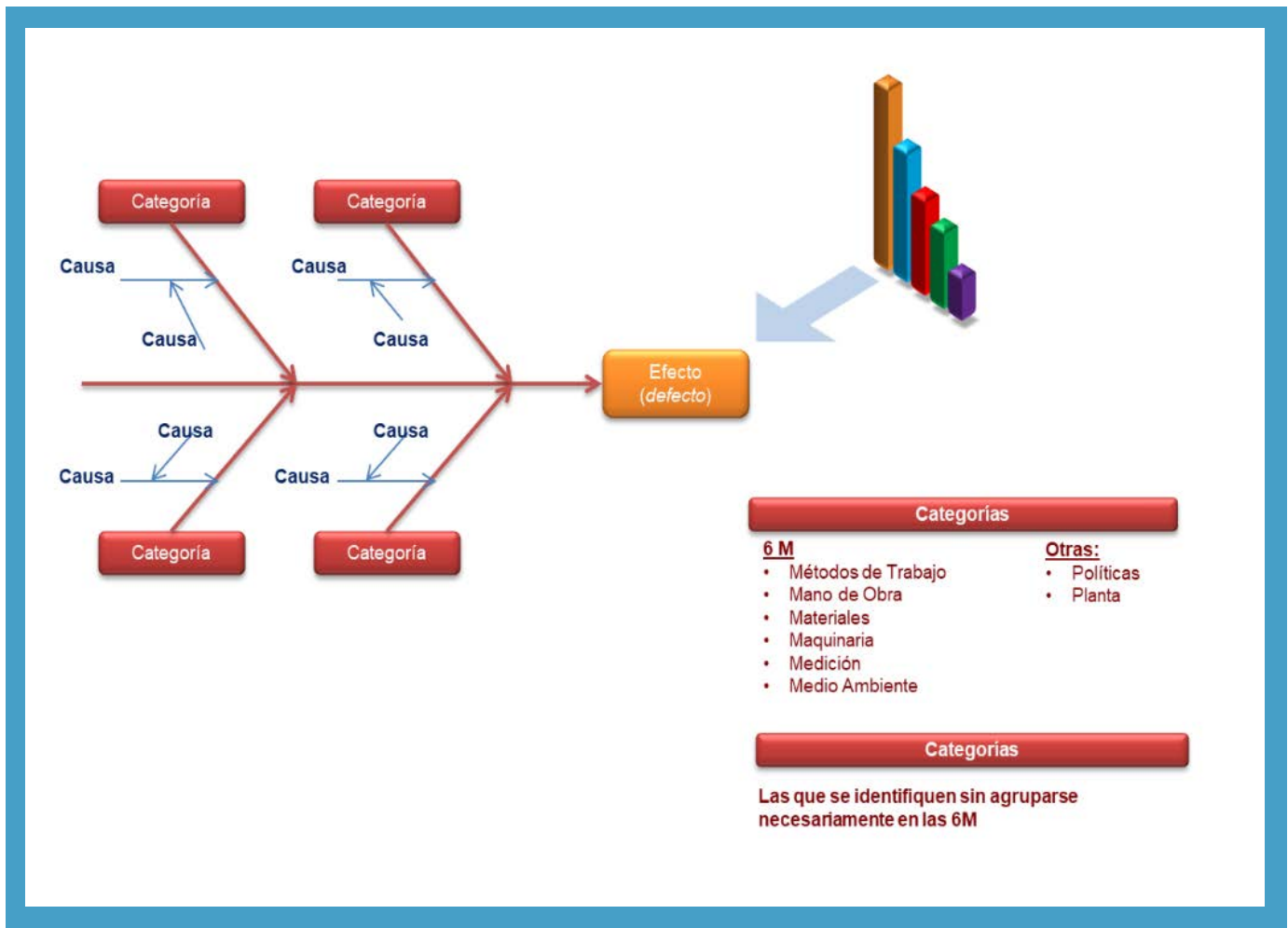


Figura 5. Diagrama de Ishikawa
Fuente: propia

También puede realizarse por **flujo del proceso**:

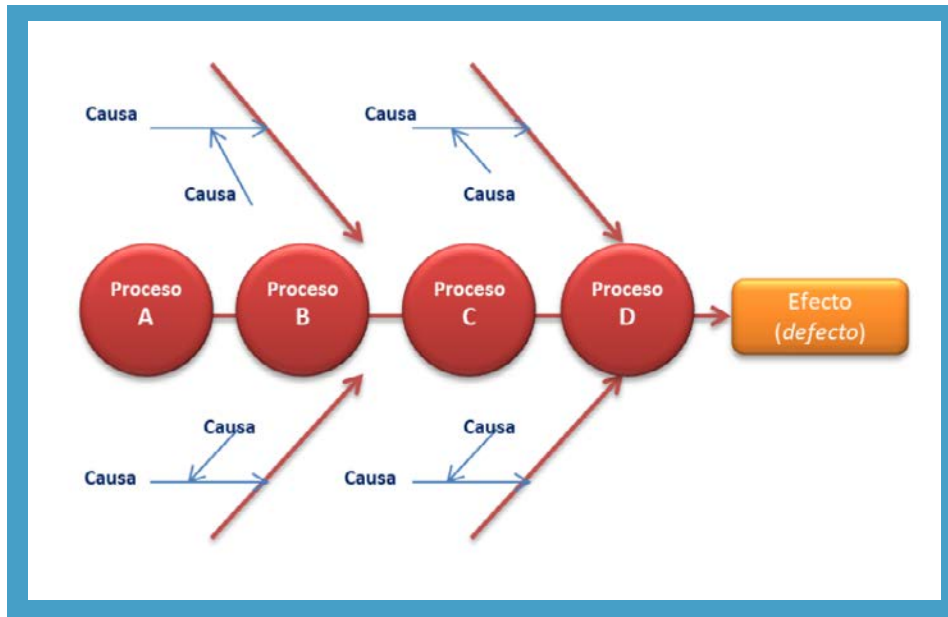


Figura 6. Diagrama de Ishikawa por proceso
Fuente: propia

Como estudiantes podríamos pensar que un bajo rendimiento en matemáticas se da debido a que el profesor “es cuchilla”, un diagrama sobre esta problemática muestra un análisis amplio de la situación. Veamos ...

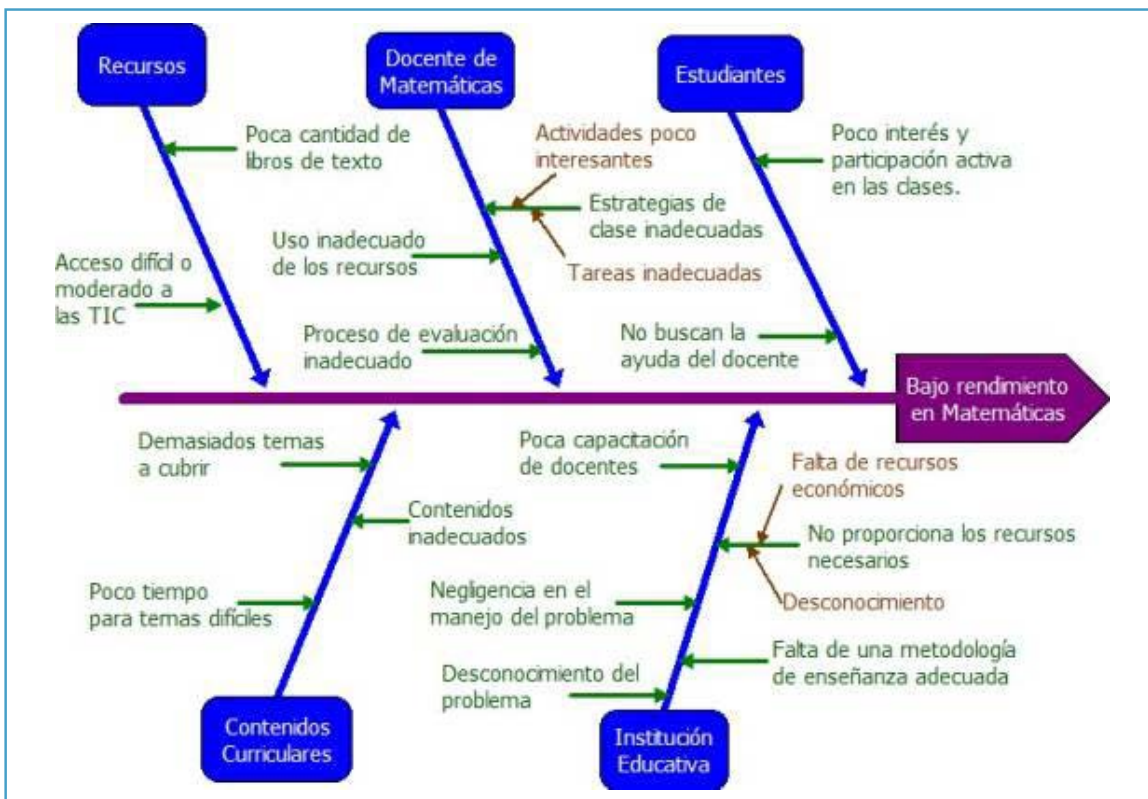


Figura 7. Diagrama de Ishikawa para el bajo rendimiento en matemáticas
Fuente: http://eduteka.icesi.edu.co/imgbd/21/21-14/blankpage_clip_image008.jpg



Visitar página

Le invitamos a revisar este ejemplo a fondo consultando el enlace:

Organizadores gráficos - diagramas causa-efecto

<http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/diagramas-causa-efecto>.



Instrucción

De manera complementaria le invitamos desde la página principal el eje a realizar las siguientes actividades:

Caso simulado:

La agricultura: una prioridad

Demostración de roles

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto fue introducido por Wilfredo Pareto, quien estudió la distribución de la riqueza en su país Italia. La conclusión principal a la que llegó Pareto fue que la mayoría de la población eran dueños de la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población eran dueños de la menor parte de la riqueza (Ingeniería industrial Easy, 2017).

Para construir un diagrama de Pareto deben seguirse los siguientes pasos (Euskalit.net, 2019):

1. Organizar los datos, efectos y factores que aportan al efecto.
2. Calcular las cantidades parciales y totales, así como la organización de los elementos incluidos en el análisis.
3. Computar el porcentaje y el porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular los ejes del diagrama.
5. Dibujar gráfico de barras con las cantidades de efecto de cada factor.
6. Trazar el gráfico lineal correspondiente al porcentaje acumulado.
7. Identificar los "pocos vitales" y los "muchos triviales".

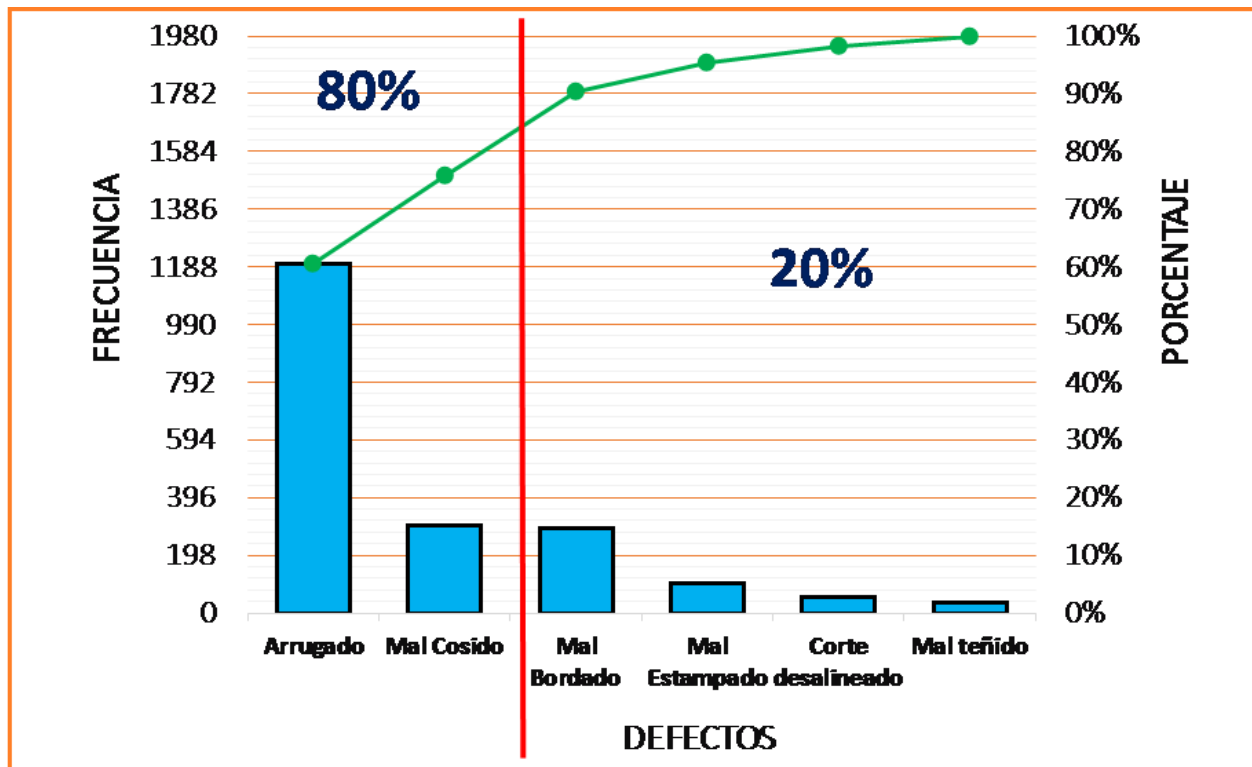


Figura 8. Pareto para productos defectuosos

Fuente: <http://ingenieriaindustrialeasy.blogspot.com/2018/01/el-diagrama-de-pareto.html>



Video

Le invitamos a complementar este apartado revisando desde la página principal la siguiente videocápsula:

Como hacer un diagrama de Pareto en Excel 2016

<https://www.youtube.com/watch?v=X13qrE8AoaQ>

Diagrama de Flujo

Es una metodología ideal en la cual un proceso va a ser analizado, se usa para representar la mayoría de los elementos de un proceso. Los elementos básicos pueden incluir las tareas u operaciones, flujos de material o clientes, puntos de decisión, almacenamiento y colas. Por su parte, un proceso toma insumos y los transforma en productos que se espera tengan un valor más alto para ellos que los insumos iniciales.

Preliminarmente es necesario establecer los participantes adecuados en la construcción, para esto debe organizar la logística para el trabajo teniendo en cuenta: Información a participantes, superficie y material de escritura. Los elementos básicos de un diagrama de flujo son cuatro y se muestran a continuación.

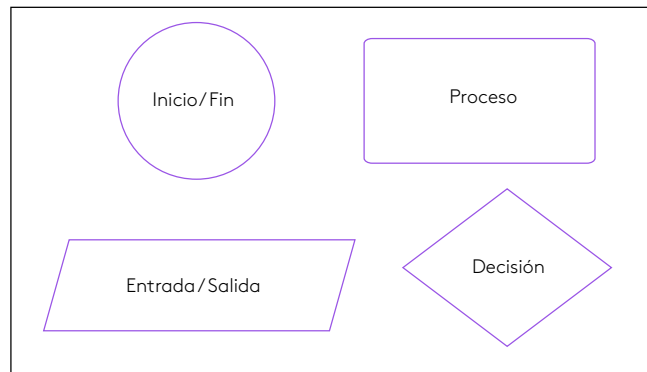


Figura 9. Cuatro elementos básicos de un diagrama de flujo
Fuente: propia

Se tienen seis (6) pasos para su construcción:

Paso	Descripción del paso	Detalle del paso
1.	Definir la utilización y el resultado esperado	Grado de detalle Forma de diagrama
2.	Definir los límites del proceso objeto de estudio	Inicial Final
3.	Esquematar el proceso	Se esquematiza en grandes "bloques" o áreas de actividad
4.	Identificar y documentar los pasos del proceso	Secuencialmente uno a uno Preguntas <ul style="list-style-type: none"> • ¿Existen entradas significativas asociadas al paso? • ¿Existen resultados significativos como consecuencia de este paso? • ¿Cuál es la actividad inmediatamente posterior?
5.	Tratamiento de bifurcaciones o controles	Selección rama habitual Retroceso hasta completar
6.	Revisar el diagrama completo	Comprobación de pasos Comprobación de bucles Comprobación de bifurcaciones

Tabla 2. Pasos para la construcción de un diagrama de flujo
Fuente: propia

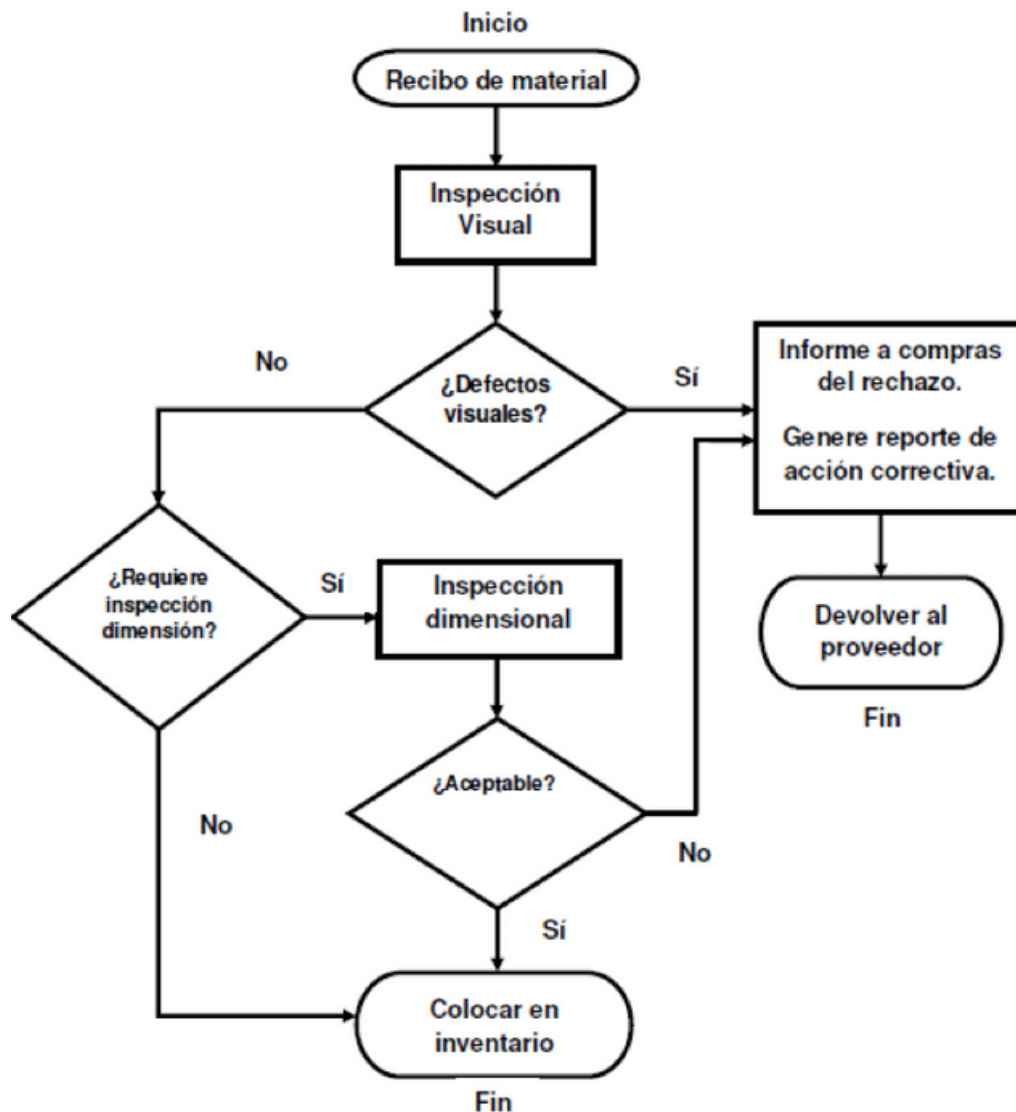


Figura 10. Ejemplo de diagrama de flujo
 Fuente: <https://www.emprender-facil.com/wp-content/uploads/2014/12/diagramasflujos6.png>



Visitar página

Le invitamos a afianzar este apartado sobre los datos acerca de diagramas de flujo, características y tipos, así como otros ejemplos consultando el siguiente enlace:

Diagramas de flujo, características y tipos

<https://sites.google.com/site/procesosdemanufacturaetlc/manufactura/diagramas-de-flujo-caracteristicas-y-tipos>

Conclusión

Los ingenieros son personas creativas que emplean las matemáticas, principios científicos, las propiedades de los materiales, métodos y herramientas computacionales para diseñar nuevos productos y resolver los problemas de la humanidad.

Los ingenieros exitosos:

- Poseen habilidades en comunicación y conformación de equipos.
- Comprenden las leyes fundamentales de la física y las matemáticas.
- Aplican las leyes físicas, químicas y matemáticas para diseñar, desarrollar, probar y supervisar la fabricación de millones de productos y servicios.
- Tienen en cuenta factores clave como la sostenibilidad, la eficiencia, el costo, la confiabilidad y la seguridad.
- Se capacitan permanentemente.
- Tienen vocación de servicio hacia los demás.

Abet.org. (2019). *Líderes en educación STEM honrados en la celebración de los Premios ABET 2019*. Obtenido de <https://www.abet.org/>

BBC.com. (11 de octubre de 2019). *El revolucionario puente diseñado hace 500 años por Leonardo da Vinci recreado por ingenieros del MIT*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50015555?ocid>

Castela, P., & Toresano, G. (2014). *El proceso tecnológico*. Obtenido de <http://investigacioningenieriaeconomica.blogspot.com/search?q=proceso+tecnol%C3%B3gico>

Cuervo Muñoz, W. (agosto de 2010). *Proyecto de ingeniería*. Obtenido de <http://enseñanzadelaingeniería.blogspot.com/>

EduTEKA.edu.co. (1 de marzo de 2007). *Definición de Diagrama Causa-Efecto + Ejemplo*. Obtenido de <https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/4/103/721/1>

Euskalit.net. (2019). *Herramientas para resolución de problemas*. Obtenido de <http://www.euskalit.net/pdf/folleto4.pdf>

Grech, P. (2001). *Introducción a la Ingeniería. Un enfoque a través del diseño*. Colombia: Prentice Hall, Pearson .

Ingeniería industrial Easy. (11 de marzo de 2017). *Como hacer un diagrama de Pareto en Excel 2016*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=X13qrE8AoaQ>

Lupión, F. (17 de julio de 2017). *¿Qué es la tecnología?* Obtenido de <http://www.tallerdetecnologia.es/joomla37/index.php>

Nagy, J., & Heaven, C. (2017). *Sección 1. Introducción al proceso de solución de problemas*. Obtenido de <https://ctb.ku.edu/es/tabla-de-contenidos/analizar/analizar-problemas-y-soluciones-en-la-comunidad/proceso-de-solucion-a-los-problemas/principal>

TEDx Talks. (2 de julio de 2018). *La Ingeniería al servicio de la humanidad | Elia Mercedes Alonso Guzmán | TEDxUniversidadMichoacana*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=DFmHLnert8o>



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica