



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS LAGOS / DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE LA
BIO DIVERSIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA / DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
EXACTAS Y TECNOLÓGICAS / LABORATORIOS DE INGENIERÍAS

Manual de Proyectos

DISEÑO MECATRONICO

LABORATORIO DE MINI-ROBOTICA

ENRIQUE DÍAZ DE LEÓN S/N COL. PASEOS DE LA MONTAÑA, LAGOS DE MORENO, JALISCO.
TEL. Y Fax: +52 (474) 742 36 78, 742 43 14 Fax ext 6527
www.lagos.udg.mx

Contenido

I.- Introducción

II.- Fundamentos

Mecatrónica

Diseño

Problema

Proyecto

III.- Metodologías

Lluvia de Ideas

Análisis Morfológico

Enumeración de Atributos

Diagrama de Ishikawa

Análisis de Pareto

Método Científico

IV.- TRIZ

V.- Prácticas Propuestas

Generalidades y Diseño

- 1.- Ciencia e Ingeniería
- 2.- Tipo de Problemas
- 3.- Situación Problemática
- 4.- Proceso de Diseño
- 5.- Restricciones
- 6.- Metodologías
- 7.- Metodologías (continuación)
- 8.- Desarrollo de la Creatividad

TRIZ

- 9.- Sistema Tecnológico
- 10.- Matriz de Contradicción
- 11.- Sustancia – Campo
- 12.- Análisis de Funciones

Proyecto

- 13.- Objetivos y Justificación
- 14.- Especificaciones y Restricciones
- 15.- Plan de Trabajo

VI.- Referencias

INTRODUCCIÓN

Para cualquier Ingeniería el ser capaz de generar y concretar proyectos es primordial, más sin embargo, uno de los principales obstáculos en la realización de la idea por emprender, es el no definir correctamente la problemática que se pretende solucionar, por lo que este manual tiene como finalidad presentar a los usuarios diversas técnicas para plantear y solucionar problemas. Así como presentar varias Metodologías con las que se pueden servir como herramientas para lograr desglosar el problema que se pretende solucionar y vislumbrar opciones para hacerlo más rápidamente.

Este compendio de información se genera con la finalidad de que los alumnos de la materia Diseño Mecatrónico del CULagos puedan encontrar referencias a métodos y ejemplos, simples pero sin duda útiles, para ampliar su visión al momento de realizar proyectos.

No se descarta la opción de que algún interesado en el área lo use, aún sin que lo aplique para una materia en específico, ya que el tipo de conocimiento que aquí se presenta puede ser utilizado por cualquier persona para plantearse soluciones de diversa índole.

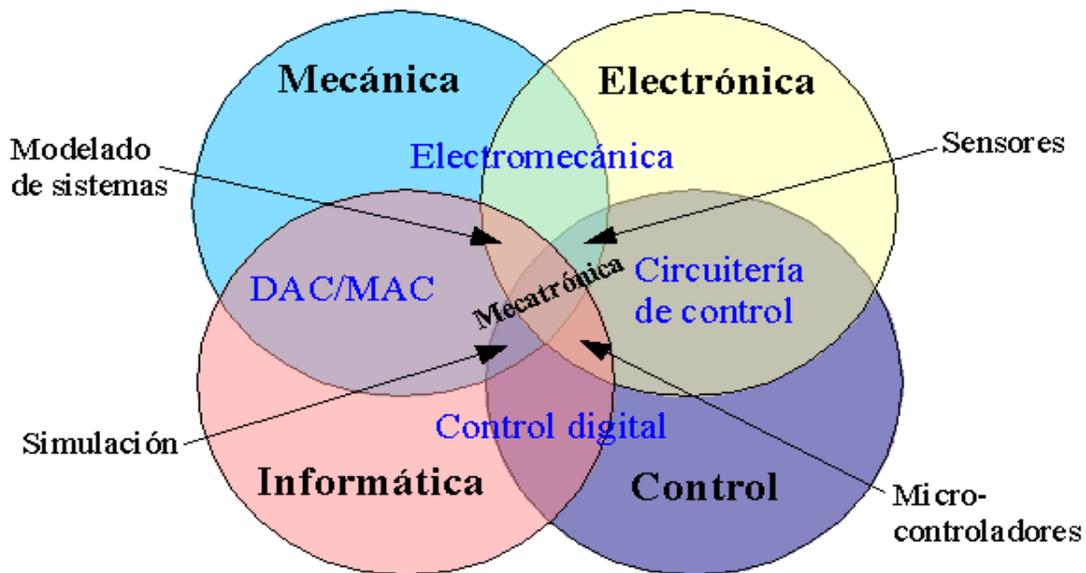
Ing. Diana Costilla López
Lab. Mini-Robótica

FUNDAMENTOS

Mecatrónica

“La **Mecatrónica** surge de la combinación sinérgica de distintas ramas de la Ingeniería, entre las que destacan: la Mecánica de precisión, la Electrónica, La Informática y los Sistemas de Control. Su principal propósito es el análisis y diseño de productos y de procesos de manufactura automatizados.*

El término "Mecatrónica" fue introducido por primera vez en 1969 por el Ingeniero Tetsuro Mori, trabajador de la empresa japonesa Yaskawa. En un principio se definió como la integración de la mecánica y la electrónica en una máquina o producto, pero luego se consolidó como una especialidad de la ingeniería e incorporó otros elementos como los sistemas de computación, los desarrollos de la microelectrónica, la inteligencia artificial, la teoría del control y otros relacionados con la informática, estabilidad y factibilidad. Teniendo como objetivo la optimizar los elementos industriales a través de la optimización de cada uno de sus subprocesos con nuevas herramientas sinérgicas.



La definición de mecatrónica propuesta por J.A. Rietdijk: "**Mecatrónica es la combinación sinérgica de la ingeniería mecánica de precisión, de la electrónica, del control automático y de los sistemas para el diseño de productos y procesos para una producción con mayor plusvalía y calidad**".*

Un sistema mecatrónico es aquel sistema digital que recoge señales, las procesa y emite una respuesta por medio de actuadores, generando movimientos o acciones sobre el sistema en el que se va a actuar: *Los sistemas mecánicos están integrados con sensores, microprocesadores y controladores.* Los robots, las máquinas controladas digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, etc. se deben considerar como sistemas mecatrónicos.*”

Diseño

Diseñar es un plan para satisfacer una demanda humana.

El diseño puede clasificarse en diversas ramas, según el objeto en cuestión o haciendo referencia al campo profesional.

A diferencia de los problemas matemáticos o puramente científicos, los problemas de diseño no tienen una sola respuesta correcta en todos los casos. Todo problema de diseño siempre está sujeto a determinadas restricciones para su resolución.

Un problema de diseño no es un problema hipotético.

Todo diseño tiene un propósito concreto: *obtener un resultado final al que se llega mediante una acción determinada o por la creación de algo que tiene realidad física.*

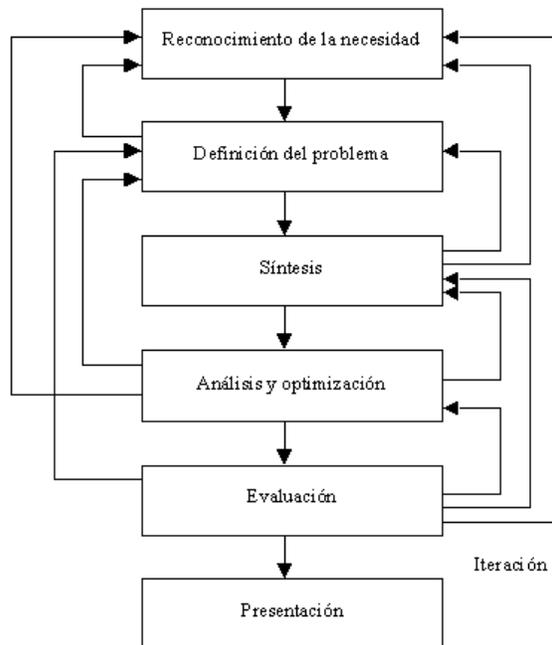
En Ingeniería el término diseño puede tener diferentes significados para distintas personas. Algunos consideran al diseñador como el técnico que dibuja en todos sus detalles un engrane, u otros elementos de una máquina. Otros creen que el diseño es la creación de un sistema complejo, una red de comunicaciones como ingeniería de sistemas o aplicación de la teoría de decisiones.

No importa qué palabras describan la función de diseñar; en Ingeniería es también el proceso en el que se utilizan principios científicos y métodos técnicos (matemáticos, computación electrónica, métodos gráficos y lenguaje común), para llevar a cabo un plan que satisfaga cierta necesidad o demanda.

El diseño en Ingeniería Mecánica es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: máquinas, aparatos, estructuras dispositivos e instrumentos. Principalmente se utilizan las matemáticas, la ciencia de los materiales y la ciencia mecánica aplicada.

El diseño en la Ingeniería Mecánica no solo abarca el diseño mecánico sino todas las disciplinas, incluso las térmicas y de los fluidos.

Se describe el proceso total de diseño, comenzando con la identificación de una necesidad y una decisión al respecto. El proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad.



Identificar la necesidad y expresarla con determinadas palabras es una actividad bastante creativa.

Hay una diferencia entre el planteamiento de la necesidad y la definición del problema. El problema es más específico.

La *definición del problema* debe abarcar todas las condiciones para el objeto que ha de ser diseñado.

Las condiciones o especificaciones son las cantidades de entrada y de salida, las características y dimensiones del espacio que deberá ocupar el objeto, y todas las limitaciones a estas cantidades.

Una vez que se ha definido el problema y obtenido un conjunto de especificaciones implícitas formuladas por escrito, el siguiente paso en el diseño, es la *síntesis* de una solución óptima.

Esta síntesis no podrá ser efectuada antes de hacer el análisis y la optimización debido a que se debe analizar el sistema a diseñar, con el fin de determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones.

El análisis podría revelar si el sistema no es óptimo. Si el diseño no resulta satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis debe reiniciarse.

Para el *análisis y la optimización* se requiere que se ideen o imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de análisis matemático (“*modelos matemáticos*”).

De ellos se espera obtener alguno que plasme lo mejor posible el sistema físico real.

La *evaluación* es una fase significativa del proceso total de diseño. Es la demostración definitiva de que un diseño es acertado, y por lo general, incluye pruebas de un prototipo en el laboratorio. En este punto se observa si el diseño satisface realmente la necesidad o necesidades que lo inspiraron.

La *presentación* es una tarea de venta. Cuando los diseñadores venden una nueva idea, también venden su función como creadores.

Solo hay tres medios de comunicación que se pueden utilizar: la comunicación escrita, oral y la gráfica. En consecuencia todo ingeniero con éxito en su profesión tiene que ser técnicamente competente y hábil al emplear las tres formas de comunicación.

No importa ante quien se planee una presentación, la exposición debe ser lo más completa y clara posible, pues esa es su finalidad.

Esto se refiere a una característica que influye en el diseño de un elemento o, quizá de todo el sistema. Se tienen que tomar en cuenta varios de estos factores en un caso de diseño determinado.

Algunos de los más importantes se mencionan a continuación:

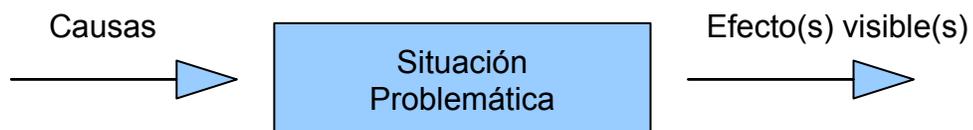
- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1 Resistencia | 2 Confiabilidad |
| 3 Propiedades térmicas | 4 Corrosión |
| 5 Desgaste | 6 Fricción |
| 7 Procesamiento | 8 Utilidad |
| 9 Costo | 10 Seguridad |
| 11 Peso | 12 Duración |
| 13 Ruido | 14 Esterilización |
| 15 Forma | 16 Tamaño |
| 17 Flexibilidad | 18 Control |
| 19 Rigidez | 20 Acabado de superficies |
| 21 Lubricación | 22 Mantenimiento |
| 23 Volumen | 24 Responsabilidad legal |

Problema

Un **problema** es todo aquello cuya solución se desconoce; ese desconocimiento puede ser para un grupo de personas o para la humanidad. Por ejemplo, la contaminación del medio ambiente sigue siendo un problema para la humanidad, aunque se hayan planteado soluciones parciales al mismo.

También se habla de situaciones problemáticas: aquellas que encierran un problema. A diferencia con el problema es que en ésta todavía no se conoce cuál es el problema que la origina; solamente se perciben indicios o síntomas de que existe algún problema, el cual deber ser encontrado para identificarlo o no se podrá resolver.

Para resolver un problema es primordial definirlo previamente, con el objeto de que la solución corresponda exactamente al que se planteó y no a uno diferente.



Relación causa efecto.

Proyecto

Para realizar el proyecto se sugiere contar con los siguientes elementos:

- Planteamiento o definición del Problema
- Antecedentes
- Justificación
- Marco Teórico
- Objetivos
- Restricciones y Condiciones específicas
- Metodologías
- Plan de Trabajo
 - a) Desarrollo de Actividades o Pasos a seguir
 - b) Diseño (Gráfico)
 - c) Materiales utilizados
 - d) Construcción
 - e) Programación
 - f) Pruebas realizadas
- Cronograma de Actividades
- Referencias Bibliográficas
- Y por supuesto el Prototipo funcionando

METODOLOGÍAS

Para llegar a la solución de algún problema, frecuentemente se emplean metodos como la prueba y error, la lluvia de ideas, el análisis morfológico o la enumeración de atributos, lo que permite a los miembros del grupo desarrollador plantear sus ideas y enriquecerlas con las de los demás. Sin embargo existe el inconveniente de que puede volverse un trabajo largo y que abre bastantes ramificaciones del problema y no se llega a una solución óptima de una forma rápida.

Dichos métodos son impredecibles, poco confiables y pueden aportar una solución, a un problema de inventiva o innovación tecnológica, en un día, una semana, un mes o nunca. por otra parte, para problemas con un alto grado de dificultad son completamente inútiles.

Se tienen por otro lado, el Diagrama de Ishikawa, el Diagrama de Pareto y el Método Científico, los cuales son formas sistemáticas de desglosar el problema y hubicar una ruta para la solución de una forma ordenada, pretendiendo encontrar dicha solución de una forma mucho más rápida y eficiente.

1. **Lluvia de ideas**

Mecanismo en el cual varios involucrados dan a conocer sus ideas, para de allí generar propuestas, posteriormente descartar las menos viables y así obtener una conclusión.

2. **Análisis Morfológico**

Consiste en un análisis estructural del producto; se separan las dimensiones más importantes de un problema y después se estudian todas las relaciones existentes entre ellas considerando cómo se va a transportar el producto hasta su destino. Con esto se generan cientos o miles de alternativas.

3. **Enumeración de Atributos**

Consiste en hacer un listado de los atributos o propiedades del producto y posteriormente modificar algunos de ellos para buscar una nueva combinación que lo perfeccione.

4. **Diagrama de Espina de Pescado**

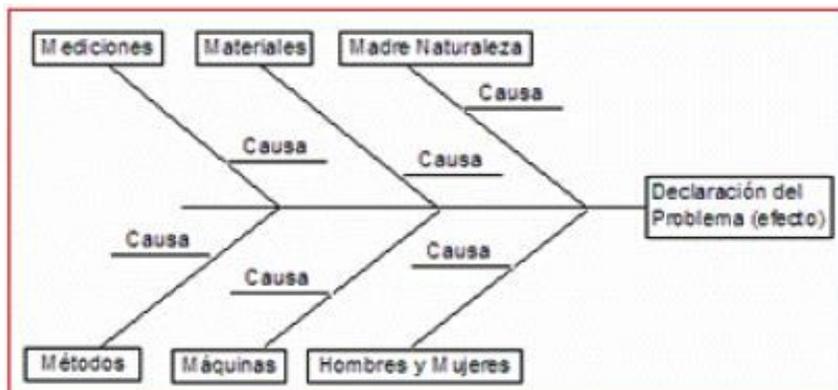
También conocido como diagrama de *Ishikawa*.

El procedimiento para llenar el diagrama es el siguiente:

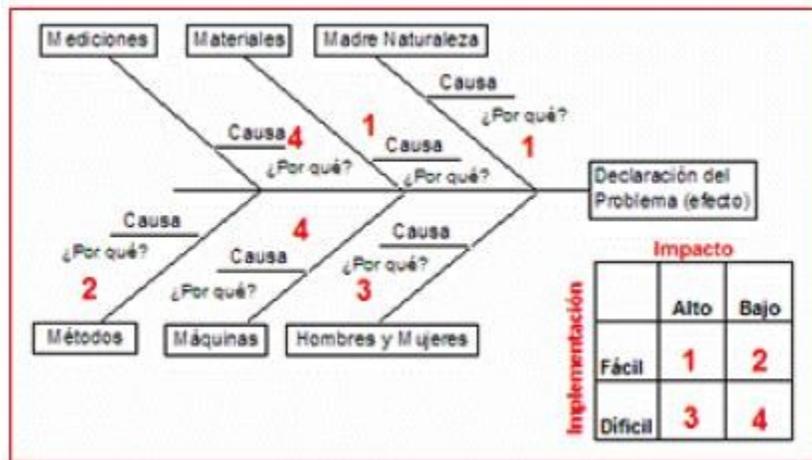
- Se analiza el problema detenidamente; se hace una lista de las posibles causas para cada una de las categorías establecidas.
- Para cada posible causa se agrega una espina que sale de la espina mayor de la categoría.
- Para cada una de las posibles causas se lleva a cabo el procedimiento de eliminación descrito anteriormente para quedarse con las causas posibles.

Para empezar, decide cual característica de calidad, salida o efecto quieres examinar y continua con los siguientes pasos:

- Dibuja un diagrama en blanco.
- Escribe de forma breve el problema o defecto.
- Escribe las categorías que consideres apropiadas a tu problema: **máquina, mano de obra, materiales, métodos**, son los más comunes y aplican en muchos procesos.
- Realiza una lluvia de ideas (brainstorming) de posibles causas y relacionalas a cada categoría.



- Pregúntale ¿por que? a cada causa, no más de dos o tres veces.
- Empieza por enfocar tus variaciones en las causas seleccionadas como fácil de implementar y de alto impacto.



5. **Análisis de Pareto**

La aplicación del método de Pareto implica identificar de alguna manera las causas más importantes. Para ello se parte del diagrama de espina de pescado, y a continuación se aplica algún procedimiento para clasificar las causas basándose en su frecuencia de aparición.

6. **Método Científico**

- Identificar una anomalía
- Recolectar datos significativos
- Análisis de los mismos
- Elaborar una explicación o hipótesis
- Predecir eventos futuros con base a la hipótesis
- Elaborar experimentos para comprobar las predicciones
- Modificar la hipótesis y repetir los pasos anteriores (en caso de ser necesario)
- Convertir la hipótesis en teoría.

TRIZ

TRIZ es una teoría sobre la cual se ha desarrollado una metodología, un conjunto de herramientas basados en modelos para la generación de ideas y soluciones innovadoras para resolver problemas. TRIZ provee de herramientas y métodos para usarse en formulación de problemas, análisis de sistemas, análisis de fallas y patrones de evolución. TRIZ nace del análisis de miles de documentos de patentes, de los cuales se extraía el problema y la solución aportada. La

presencia de ciertas pautas inventivas repetidas en distintos sectores, el acceso al conocimiento externo al problema y la evolución de las tecnologías, sentaron las bases para la metodología. TRIZ reposa sobre un sistema de pensamiento dialéctico, que complementa lo anterior con la evolución constante de los sistemas y la presencia y resolución de contradicciones técnicas. A diferencia de técnicas como Tormenta de Ideas, la cual está basada en la generación de ideas aleatorias, anima a crear un enfoque algorítmico para la invención de nuevos sistemas y el refinamiento de viejos.

Dicho algoritmo se puede resumir en los siguientes pasos:

- Ante un problema determinado, "MI PROBLEMA" hay que reconocer sus elementos y su modelo, entrando en la fase conceptual "PROBLEMA MODELO".
- TRIZ ha organizado sus herramientas para que a partir de un modelo de problema, se pueda identificar un modelo de solución "MODELO DE SOLUCIÓN".
- A partir de ahí TRIZ no aporta muchos elementos para pasar de la solución conceptual y abstracta a una aplicación concreta "MI SOLUCIÓN".

La Innovación Tecnológica en la Historia de la Humanidad:

Desde los albores de la humanidad, la invención de herramientas, en especial utensilios de cocina y armas, ha sido la base fundamental para la supervivencia y el éxito de los seres humanos, en cualquier excavación arqueológica, de asentamientos humanos, se encuentra evidencia de la necesidad imperiosa por inventar o innovar del hombre. desde cuchillos de hueso, madera u obsidiana hasta lanzas con punta metálica.

La innovación tecnológica permitió a los "hombres de cromagnon" sobrevivir exitosamente mientras que los "neandertales" sucumbieron por su falta de capacidad intelectual para enfrentarse los dramáticos cambios externos, a pesar de su gran fortaleza física que fácilmente superaba a los primeros hombres prehistóricos.

NO TODOS LOS INVENTOS TIENEN EL MISMO GRADO DE DIFICULTAD

Niveles de Invención o Innovación Tecnológica según TRIZ:

Nivel 1: Se refiere a soluciones elementales que casi cualquier persona puede resolver, por ejemplo: Se requiere eliminar la pérdida de calor en una tubería que conduce vapor. La solución es aislar dicha tubería.

Nivel 2: Mejora menor a un sistema tecnológico, por ejemplo: Se producían muchos accidentes, en los primeros automóviles, debido a que el conductor no podía ver hacia atrás, la solución fue instalar un espejo retrovisor.

Nivel 3: Mejora mayor a un sistema tecnológico, por ejemplo: el desarrollo de la transmisión automática en los automóviles.

Nivel 4: Verdadera invención y un cambio en la forma de hacer las cosas, por ejemplo: el desarrollo de los materiales con “memoria térmica”, los cuales se deforman cuando se calientan pero vuelven a su forma original cuando se enfrían. Otro ejemplo son las aleaciones súper conductoras de la electricidad.

Nivel 5: Verdadero descubrimiento trascendental en la tecnología, por ejemplo: el rayo LASER, la fisión del átomo, etc.

Conclusiones:

- Existe una serie de métodos convencionales para inventar o innovar tecnológicamente.
- Entre los más conocidos se encuentran: “Iterativo”, “Tormenta de Ideas” y “Análisis Morfológico”.
- Todos ellos pueden aportar ideas innovadoras o generar inventos en unas cuantas horas, en días, semanas, meses o nunca, dado que no siguen una Metodología sistemática y lógica hacia la solución real.
- En la mayoría de ellos es necesario contar con un grupo de personas, las cuales intercambian ideas de manera caótica.
- Todos los sistemas descritos son poco efectivos cuando se enfrentan problemas de innovación tecnológica en los niveles tres o superiores en grado de dificultad.

Tipos de Innovaciones Tecnológicas por su Impacto Social:

A.- MENOR.

Solamente representa una mejora a un sistema tecnológico ya existente.

Por ejemplo: El espejo retrovisor de los primeros automóviles, las llantas sin cámara, la máquina de afeitar de dos hojas, el abrelatas giratorio, etc. No impactan mucho a la sociedad.

B.- MAYOR O DISRUPTIVA.

Son innovaciones que cambian por completo la forma de hacer algo y producen que un sistema tecnológico desaparezca o pierda su dominio en el mercado.

Por ejemplo: La regla de cálculo eliminó al ábaco, las calculadoras portátiles desplazaron a la regla de cálculo, las computadoras dieron un fuerte golpe a las máquinas de escribir, el automóvil de combustión interna sustituyó a los carruajes

tirados por caballos. A éste tipo de innovaciones también se les llama “asesinas” (*killer innovations*), debido a que eliminan sistemas tecnológicos rápidamente.

Principios Básicos de la Evolución de los Sistemas Tecnológicos o de las Funciones que Desarrollan:

Etapas:

- Infancia.
- Juventud o Crecimiento Acelerado.
- Madurez.
- Senectud u Obsolescencia.

Hay quienes proponen incluir el Nacimiento del Sistema Tecnológico, pero hay que tener cuidado con esto ya que muchas veces, no estamos Descubriendo o generando la idea, sino modificándola así que no nos competaría la etapa de Nacimiento.

Clasificación General de los Sistemas Tecnológicos:

LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS SE CLASIFICAN EN:

- SISTEMA TECNOLÓGICO ESTUDIADO.
- SUBSISTEMA TECNOLÓGICO.
- SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO.

TABLA DE LAS 9 CELDAS, TAMBIÉN LLAMADO “Operator system”

SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO	SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO	SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO
SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL	SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL	SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL
SUB SISTEMA TECNOLÓGICO	SUB SISTEMA TECNOLÓGICO	SUB SISTEMA TECNOLÓGICO
PASADO	PRESENTE	FUTURO



Problemática de la Innovación Tecnológica

En la gran mayoría de las organizaciones, se pretende “solucionar” un problema de innovación tecnológica mediante “*COMPROMISOS TOLERABLES*”, entre un aspecto del sistema tecnológico y otro, lo cual, desde el punto de vista de triz, eso en realidad no es innovar.

Por ejemplo: Se desea aumentar la potencia de un automóvil a cambio de un mayor gasto de combustible. en general, se acepta dicho compromiso hasta un cierto nivel. el enfoque de triz es completamente distinto, es decir, se aumenta la potencia del vehículo sin mayor consumo de combustible haciendo uso de los principios de inventiva. en otras palabras, triz emplea la estrategia de “ganar-ganar”.

TRIZ señala que: *“cuando se quiere innovar en un sistema tecnológico, siempre surgiran contradicciones entre los parámetros de dicho sistema por lo cual, el verdadero innovador las elimina sin tener que recurrir a compromisos”*.

Contradicción Típica, en un sistema tecnológico, cuando se requiere mejorar su desempeño mediante la “innovación convencional”: (sin emplear TRIZ).

Tipos de Contradicciones según TRIZ:

- **CONTRADICCIONES TÉCNICAS:** Son aquellas que surgen entre dos parámetros, “A” y “B”, de un sistema tecnológico, por ejemplo:

El caso ya visto del ruido de la podadora de pasto: Se desea reducir el nivel de ruido en el escape, atributo deseable, pero al colocar uno más grande de aumenta el peso del equipo, atributo indeseable.

Las contradicciones técnicas se resuelven planteando adecuadamente el problema y empleando la “matriz de contradicción”.

- **CONTRADICCIONES FÍSICAS:** Se generan cuando un parámetro “A”, de un sistema tecnológico, entra en contradicción consigo mismo, por ejemplo:

En una fábrica de vidrio, un cliente solicita láminas muy delgadas (2 mm. de espesor) de ese producto, que tengan las esquinas redondeadas y pulidas. Durante el corte y el pulido se produce el rompimiento de muchas de ellas. La contradicción física es que: las láminas deben ser delgadas por que así lo requiere el cliente (atributo deseable), pero al mismo tiempo deben ser gruesas para evitar su ruptura (atributo indeseable para el cliente).

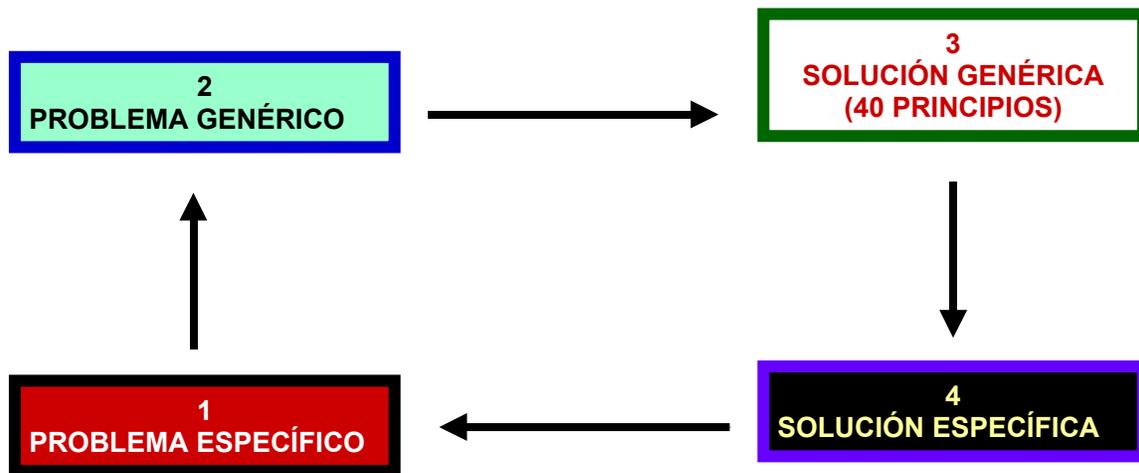
Solución: Apilar muchas láminas delgadas para redondear sus esquinas y pulirlas.

Las contradicciones físicas se solucionan mediante una o varias de las siguientes estrategias:

1. Separación en el espacio.
2. Separación en el tiempo.
3. Separación entre las partes y el todo.
4. Separación de acuerdo a una condición o característica.
5. Aplicación de algún campo.

¿En qué se fundamenta el empleo de los 40 principios de inventiva?

RESPUESTA: En que cuando se enfrenta un problema específico, hay soluciones genéricas (40 principios de inventiva) que aplicados adecuadamente, aportan la o las soluciones más adecuadas al problema en cuestión.



Existe una variante de TRIZ que se llama ASIT, la cual maneja menos principios de inventiva y trata de simplificar el proceso mediante la simplificación de algunos elementos.

Otro tipo de Métodos enfocados más al sector de la calidad y que resultan útiles sobre todo para quienes se dediquen al sector industrial, son el QFD (Quality Function Deployment), 6σ (seis sigma) y la Lean Production (Producción Esbelta). Estos temas no se incluyen en este manual.

Prácticas Propuestas

A continuación se presentan ejemplos de diversas situaciones problemáticas que pretenden servir como práctica a fin de utilizar lo explicado anteriormente, y permitir implementar varios métodos y enfoques para lograr proponer resultados cada vez más eficientes.

Las primeras cinco se basan en los fundamentos del diseño, después se presentan tres problemas específicos para que se utilice alguna de las Metodologías convencionales, seguidos por cuatro prácticas que ponen en práctica los principios de TRIZ y finalmente las tres últimas se enfocan al PROYECTO que cada equipo o grupo de alumnos desee desarrollar por lo que serán la respuesta a una problemática en particular.

Cabe mencionar que estas prácticas son ejemplos básicos y generales enfocados a diversos sectores, lo que permitirá adquirir habilidades para posteriormente tener plena capacidad de realizar propuestas y planteamientos ante situaciones más complejas.

PRACTICA 1

Ciencia e Ingeniería

Objetivo:

El alumno analizará situaciones que implican actitudes en el desempeño laboral y de la investigación, para generar sus conclusiones.

Teoría preliminar:

A lo largo de la historia de la humanidad siempre han existido ingenieros, seres humanos que han dedicado sus vidas a transformar la naturaleza con el fin de mejorar las condiciones de vida de sus semejantes. Con diversas manifestaciones, acordes con el campo de la aplicación escogido, han resuelto los problemas que han mejorado la calidad de vida de los seres humanos: obras civiles, comunicaciones, información al instante, calidad de los productos, máquinas que alivian al individuo del esfuerzo muscular, aparatos que prolongan la vida de los enfermos y aumentan las posibilidades de los incapacitados, entre otros.

Para cualquier ingeniero es necesario poseer algunas habilidades y actitudes características de su profesión.

Procedimiento:

- Analiza los siguientes casos
- Identifica los problemas
- Plantea respuesta a las preguntas
- Destaca el tipo de actitudes que debe tener un ingeniero
- Genera una conclusión de la situación

Caso – Problema 1:

Descubrimiento, casualidad y el método científico.

“En el mundo científico de experimentos controlados, la casualidad rara vez es reconocida como un factor que contribuye en los descubrimientos importantes. Existen, sin embargo, notables excepciones. En 1943, tres hombres compartieron el premio Nobel en psicología o medicina por el descubrimiento y aislamiento de la penicilina, un medicamento antibiótico con un enorme potencial terapéutico. Estos tres hombres eran Alexander Fleming, Ernst Chain y Howard Florey. Aún así, a

pesar del trabajo de estos tres hombres, y otros trabajos relacionados efectuados por otros científicos, la mayor parte de los textos dan crédito a la casual observación, hecha solamente por Fleming en 1928, como la causa del descubrimiento de la penicilina. ¿Qué tan raro fue este afortunado acontecimiento y fue verdaderamente el descubrimiento de la penicilina el resultado de una inesperada observación casual realizada por un investigador aislado?

El método científico resalta por su ordenamiento y control; de hecho, se nos ha enseñado siempre que sin estas características, la investigación experimental puede conducir a resultados inválidos. Por tanto, la casualidad debería desempeñar un papel pequeño o nulo en el proceso del método científico. Pero ¿qué es la casualidad? ¿Cuánto se puede afirmar que la casualidad es verdaderamente el resultado de un accidente y cuando se puede considerar que era previsible? Históricamente, algunos descubrimientos casuales han conducido a chispeantes nuevas ideas que de alguna manera condujeron a la investigación científica posterior de fenómenos naturales.

El estudio moderno de la neurofisiología puede haber tenido sus orígenes en una observación casual del anatomista italiano Luis Galvani. Galvani observó en 1791 que las patas de una rana colgadas en un alambre cerca de una varilla de metal se encogían violentamente cuando el viento ponía los dos metales en contacto el uno con el otro. Galvani había observado, por pura casualidad, el resultado fisiológico de una corriente eléctrica. Es interesante que aunque Galvani postuló correctamente la relación entre el movimiento del tejido muscular y los impulsos eléctricos, incorrectamente desechó el papel de los dos metales en el escenario que había observado. A pesar de esto, la observación casual de Galvani ayudó a establecer el estudio médico de la neurofisiología y de la neurología clínica.

¿Puede considerarse el descubrimiento de Galvani de la relación entre la actividad muscular y el impulso eléctrico como casualidad o era algo predecible? ¿La observación fue el resultado de la casualidad o fue un evento inesperado que ocurrió dentro de un proceso de investigación científica deliberado y controlado? Si el papel de la ciencia es examinar el mundo que nos rodea de una manera que descubre cosas nuevas y a veces inesperadas, entonces la ciencia es intrínsecamente sorprendente. Aun una deliberada búsqueda de información puede conducir a una observación o descubrimiento casual o inesperado. Pero para tener sentido, cualquier observación o descubrimiento debe encajar en un patrón o modelo de ideas preexistente en la mente del observador. Así como una palabra significa poco o nada fuera de contexto, una observación o descubrimiento necesita el contexto apropiado en qué encajar, de modo, que sea realmente significativo. En otras palabras, la mente debe estar preparada para recibir el germen de una nueva idea. Lo que la suerte o casualidad es para la mente no preparada puede ser fascinante resorte de nuevas ideas para la mente dispuesta.

Louis Pasteur escribió: “En el campo de la observación, la suerte solamente ayuda a la mente preparada”. El descubrimiento, como el aprendizaje, es un fenómeno que tiene lugar en el cerebro humano. El cerebro configura un evento

como un nuevo patrón basado en conocimientos previos y presentes en el momento de la ocurrencia de aquél Lewis Thomas, reconocido autor científico y presidente del Centro memorial para el cáncer Sloan-Kettering decía: “No soy tan adepto a la noción de serendipia como solía serlo. Me parece a mí ahora que en la medida de una investigación está en marcha... las cosas están listas a suceder si uno tiene puestos los cinco sentidos. Uno crea los accidentes de la buena suerte”.

Muchos científicos están de acuerdo con esta afirmación.”

Caso – Problema 2:

“La empresa XYZ ha ordenado 5000 partes a la medida a la compañía ABC para uno de sus equipos. Cuando se ordena la fabricación, la empresa, ABC informa que cada una de las partes costara \$ 75. Esta cifra se basa en parte en los costos de los materiales. Una vez que se ha firmado el acuerdo pero antes de que se inicie la fabricación de las parte, la ingeniera Cristina de la empresa ABC descubre que se puede usar una aleación mucho menos costosa en la producción de las partes contratadas que originalmente ser había seleccionado; el comportamiento de los materiales es casi como el calculado en principio con esta nueva aleación, se reducirán los costos de cada parte a \$18 en lugar de los \$75.

Cristina informa de su hallazgo al ingeniero Mauricio Puentes de ABC, quien autorizo el acuerdo de venta con XYZ. Puentes pregunta: “¿Puede alguien notar la diferencia?” Cristina contesta: “Probablemente nadie notaría la diferencia a menos que estuviera buscando algo raro y realizara muchas pruebas. En la mayoría de los casos el comportamiento seria prácticamente el mismo aunque algunas partes no durarían tanto” .Puentes dice: “Estupendo, Cristina, usted acaba de hacer un dineral para ABC”. Intrigada, Cristina contesta: “¿no debería de informar a XYZ acerca del cambio?”.”¿Por qué?, pregunta Puentes. “La idea principal es proveer a nuestro cliente con piezas de calidad y usted acaba de informarme que eso se cumplirá. Entonces, ¿Cuál es el problema?”

El problema, piensa Cristina, es que el cliente no obtendrá lo que se le ofreció aun si XYZ se siente satisfecha con la parte diferente, ¿no debería dársele la oportunidad de decidir si encuentra el cambio aceptable y beneficiarse de la disminución del costo?

Pregunta: ¿debería Cristina compartir su forma de pensar con Puentes o simplemente o simplemente olvidarse del asunto?

Cristina comparte sus pensamientos con puentes. Este contesta:”simplemente no estoy de acuerdo, Cristina. Esto es negocios no ingeniería. XYZ va hacer un cliente satisfecho, y nosotros unos proveedores satisfechos usted conoce que nosotros no estamos en el negocio de regalar dinero;

Pregunta: ¿hay motivos para que Cristina siga insistiendo?

Cristina decide que ya no hay nada más que hacer con ella. Se fabrica la parte menos costosas cuándo él, embarque se encuentra listo para enviarle a XYZ se le pide a Cristina que firme un manifiesto en el que ella atestigua que las partes enviadas cumplen las especificaciones del contrato. Al examinar los detalles del documento de embarque, se da cuenta de que las especificaciones técnicas corresponden al metal inicialmente pactado y no al de la aleación mas barata que se uso.

Pregunta: ¿Debe firmar el manifiesto de embarque?

Cristina se niega a firmar el manifiesto sin embargo Puentes convence a un ingeniero amigo, Juan Gómez.

Pregunta: ¿qué debe hacer Cristina ahora?"

Producto:

- Deberás escribir tus conclusiones para cada uno de los casos arriba mencionados.
- Deberás plantear una solución al segundo caso.
- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.
- Además deberás investigar por lo menos tres definiciones de Mecatrónica, así como sus campos de acción.

PRACTICA 2

Tipo de Problemas

Objetivo:

El alumno identificará el tipo de los problemas propuestos y planteará una solución a los mismos.

Teoría preliminar:

En general los problemas que se le presentan a los ingenieros tienen una característica en común: Son ***abiertos***. Esto quiere decir que admiten múltiples soluciones; a una de ellas se le considera la mejor. Por mejor se entiende la que satisfase simultáneamente una serie de restricciones (Tiempo, Costo, Calidad, entre otros) en cierto modo opuestas, y se busca un óptimo del conjunto de criterios de selección.

No todos los problemas que resuelve el ingeniero son abiertos; muchos de ellos solamente tienen una única solución que se obtiene, generalmente a través de métodos matemáticos.

Con frecuencia durante el proceso del diseño de la solución a un problema abierto debe resolverse una serie de subproblemas específicos muchos de los cuales se consideran ***cerrados***: Solamente admiten una solución.

Proceso - ejemplo:

Un ingeniero electrónico ha sido contratado por la firma AutoSeguro para diseñar un sistema total de alarma contra robo de autos. Dado que conoce muy poco sobre sistemas de alarma, empieza consultando varias revistas de automóviles, páginas de internet que tratan del tema, visitas a diversas firmas que trabajan sobre temas similares, entre otros. Una vez que ha reunido suficiente información la organiza para darse cuenta del problema que debe resolver.

El sistema debe incluir:

- Un módulo electrónico controlado por un microprocesador. Este módulo se encarga del control de todas las funciones del sistema de alarma
- Un módulo de visualización que permite observar el estado del sistema.
- Un conjunto de sensores localizados a lo largo de todo el automóvil que obtendrá información de posibles intentos de robo del vehículo.
- Un conjunto de activadores (relays, cerrojos y otros) que abrirán/cerrarán las puertas, encenderán las luces, o harán sonar la alarma.
- Una llave electrónica que permite activar/desactivar el sistema remotamente.

Como puede observarse, el diseño de un sistema de alarma tal como se plantea admite múltiples soluciones, dependiendo de las combinaciones de elementos enumerados arriba. Pueden desarrollarse distintas versiones de alarmas, cada una de ellas con diferentes configuraciones; más o menos funciones, panel visualizador más o menos sofisticado, diferentes acciones para señalar intento de robo,

Es un problema de diseño **ABIERTO**, es un típico caso de diseño en ingeniería.

A su vez, dentro del diseño general aparecerán problemas concretos como el diseño del circuito accionador de los seguros de las puertas, o el oscilador de potencia que impulsará la sirena. En estos dos casos, el problema es concreto: hay que encontrar los valores de los elementos de los circuitos electrónicos correspondientes y esto se hace a través de cálculos específicos. Se trata de problemas de diseño **CERRADOS**.

Problemas:

A continuación se presentan diversos casos.

- Hay quien quiere comprar su primer teléfono celular, pero no sabe que compañía escoger.
- Vamos de viaje y necesitamos saber a qué hora tenemos que salir para llegar antes de las 6 p.m. a nuestro destino.
- ¿Cuál será el mejor diseño para una encuesta que se pretende hacer en la cafetería?
- He estado notando comportamiento extraño en el funcionamiento normal de este equipo.
- Voy a reemplazar el calentador de agua de mi casa, no estoy seguro si elegir un sistema eléctrico o un sistema solar.
- Si decido seleccionar un calentador de agua solar, necesito un depósito de 100 litros. Debo seleccionar su forma geométrica para ahorrar energía.
- Quiero modernizar mi equipo de cómputo, voy a cambiar el microprocesador, pero con tantas ofertas no sé cual elegir.
- Me han propuesto un negocio que consiste en transportar 12 000 toneladas de arena para la construcción de un gran complejo industrial. Dispongo de tres camiones: uno de 10 ton, otro de 20 ton y el tercero de 40 ton de capacidad. Los tres consumen recursos (gasolina, aceite, llantas, ...) en forma diferente y la arena la debo transportar desde tres sitios diferentes situados a 35 km, 45 km y 60 km del sitio de descarga. El negocio es bueno; lo único que debo hacer es minimizar el gasto en el transporte para que la ganancia sea lo mayor posible.

Producto:

- Deberás indicar para cada uno de los casos arriba mencionados, si son problemas abiertos o son cerrados.
- Deberás plantear una solución a cada uno de los casos arriba mencionados.
- Deberás entregar los listados correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 3

Situación Problemática

Objetivo:

El alumno analizará situaciones problemáticas a fin de identificar el problema base y sus causas para proponer una solución óptima.

Teoría preliminar:

Un problema es todo aquello cuya solución se desconoce; ese desconocimiento puede ser para un grupo de personas o para la humanidad. Por ejemplo, la contaminación del medio ambiente sigue siendo un problema para la humanidad, aunque se hayan planteado soluciones parciales al mismo.

También se habla de situaciones problemáticas: aquellas que encierran un problema. La diferencia con el problema es que en ésta todavía no se conoce cuál es el problema que la origina; solamente se perciben indicios o síntomas de que existe algún problema, el cual deber ser encontrado para identificarlo o no se podrá resolver.

Para resolver un problema es primordial definirlo previamente, con el objeto de que la solución corresponda exactamente al que se planteó y no a uno diferente.

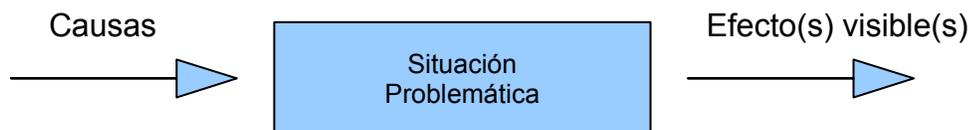


Fig. 3-1 Relación causa efecto.

Procedimiento – Situaciones Problemáticas:

- Elabora una lista con 3 situaciones que consideres Problemáticas en la Ciudad y 3 situaciones que consideres Problemáticas en Cento Universitario.
- Enlista sus efectos visibles y sus posibles causas.
- Define cual es el problema en cada una de ellas
- Propón una o varias soluciones a dichos problemas

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 4

Proceso de Diseño

Objetivo:

El alumno aplicará el proceso de diseño para identificar los conocimientos necesarios para resolver los problemas propuestos y proponer una solución a los mismos.

Teoría preliminar:

Se han desarrollado diversas metodologías para llevar a cabo el proceso de diseño de la solución a los problemas de Ingeniería. Una de las más comunes o básicas se describe a continuación:

1. Definición del problema que se va a resolver.
2. Establecer los criterios para escoger la mejor solución, así como las restricciones o limitaciones que se deben cumplir.
3. Búsqueda de la información pertinente.
4. Generación de la mayor cantidad de soluciones posibles.
5. Análisis y descarte de las soluciones que no son viables.
6. Selección de la mejor solución entre las que quedaron.
7. Especificaciones de la Solución escogida para su producción o manufactura.
8. Comunicación escrita sobre la solución escogida.

Ejemplo:

Resuelve aplicando el método descrito anteriormente, de una forma resumida la siguiente situación:

A una firma de ingenieros les han encargado un diseño preliminar para la nueva placa de automóviles que deberá estar en uso en todos los países de Centro América, antes de 2010, de acuerdo con un convenio entre los gobiernos de los diferentes países. Se requiere cuanto antes un prototipo con todas las especificaciones para empezar la producción de inmediato.

Problemas:

A continuación se presentan diversos casos.

- En una línea de empaque las cajas de cartón que se colocan en una banda transportadora van espaciadas en forma irregular. Antes de llegar a la máquina etiquetadora deben ir a espacios regulares. ¿Qué conocimientos debería tener el grupo de ingenieros encargado de resolver este problema? ¿Dónde encontrarían información sobre situaciones similares?
- Usted es un ingeniero consultor que sirve a un hacendado que cultiva millares de hectareas de tomate. Su misión consiste en desarrollar una máquina cosechadora que reduzca en términos significativos el costo de recoger la cosecha.
- El zoológico municipal necesita construir un acuario con todos los adelantos del caso para albergar una numerosa colección de especies de la fauna tropical en la que se incluyen peces, anfibios, mamíferos acuáticos, entre otros. No quiere repetir la experiencia dolorosa de hace algunos años cuando unos aficionados construyeron una piscina para caimanes del amazonas y los electrocutaron, por no tomar las precauciones necesarias con las resistencias eléctricas que mantenían el agua a la temperatura adecuada.
- Con la globalización de la economía las empresas exportadoras deben cumplir exigentes normas de calidad. Un grupo de empresarios decide exportar a la Unión Europea jugo de borjón. Dado que no existe experiencia anterior sobre cómo exportar este tipo de productos es necesario diseñar un empaque adecuado al mismo.
- Los semáforos se encienden y apagan a intervalos predeterminados; se han calculado los tiempos respectivos para que regulen el tráfico en forma óptima. ¿Qué datos se necesitan para calcular los tiempos de verde y rojo? ¿Para qué se coloca el color amarillo y cuánto tiempo debe durar encendido?
- ¿Qué conocimientos son necesarios para diseñar un mouse? ¿Qué especialidades de la ingeniería deberían trabajar en equipo para tener éxito en ese diseño?

Producto:

- Deberás indicar para cada uno de los casos arriba mencionados, los conocimientos necesarios para resolver este problema. Elabora una lista detallada de los mismos y explica la razón de cada uno de ellos.
- Deberás plantear una solución a cada uno de los casos arriba mencionados.
- Deberás entregar los listados correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 5

Restricciones

Objetivo:

El alumno analizará la importancia de identificar y tener en cuenta las restricciones en el desarrollo de cualquier propuesta para solucionar un problema.

Teoría preliminar:

“La solución a la mayoría de los problemas con que se enfrenta un ingeniero se encuentra restringida en dos frentes: el tiempo y el dinero. Ambos son recursos que deben manejarse cuidadosamente en todo proyecto de ingeniería: hay un límite de tiempo para entregar la solución y el costo de la misma no puede superar determinados toques.

Los ingenieros trabajan en un mundo real en el que se deben tomar en cuenta ciertos factores que limitan la gama de soluciones a los problemas a resolver. Si no existieran estas limitaciones, las soluciones de los ingenieros serían menos costosas, más eficientes, más duraderas, etc. pero el lado negativo sería: más contaminación, más consumo de recursos no renovables, mayores costos a largo plazo, etc.

Otros factores, denominados criterios de selección, sirven para identificar cuál de las soluciones planteadas en un problema es la mejor. Estos criterios corresponden a parámetros de la solución cuyos valores pueden oscilar en un rango. En ocasiones, hay que buscar que su valor sea máximo, pero en otras se desea reducirlos al mínimo.

Es función del equipo diseñador identificar las restricciones y los criterios de selección que se usarán para escoger la mejor solución a un determinado problema. En la mayoría de las ocasiones será necesario llegar a un compromiso, pues mientras una determinada variable tiende a optimizar una especificación de la solución, otra puede empeorarla.”

Procedimiento:

- Analiza los siguientes casos
- Identifica las restricciones y su tipo
- Acomoda las restricciones orden de prioridad
- Genera una conclusión de la situación

Caso – ejemplo:

Cada vez es mayor el interés de nuestra sociedad por los discapacitados; en muchas entidades tanto estatales como privadas se desarrollan programas

para lograr que su vida sea más agradable. Por ejemplo, está diseñándose una silla de ruedas robótica movida por energía eléctrica. Entre los criterios tomados en cuenta para este diseño se citan los siguientes:

- El aspecto económico, para que todos puedan tener acceso a este tipo de silla de ruedas.
- Construirla en el menor tiempo posible para que puedan gozar de sus beneficios cuando antes.
- Que sea fácil de manejar y de mantener.
- Que consuma poca energía para que la batería dure mucho.
- Que el servicio de posventa sea excelente para que los discapacitados no tengan que esperar demasiado en caso de una reparación.

Al diseñar un artefacto deben tenerse en cuenta los criterios más importantes en su ejecución, para que cumpla eficazmente sus objetivos.

Problemas:

A continuación se presentan diversos casos.

- El desarrollo de una droga que al tomarse disuelta en agua vuelva estériles a las mujeres que la ingieran puede utilizarse por grupos extremistas para reducir a cero los nacimientos en un país y, así, eliminar a sus habitantes al cabo de unas decenas de años.
- Trabajar sobre los prisioneros de guerra para desarrollar nuevas técnicas quirúrgicas.
- Se va a diseñar un vehículo para el transporte masivo de pasajeros. Se piden cuatro criterios para seleccionar la mejor propuesta; hay que indicar sus prioridades, indica también restricciones que se imponen a los diseños.
- La industria de juguetes para niños menores de cinco años es una de las de mayor desarrollo en muchos países. Pero hay que tener mucho cuidado con esos juguetes. Enumera al menos tres restricciones que se impondrían como obligatorias en el diseño de estos juguetes.
- Una importante empresa del sector industrial decide reducir algunos de sus departamentos a su mínima expresión y contratar a compañías externas para realizar el trabajo que dichos departamentos tenían engargado. ¿En qué aspectos se fija la empresa contratante para seleccionar las compañías con qué trabajará?
- Los semáforos siguen siendo los dispositivos usados universalmente para controlar el flujo vehicular en las intersecciones de las ciudades. Si tu ciudad decide cambiar los semáforos actuales por otros más modernos, ¿cuáles crees que son las especificaciones que se deben solicitar?

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 6

Metodologías

Objetivo:

El alumno desarrollará habilidades analíticas y aplicará metodos grupales para generar ideas que permitan encontrar la solución a algún problema.

Teoría preliminar:

Para llegar la solución de algún problema, frecuentemente se emplean metodos como la lluvia de ideas, el análisis morfológico o la enumeración de atributos, lo que permite a los miembros del grupo desarrollador plantear sus ideas y enriquecerlas con las de los demás. Sin embargo existe el inconveniente de que puede volverse un trabajo largo y que abre bastantes ramificaciones del problema y no se llega a una solución óptima de una forma rápida.

1. Lluvia de ideas

Mecanismo en el cual varios involucrados dan a conocer sus ideas, para de allí generar propuestas, posteriormente descartar las menos viables y así obtener una conclusión.

2. Análisis Morfológico

Consiste en un análisis estructural del producto; se separan las dimensiones más importantes de un problema y después se estudian todas las relaciones existentes entre ellas considerando cómo se va a transportar el producto hasta su destino. Con esto se generan cientos o miles de alternativas.

3. Enumeración de Atributos

Consiste en hacer un listado de los atributos o propiedades del producto y posteriormente modificar algunos de ellos para buscar una nueva combinación que lo perfeccione.

Procedimiento:

- Analicen los siguientes casos.
- Utilicen varias técnicas para dar prioridad a los problemas.
- Elijan alguna de las metodologías arriba mencionadas y aplícalas a la solución de los casos propuestos.

- Agrupen los problemas de acuerdo con sus similitudes.
- Indiquen los dos o tres problemas más urgentes que debe empezar a resolver la empresa. Justifiquen su selección.
- Comparen las selecciones entre los diversos grupos del curso e identifiquen las causas de las diferencias. Busquen la manera de llegar a un consenso.

Caso ejemplo: Análisis Morfológico

Para diseñar un vehículo de transporte urbano individual, hay que tomar en cuenta y analizar las siguientes funciones que lo componen:

FUNCIONES PARA SU DISEÑO:

- Función energética: Gasolina, diesel, gas licuado del petróleo, Hidrógeno, electricidad de una termoeléctrica, electricidad por celdas fotovoltaicas (solares).
- Función Contacto con el suelo: Ruedas, rieles, esquís, o suspensión de aire.
- Función Ambiental: Impactos sobre el aire, el agua y el suelo.
- Función reciclado de partes una vez terminada la vida útil del vehículo: 100% desechable, 50% reciclable o más de 75% reciclable.

Caso Propuesto:

Descripción

“Lee con detenimiento la descripción que sigue:

La compañía productora de clips S.A. es una organización fundada en 1979 con un crecimiento importante en sus primeros 10 años. Actualmente cuenta 150 empleados y sus ventas anuales ascienden a US\$2 millones. La empresa es pionera en la fabricación de clips convencionales y especiales para la industria de las carnes frías, lácteos y otras relacionadas, y de grapas para las máquinas engrapadoras de oficina y de clips para papelería. Su portafolio de productos es de 32 referencias estandarizadas mas otras especiales que se hacen según especificación del cliente. Sus clientes son industrias del sector alimenticio, almacenes de cadena y distribuidores de material y equipos de oficina. La base actual de sus negocios es de 400 clientes activos.

En la última reunión del grupo de ingenieros, tres directores presentaron los principales problemas de sus departamentos.

Departamento de Dirección de producción1. Cambios de programas de producción
(Nuevos productos)

Se han presentado numerosas sorpresas, cambios y reprocesos de los trabajos de desarrollo. Casi el 20% de las horas de trabajo del mes pasado se emplearon en trabajos relacionados con la apariencia final de algunos productos y cambio de empaque y cumplimiento de otras especificaciones que eran desconocidas. Esto provoca gran frustración, pérdida de productividad y confusiones de ultimo minuto en utilización de materiales, acabados y embalajes.

2. Quejas de clientes

Mucho tiempo de administración se ha perdido últimamente en investigar y negociar las quejas de los clientes. Costos de garantía y descuentos de más de US \$8000 mensuales se están cargando a producción debido a situaciones como selección equivocada de materiales, corrosión temprana de algunas referencias por malos acabados finales y por apariencias del producto (en el caso de los clips para la industria de las carnes frías) que generan rechazo en la compra del producto alimenticio por el consumidor final.

3. Materiales de proveedores

Otro problema es encontrar proveedores de materiales que quieran hacer entregas de calidad. El material se entrega incompleto o llega tarde. Muchas veces los materiales especiales que ordenamos son diferentes en cada lote. Perdemos el 5% del tiempo de producción esperando la llegada del material, el cual entra directamente en el proceso sin verificaciones previas.

Departamento de Dirección de diseño y desarrollo de productos

4. Materiales de proveedores

Las especificaciones dadas por los proveedores de materias primas en muchas ocasiones no las cumplen los materiales en realidad. Es frecuente que las muestras enviadas para los ensayos de nuevos productos son diferentes al material entregado para producirlos. Igual sucede con los procesos de fabricación y los acabados finales.

5. Cambios de especificaciones de referencias

Muchas de las referencias especiales son diseñadas de acuerdo con las especificaciones dadas por el cliente, pero parece ser que estas se cambian sobre la marcha. En general, no se normalizan las especificaciones finales de los productos y las modificaciones en los procedimientos de fabricación. En la

mayoría de los casos no se realiza el diseño del producto y se toman decisiones sin prever los efectos en diseño, materiales apropiados, costos, etc.

6. Propiedades industriales del clip corrugado.

Desde que tomamos la decisión desde hace 1 año de fabricar el clip corrugado utilizando por la maquina clipadora poly-Clip5000x de origen alemán, queríamos acabar con el monopolio de importación de los fabricantes del equipo y conocíamos muy bien los riesgos que enfrentaban dicho proyecto. No hemos enviado los diseños de nuestros clip a Alemania para verificar la existencia de patentes sobre el producto de polyclip y aunque no hemos tenido problemas aun, estamos corriendo el riesgo de una demanda internacional que podría significar el fin de nuestra empresa. En caso de enviar los diseños a Alemania, debemos suspender la fabricación de forma temporal o definitiva hasta una respuesta de la oficina de registros y patentes de ese país. Es importante recordar que el flujo de caja de este nuevo producto muestra un retorno de la inversión a partir del segundo año en el que el producto empezara a arrojar utilidades.

Departamento de Dirección de mantenimiento

1. Operación de los equipos

La gestión del mantenimiento se ha tenido que orientar principalmente al correctivo con su respectivo efecto en los sobrecostos, baja calidad de las reparaciones e incumplimiento de los compromisos de producción. El incumplimiento en los turnos de producción y en la producción misma este ultimo año y el hecho que los equipos no pueden parar han causado un deterioro acelerado; a este ritmo no aguantarán por mucho tiempo. Muchas de las fallas han sido ocasionadas por mala operación de los equipos y por el uso de materiales inadecuados.

2. Almacén de repuestos

No hemos definido políticas claras de compra de repuestos para los equipos críticos. Tenemos una pobre relación con proveedores y desconocemos si los repuestos se consiguen localmente o deben pedirse a otra ciudad o incluso buscar proveedores en el exterior. Ya por esta causa tuvimos que dejar un equipo dañado por casi cuatro meses el año pasado.

3. Reemplazo de equipos

Los equipos que utilizamos para fabricar las grapas ya son muy viejos e ineficientes. Cuesta mas ponerlos a funcionar que desecharlos. Continuamente se dañan y ocasionan problemas de calidad productos. Desde hace seis meses presente la propuesta de remplaza cuatro máquinas viejas por una nueva de origen taiwanes; con lo que hemos gastado en mantenimiento de esos cuatro equipos ya habríamos recuperado la inversión.

7. Accidentes de trabajo

Las fallas de los equipos ya han ocasionado accidentes de trabajo con incapacidades de los afectados de hasta tres meses. Lo ideal es que los equipos sean confiables o puedan operarse en forma segura, pero en nuestra planta es difícil esperar que eso suceda.

En grupo, deberá definirse a cual de todos los problemas que afronta PROCLIPSA se debe dar solución primero. Indica las razones de sus sugerencias.”

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 7

Metodologías (continuación)

Objetivo:

El alumno desarrollará habilidades inductivas y deductivas, cuando analice una situación problemática en la cual aplicará el método científico.

Teoría preliminar:

Para algunos casos es necesario utilizar Metodologías más formales. Se pueden plantear o resolver problemas mediante el Diagrama de Ishikawa, el Diagrama de Pareto y el Método Científico, los cuales son formas sistemáticas de desglosar el problema y ubicar una ruta para la solución de una forma ordenada, pretendiendo encontrar dicha solución de una forma mucho más rápida y eficiente.

1. Diagrama de Espina de Pescado (Causa-efecto)

También conocido como diagrama de ***Ishikawa***.

El procedimiento para llenar el diagrama es el siguiente:

- Se analiza el problema detenidamente; se hace una lista de las posibles causas para cada una de las categorías establecidas.
- Para cada posible causa se agrega una espina que sale de la espina mayor de la categoría.
- Para cada una de las posibles causas se lleva a cabo el procedimiento de eliminación descrito anteriormente para quedarse con las causas posibles.

2. Análisis de Pareto

La aplicación del método de Pareto implica identificar de alguna manera las causas más importantes. Para ello se parte del diagrama de espina de pescado, y a continuación se aplica algún procedimiento para clasificar las causas basándose en su frecuencia de aparición.

3. Método Científico

- a. Identificar una anomalía
- b. Recolectar datos significativos
- c. Análisis de los mismos
- d. Elaborar una explicación o hipótesis
- e. Predecir eventos futuros con base a la hipótesis
- f. Elaborar experimentos para comprobar las predicciones
- g. Modificar la hipótesis y repetir los pasos anteriores (en caso de ser necesario)
- h. Convertir la hipótesis en teoría.

Procedimiento:

- Lee detenidamente el siguiente caso.
- Contesta los puntos del cuestionario.
- Analiza el problema aplicando alguna de las metodologías mencionadas, y genera un diagrama al respecto.

Caso Propuesto:

“Un caso de ingeniería. El desastre del trasbordador espacial challenger”

Introducción

“El día 28 de enero de 1986 a las 11:29 a.m. despegó de Cabo Kennedy el trasbordador espacial challenger. Era el vuelo denominado 51-L. A los 73,137 segundos de haber despegado explotó en el aire ocasionándoles la muerte a sus siete ocupantes. Mientras el mundo se recobraba de su estupor, una comisión del más alto nivel investigaba las causas y recomendaba los correctivos del caso.

Antecedentes técnicos

Separar en las postrimerías del Programa Apollo se decidió que el siguiente paso en la carrera espacial americana se centraría en el uso de componentes reusables para rebajar los tremendos costos que representaba enviar un cohete al espacio. Ahí arranco el programa que hoy sigue con vida: el trasbordador espacial (Shuttle), que consta de un navío espacial tripulado que una vez que realiza su misión aterriza y es reutilizado en siguientes misiones. Los nombres de Columbia, Challenger o Discovery nos son familiares.

Este navío es impulsado inicialmente por dos cohetes laterales que después de haberle comunicado suficiente velocidad se despegan, y son recogidos para su posterior uso en los siguientes vuelos. Antes de despegarse se activan los motores del trasbordador espacial, el que se encuentra montado sobre un tanque externo de combustible que contiene hidrógeno y oxígeno líquidos. Una vez cumplida la misión de colocar la nave en orbita, el tanque se despega y cae al océano, en lugar que no ofrezca peligro. Esta parte del conjunto no se reutiliza; se pierde. El trasbordador tiene un tanque de combustible que usara para modificar su posición mientras cumple su misión y para regresar a la Tierra.

El diseño y construcción de los cohetes impulsores (SRB, Solid Rocket Booster) fue encomendado a la firma Thiokol; cada cohete media 45,4 m y era transportado en partes. Una vez en Cabo Kennedy era ensamblado. De esta manera se podía transportar sin mayores problemas desde el lugar de construcción al de lanzamiento. Estos cohetes tenían en la parte superior un

compartimiento con todo el hardware necesario para su ignición y control; la parte media consistía en varias secciones llenas de combustible sólido. Finalmente, la última sección era el motor y las toberas deflectoras que permitían dar al conjunto la dirección apropiada. Un elevado número de sensores de todo tipo (presión, temperatura, velocidad, deformación, entre otros) comunicaba mediante telemetría los valores a los computadores centrales para las evaluaciones correspondientes. También desde las estaciones de control se monitoreaba continuamente la superficie del cohete para medir los valores de ciertas variables que presentarían dificultades hacerlo de otra manera.

Es lógico pensar que las secciones de los cohetes después de haber sufrido las tremendas presiones de los gases producto de la combustión y las enormes cargas dinámicas resultado de los esfuerzos estructurales ocasionados durante el viaje y descenso, llegaran deformadas al siguiente viaje. De todas maneras, los diseñadores eran conscientes de este hecho y en el diseño del cohete estaba considerada esta eventualidad.

El diseño del cohete impedía que los gases de la combustión (con temperaturas del orden de los 5 500 °F) se escaparan e inflamaran el combustible del tanque central y provocaran la explosión y subsiguiente destrucción del cohete. Para ello se había diseñado un sistema de unión de las diferentes secciones que consistía en un borde acanalado en forma de U; la otra sección terminaba en un borde sencillo en forma de |; que encajaba en la U de la sección anterior. En inglés se denominaban a estas partes *clevis* (La U) y *tang* (la |). Para sellar los huecos formados en las superficies interiores se usaban unos anillos de caucho denominados *O-rings*; estos anillos se ajustaban a las paredes interiores de los cohetes y sellaban completamente los accesos de los gases de la combustión, impidiendo que estos salieran al exterior y pudieran provocar una explosión. Internamente las paredes interiores de los cohetes estaban recubiertas de un aislante anticorrosivo, y una masilla de cromato de cinc protegía los anillos de caucho del calor generado por los gases calientes.

Se usan dos anillos de caucho, para dar mayor protección. Debido a la presión de los gases de la combustión, los anillos se ajustan a las paredes del cohete y con ello impiden que los gases se escapen al exterior. El material de que están hechos los anillos es un elastómero que es muy sensible a la temperatura; trabaja mejor a altas temperaturas (70 °F) que a las bajas. De hecho no se recomienda su uso en condiciones en que la temperatura descienda por debajo de los 55 °F. Un *O-ring* es como una banda de caucho: a la temperatura adecuada se estira y se encoge rápidamente, pero pierde su elasticidad cuando la temperatura baja mucho. Se vuelve frágil y tarda mucho en recuperar su posición inicial. Por tanto, los *O-rings* sellan bien cuando la temperatura es moderada; tardan en sellar cuando la temperatura es baja.

Antecedentes del lanzamiento 51-L

El vuelo del challenger había sido retrasado varias veces; había permanecido 38 días en la plataforma de lanzamiento esperando que el clima mejorara y que los problemas técnicos se arreglaran. Finalmente, el 27 de enero el parte meteorológico dió vía libre para el lanzamiento al día siguiente. La NASA quería cumplir el plan de vuelos para 1986, pues no quería que le recortaran el presupuesto en futuras misiones. Además el 31 de enero el presidente de los Estados Unidos debía dirigirse a la nación en el tradicional mensaje del Estado de la Unión y deseaba anunciar al país que un maestro se encontraba en órbita en el Challenger. No debía demorarse el lanzamiento.

Sin embargo, varios ingenieros habían mostrado su preocupación por el estado de los SRB, en particular por el desempeño de los O-rings. El análisis de los SRB que se habían recobrado mostraba una marcada erosión de los O-rings, que indicaba un peligro potencial para la seguridad de los vuelos. Pero el punto de vista de los administradores del proyecto estaba parcializado: esos eran problemas menores y no podían detener el lanzamiento. A última hora un ingeniero de la firma constructora Morton Thiokol logró convencer al jefe de operaciones de la necesidad de detener el lanzamiento. Pero ya fue muy tarde. A las 11:29 a.m. se efectuó el lanzamiento.

El accidente

La mañana del lanzamiento resultó mas fría de lo esperado; de hecho se alcanzó la temperatura más baja que se había registrado en lanzamientos anteriores: 31 °F que es un poco por debajo de la temperatura de congelamiento del agua. Por la noche, la temperatura había bajado aun más y debido a la pertinaz llovizna que había azotado la zona se había formado hielo en algunas partes del SRB. Los medidores telemétricos de temperatura señalaban 28 °F en la unión de la sección inferior del cohete impulsor con su motor, la parte baja del SRB. Con base en estas circunstancias se recomendó, por el ingeniero Roger Boisjoly, la suspensión del vuelo. Fue en vano. Ya en otras ocasiones se habían dado advertencias similares y nada había pasado. "Viene el lobo, viene el lobo". Ya nadie creía en el lobo. Sin embargo el lobo llegó.

A las 11:29 a.m. despegó el cohete. Todo parecía normal; había gran expectativa. Millones de personas estaban pendientes de sus TVs observando como elegantemente el Challenger era elevado al espacio por sus dos poderosos SRB. Pero el ánimo de los ingenieros responsables del proyecto no era el mismo; las cámaras de alta velocidad y definición que estaban enfocadas al SRB derecho mostraban unos penachos intermitentes de humo negro que salían de la parte inferior del impulsor. Eso indicaba que grasa y caucho estaban quemándose. Posiblemente uno de los O-rings había fallado y estaban escapándose gases de la combustión. A los 68 segundos del lanzamiento apareció una llama de color vivo que indicaba que otro ingrediente se había añadido a los anteriores: parecía hidrógeno del tanque principal. El calor de la llama debilitó la estructura delgada

lámina del tanque que terminó por ceder, saliendo una enorme cantidad de hidrógeno que actuó como un impulsor del tanque de hidrógeno. Este se incrustó con el tanque de oxígeno. Una enorme explosión apareció a los 73 segundos, y envolvió al Challenger en una bola de fuego de la que fueron saliendo partes del cohete en distintas direcciones. El paracaídas del SRB derecho salió sin su carga y por un momento los espectadores creyeron que los astronautas habían logrado salvarse; no sabían que en el vuelo no existen vías de escape.

La investigación

Una comisión del más alto nivel se dedicó, por encargo del presidente Reagan, a descubrir las causas del accidente. Después de descartar posibilidades de sabotaje, se centraron en las señales visibles que habían acompañado al lanzamiento y en los antecedentes que existían sobre el mismo.

- Hagan un breve resumen oral sobre el caso presentado y resalten la situación anómala que se presenta en el mismo.
- La ocurrencia de una anomalía, de algo raro, es una indicación de que existen valores de una variable o situaciones que se apartan de lo que se considera normal. De acuerdo con la explicación dada, ¿Qué es lo que se puede considerar como normal en este caso?
- Indiquen los síntomas que señalan la presencia de que algo no está funcionando como debiera en una situación normal.
- ¿Qué valores o situaciones pueden considerarse normales para la variable examinada en el presente caso?
- ¿Qué valores son registrados por los instrumentos de medición?
- ¿Hay suficiente evidencia para considerar que esta presentándose una situación anormal?
- ¿Cuál es la hipótesis de trabajo que se plantea para explicar la divergencia encontrada?
- ¿Tiene sentido para ustedes?
- ¿Podrían ustedes elaborar otra explicación sólida para los fenómenos observados?
- ¿De que manera se pretende corroborar la validez de la hipótesis?
- Se le ocurren ustedes otras vías para demostrar la validez de la suposición?
- ¿Los resultados arrojados por las pruebas comprobatorias son definitivos para aceptar la validez de la hipótesis?
- ¿Qué modificaciones introducirían ustedes en la hipótesis inicial?"

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 8

Desarrollo de la Creatividad

Objetivo:

El alumno desarrollará sus habilidades creativas, implementando alguna de las técnicas mostradas hasta ahora.

Teoría preliminar:

Crear; ser causa de que existe; originar; se produce algo de la nada; se produce usando la imaginación.

Creativo; productivo; generador: innovador; imaginativo; original.

Técnicas que se han desarrollado para mejorar el proceso creativo en las fases iniciales, la generación de ideas, ya que cuantas más ideas se puedan generar, mejor.

- Redefina el problema
- Haga preguntas
- La ruptura de la rutina
- Use el pensamiento lateral
- Imitación
- Tormenta de ideas
- Pensamiento divergente

Los obstáculos de la creatividad son los hábitos y las fijaciones.

Procedimiento:

- Contesta el siguiente cuestionario.
- Lee detenidamente el caso propuesto.
- Analiza el caso propuesto.
- Pon en práctica alguna de las técnicas que se mencionaron anteriormente, a fin de proponer alguna solución innovadora.
- Se sugiere utilizar gráficos que permitan plantear el problema y posteriormente simular si se ha encontrado la respuesta correcta.

Cuestionario:

¿La Psicología del Individuo es la base para que sea o no Innovador?

si

no

¿El Innovador es diferente a los demás, desde el punto de vista mental?

si

no

¿En una empresa, la Innovación Tecnológica debe recaer en una persona o en grupos especiales de individuos.

si

no

¿Cualquier persona puede aprender a ser Innovador, si sigue el uso de una metodología específica?

si

no

¿Existe alguna Metodología para lograr el punto anterior?

si

no

Caso Propuesto:

En la parte alta de la cordillera de los Andes hay dos líneas de ferrocarril circulares, tal como se muestra en la figura. Una de las líneas es del Perú, la otra de Bolivia. Ambas comparten una sección de la línea, donde las líneas cruzan un paso montañoso que se encuentra en la línea fronteriza.

Desgraciadamente, los trenes de Perú y Bolivia chocan ocasionalmente cuando entran simultáneamente al paso montañoso. El problema es que los conductores de los trenes son ciegos y sordos, de modo que no pueden verse ni oírse mutuamente; ni el ruido de los trenes.

Los dos conductores acuerdan el siguiente método para prevenir colisiones: colocan una enorme olla a la entrada del paso montañoso; antes de entrar al paso el conductor debe parar su tren, caminar hacia la olla y meter la mano para ver si contiene una piedra. Si la olla está vacía busca una piedra y la deposita dentro, indicando que su tren va a entrar al paso; una vez que ha pasado, detiene el tren, se baja, camina de nuevo hasta la olla y retira la piedra que había depositado, indicando que el paso montañoso no se encuentra en uso. Una vez hecho esto se regresa al tren, lo pone en marcha y sigue su viaje. Si un conductor llega al paso y encuentra en la olla una piedra, la deja dentro, toma una siesta y después de un tiempo prudencial regresa a la olla para ver si aún está la piedra. Este procedimiento se repite hasta que se encuentra la olla vacía. Entonces él deposita una piedra y conduce su tren hacia el espacio montañoso. Un avisado estudiante de la Universidad de la Paz indica que un amañado horario de trenes elaborado por la Administración de Trenes de Perú puede impedir el paso de los trenes bolivianos eternamente por el paso montañoso (explica el porqué). El conductor boliviano se ríe y dice que esto no puede suceder, pues nunca ha pasado antes (explica). Desdichadamente, un día los dos trenes chocan (explica).

Después del choque se contrata un ingeniero de nuestra universidad como consultor para impedir que vuelvan a presentarse choques. Después de analizar todo el asunto se llega a la conclusión de que la olla estaba siendo utilizada en forma equivocada. El conductor de Bolivia tiene que quedarse en la entrada del

paso hasta que la olla esté vacía; cruzar el paso y devolverse caminando para colocar una piedra. El conductor de Perú debe quedarse a la entrada del paso hasta que encuentre una piedra en la olla, luego cruza el paso con su tren, se detiene, regresa caminando y saca la piedra de la olla. Con toda seguridad su método previene los choques. Hay que hacer notar que antes de este acuerdo el tren del Perú cruzaba el paso dos veces al día y el de Bolivia una sola vez. Los peruanos se muestran muy descontentos con este acuerdo (¿Porqué?).

Nuestro amigo ingeniero es solicitado nuevamente y se le pide que prevenga choques, al mismo tiempo que debe evitar el problema de su método anterior. Después de pensarlo un poco ofrece esta alternativa; usar dos ollas, una para cada conductor. Cuando un conductor llega a la entrada del paso, detiene su tren, se baja, coloca una piedra en su olla y se fija si la olla del otro se encuentra vacía. (¿Cómo hacen para distinguir cuál es su olla?). Si así es, se monta en su tren, cruza, se detiene, regresa a su olla y retira la piedra. Pero si encuentra una piedra en la otra olla regresa a su olla y retira su piedra. Luego toma una siesta, otra vez deja la piedra en su olla y vuelve a buscar en la otra olla, y así sucesivamente hasta que encuentra la otra olla vacía. Este método funciona bien hasta finales del mes de mayo cuando los dos trenes se quedan esperando en la puerta del paso realizando múltiples siestas. (Explica).

La solución o explicación que se proponga no debe depender de la velocidad relativa de los dos trenes.

Ofrece una solución mejor a la anterior, la cual garantice que los dos trenes no choquen en el paso y que cada uno de ellos pueda atravesar el paso montañoso con la frecuencia diaria establecida inicialmente. Cualquier solución que se dé será bienvenida; recuerda que los conductores son ciegos y sordos y que la solución no debe depender de la velocidad del tren ni deben dejarse bloqueados (cualquiera de ellos o ambos) para siempre.

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 9

Sistema Tecnológico (TRIZ)

Objetivo:

El alumno identificará las clasificaciones de los Sistemas Tecnológicos y mediante el análisis de sus principios propondrá sus posibles evoluciones.

Teoría preliminar:

TRIZ es una teoría sobre la cual se ha desarrollado una metodología, un conjunto de herramientas basados en modelos para la generación de ideas y soluciones innovadoras para resolver problemas. TRIZ provee de herramientas y métodos para usarse en formulación de problemas, análisis de sistemas, análisis de fallas y patrones de evolución. TRIZ nace del análisis de miles de documentos de patentes, de los cuales se extraía el problema y la solución aportada.

Uno de los primeros pasos para aplicar TRIZ deben analizarse, el surgimiento y evolución de los Sistemas Tecnológicos así como sus SubSistemas o Supersistemas.

TABLA DE LAS 9 CELDAS, TAMBIÉN LLAMADO "Operator system"

SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO	SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO	SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO
SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL	SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL	SISTEMA TECNOLÓGICO ACTUAL
SUB SISTEMA TECNOLÓGICO	SUB SISTEMA TECNOLÓGICO	SUB SISTEMA TECNOLÓGICO
PASADO	PRESENTE	FUTURO



Procedimiento:

- Lee detenidamente el siguiente ejemplo.
- Analiza los siguientes ejemplos y especifica las partes de cada Sistema Tecnológico.
- Elabora una matriz de 9 celdas con el pasado presente y futuro de cada Sistema Tecnológico.

Caso ejemplo:

SISTEMA TECNOLÓGICO ESTUDIADO: AUTOMÓVIL COMÚN:

SUBSISTEMAS TECNOLÓGICOS:

- *Motor.*
- *Mecanismo de frenado.*
- *Sistema eléctrico.*
- *Sistema de calefacción y aire acondicionado.*

EJEMPLO DE UN SÚPER SISTEMA TECNOLÓGICO.

Una Fábrica de Automóviles, la cual cuenta con los siguientes sistemas tecnológicos:

- *Sistema Tecnológico para fabricar motores.*
- *Sistema Tecnológico para el ensamblado.*
- *Sistema Tecnológico para fabricar la carrocería.*
- *Sistema Tecnológico para el pintado del vehículo.*

Casos Propuestos:

1. En una hoja de papel, describe, brevemente, el ciclo de vida de algún artefacto de uso común y su potencialidad para la innovación, así como su futuro probable. Tener en mente el concepto de función.
 - Computadora
 - Lentes
 - Zapatos
 - Teléfono
 - Llanta
2. Al lavar la ropa mediante una lavadora, se producen impactos ambientales negativos como son:
 - Uso de agua para el lavado y el enjuague
 - Empleo de detergente y/o blanqueador.
 - Consumo de energía eléctrica.

Sugiere soluciones innovadoras a nivel de subsistema, sistema y súper sistema tecnológico.

3. Se tiene el problema de una podadora de pasto, antigua, que produce mucho ruido en el escape. ¿Cómo solucionar dicha situación, en los tres niveles: subsistema, sistema y súper sistema?

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 10

Matriz de Contradicción (TRIZ)

Objetivo:

El alumno identificará los tipos de contradicciones requeridas para innovar y aplicará la Matriz para obtener los principios de Inventiva que le permitirán solucionar problemas.

Teoría preliminar:

En la gran mayoría de las organizaciones, se pretende “solucionar” un problema de innovación tecnológica mediante “*Compromisos Tolerables*”, entre un aspecto del sistema tecnológico y otro, lo cual, desde el punto de vista de TRIZ, eso en realidad no es innovar.

Por ejemplo: se desea aumentar la potencia de un automóvil a cambio de un mayor gasto de combustible. En general, se acepta dicho compromiso hasta un cierto nivel. el enfoque de TRIZ es completamente distinto, es decir, se aumenta la potencia del vehículo sin mayor consumo de combustible haciendo uso de los principios de inventiva. en otras palabras, triz emplea la estrategia de “Ganar-Ganar”.

“Cuando se quiere innovar en un sistema tecnológico, siempre surgirán contradicciones entre los parámetros de dicho sistema por lo cual, el verdadero innovador las elimina sin tener que recurrir a compromisos”.

- Contradicciones Técnicas: son aquellas que surgen entre dos parámetros, “a” y “b”, de un sistema tecnológico.
- Contradicciones Físicas: se generan cuando un parámetro “a”, de un sistema tecnológico, entra en contradicción consigo mismo.

Procedimiento:

- Analiza los siguientes ejemplos, y revisa los tipos de contradicciones.
- Aplica la Matriz de Contradicciones en los problemas propuestos.
- Obtén los Principios de Inventiva.
- Genera tus conclusiones respecto a las propuestas para soluciones.

Caso ejemplo:

Se requiere eliminar completamente el uso de agua en los mingitorios colocados en edificios públicos. (Emplear la “matriz de contradicción”).

Pasos a seguir:

¿Cómo funciona el mingitorio convencional?

Una vez que la persona termina de orinar, se oprime un botón o se jala una palanca para que fluya un volumen determinado de agua que arrastra los orines al drenaje, evitando que se generen malos olores. De no usar agua, los orines desprenderán malos olores, en la superficie que limita al aire con dichos orines.

Determinación del tipo de contradicción que existe en el problema planteado:

Si no se emplea agua para que arrastre los orines (atributo deseado), éstos generan malos olores sobre la superficie de ellos (atributo indeseable).

Definir los dos objetos interrelacionados del problema.

Objeto Estacionario: orines. generan olores desagradables, si no son arrastrados, por el agua, hacia el drenaje.

Objeto en Movimiento: agua. ésta requiere fluir un tiempo determinado para así arrastrar los orines. se desea que desaparezca.

Se ubican las características de cada objeto en la “matriz de contradicción”.

Característica 15: “tiempo de acción del objeto móvil”. (característica que se debe mejorar, es decir, eliminar el agua en un 100%)

Característica 31: “factores adversos generados por el objeto estacionario”. (característica que empeora al no usar agua).

Con las características 15 y 31, la matriz sugiere los siguientes principios de inventiva o innovación tecnológica:

característica 16: “acción parcial o excesiva”.

característica 21: “hacerlo a mayor velocidad”.

característica 22: “convertir algo negativo en benéfico”.

característica 39: “ambiente inerte”.

Solución: dado que los olores se generan solamente sobre la superficie de los orines, es ahí donde se debe colocar alguna sustancia inerte. los actuales mingitorios “secos”, que ya funcionan en muchas partes, emplean un aceite perfumado cuya densidad es menor que la de los orines, por lo que permanece sobre su superficie evitando los olores ofensivos.

Casos Propuestos:

1. ¿Cómo cortar, mediante una sierra eléctrica, una manguera de hule flexible? (contradicción: la manguera debe ser flexible en su uso cotidiano pero debe ser dura para cortarla con la sierra).
2. En una estación de ferrocarril, debe determinarse el volumen de aproximadamente 120 troncos, en 10 minutos, en una góndola. el tiempo no es suficiente para medir cada tronco de manera individual. ¿Cómo resolver el problema? la longitud de cada tronco es conocida, lo único desconocido es el diámetro.
3. Desarrolla un sistema que reduzca el consumo de agua, en los lavabos convencionales, en un 50%, empleando la “matriz de contradicción”.
4. En la industria petrolera se soldan tuberías de gran tamaño y longitud, de forma continua. la soldadura se abastece de un carrete que pesa varias toneladas y que al terminar el proceso se debe parar inmediatamente ya que de no hacerlo, sigue girando por su inercia y la cinta de soldadura cae al suelo, ensuciándose, principalmente de grasa, aceite y tierra.
El problema se puede resolver adicionando algún tipo de freno eléctrico o mecánico que se accione inmediatamente que se detiene el proceso de soldado, sin embargo eso requiere de una inversión considerable.
Diseña un freno que automáticamente detenga el carrete sin recurrir a mecanismos complicados y costosos. Recuerda los “recursos invisibles”.
5. ¿Cómo determinar la cantidad de petróleo que se encuentra asociado con rocas porosas a cientos de metros de la superficie y por lo tanto expuesto a presiones superiores a 200 Kilogramos por centímetro cuadrado y a temperaturas mayores de 100 grados Celsius? El problema surge cuando se eleva la muestra de rocas con petróleo a la superficie en dónde la presión disminuye rápidamente a una atmósfera. En el trayecto, el petróleo y los gases asociados se pierden o se mezclan con los lodos superficiales y por lo tanto la muestra no es representativa del yacimiento original.
Todo el proceso de muestreo se lleva a cabo mediante una larga tubería que en su extremo inferior tiene un “sacabocado” que “muere” la roca con petróleo y otros componentes.

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 11

Sustancia - Campo

Objetivo:

El alumno propondrá una o más soluciones para los problemas propuestos mediante el uso de los esquemas sustancia-campo de TRIZ.

Teoría preliminar:

En TRIZ, “sustancia” es cualquier cosa tangible que tenga una estructura definida y que sea posible detectar con uno o varios de los cinco sentidos o con instrumentos adecuados, por ejemplo: desde algo tan tenue como el aire hasta una sólida vigueta de acero e inclusive una persona es una “sustancia”.

Los campos que se manejan son:

Campo Magnético: C_{MG}

Campo Gravitacional: C_G

Campo Térmico: C_T

Campo Acústico: C_A

Campo Nuclear Fuerte: C_{NF}

Campo Informático: C_I (no muy aceptado por algunos expertos de triz)

Campo Eléctrico: C_E

Campo Mecánico: C_M

Campo Óptico: C_O

Campo Nuclear Débil: C_{ND}

Reglas para la solución de sistemas Sustancia-Campo:

- Definir las sustancias y los campos en el problema original así como sus interacciones.
- Agregar una o varias Sustancias.
- Adicionar uno o varios Campos.
- Sustituir Sustancias o Campos.

Procedimiento:

- Lee detenidamente el caso ejemplo.
- Analiza los casos propuestos.
- Elabora un diagrama sustancia-campo de su situación actual.
- Propón una solución mediante la implementación de TRIZ, aplicando las reglas para los diagramas sustancia-campo.
- Redacta tus conclusiones al respecto.

Caso - ejemplo:

Se tiene una tubería que conduce esferas de acero (balines), de un proceso a otro. Aire a presión es el medio conductor. Debido a la velocidad de los balines, los codos metálicos sufren erosión acelerada y deben cambiarse a menudo. Resolver el problema de manera que ya no se erosionen los codos de la tubería, mediante la metodología “S-C”.

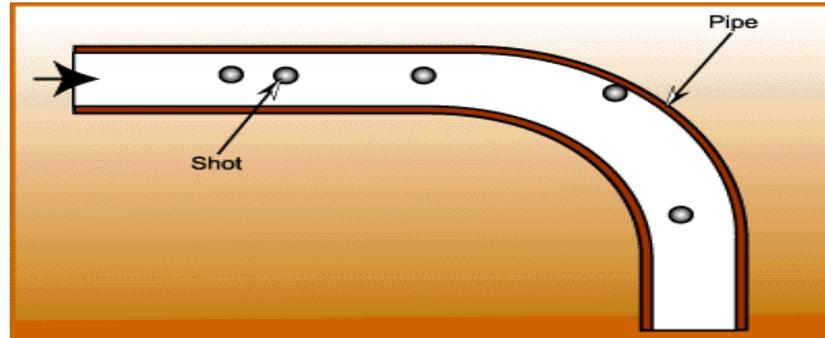


Fig. 15-1 Tubería por donde circulan los balines.

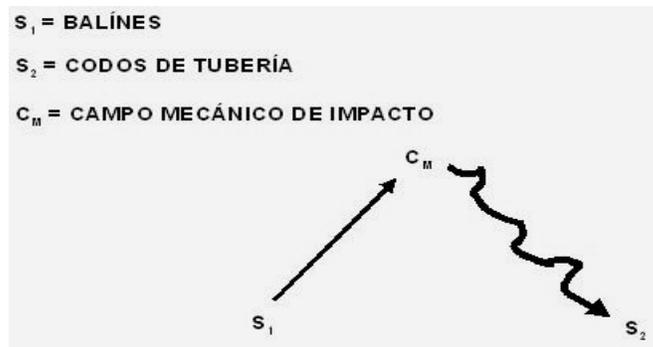


Fig. 15-2 Diagrama Sustancia-Campo.

- Agregar una sustancia: un imán permanente.
- Agregar un campo: campo magnético del imán.

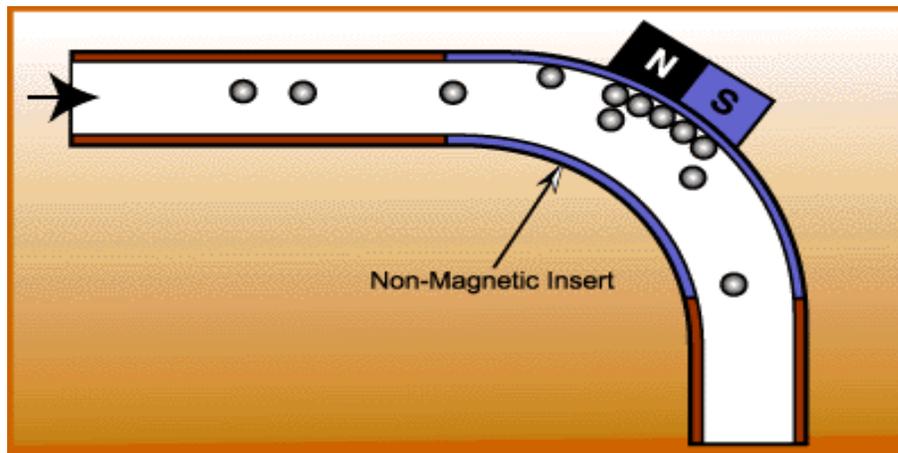


Fig. 15-3 Una posible solución.

Casos Propuestos:

1. En la edad media existía un joven cazador que tenía un perro, el cual, cuando iban de cacería, corría adelante del cazador, ubicaba la presa y ladraba para que viniera su amo a cazarla. (representar esta parte del problema mediante un diagrama “sustancia-campo”). Con el pasar de los años, el cazador envejeció y quedo sordo, por lo que le era imposible escuchar a su perro cuando encontraba algún animal para cazar. adicionar algún otro elemento o elementos que resuelva el serio problema del cazador. recordar que en la edad media no se tenían aparatos electrónicos para la sordera. (representar tanto el problema como la solución en un diagrama “sustancia-campo”).
2. Existe un problema en las presas, que es debido a los depósito de sedimento en sus fondos, técnicamente llamado azolve. La manera de solucionar el problema tiene dos enfoques:
 - A.- Dragar el sedimento mediante grandes lanchones.
 - B.- Vaciar la presa y extraer el sedimento en seco.Ambos métodos son tardados y costosos, aproximadamente \$ 50.00 dólares estadounidenses por metro cúbico.
Diseñar un novedoso sistema para el desazolve que ya no requiera ni las grandes barcasas ni mucho menos el vaciado de las presas.
3. Inventar una lámpara de mano que nunca requiera de cambio de baterías, no sea solar, ni nuclear y mucho menos cuente con una conexión eléctrica externa. el problema se resuelve mediante la metodología “sustancia-campo” y empleando un principio conocido desde el siglo 19.

Producto:

- Deberán entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 12

Análisis de Funciones

Objetivo:

El alumno analizará las funciones de los Sistemas Tecnológicos a fin de detectar cual es la mejor innovación y solución a problemas en ellos.

Teoría preliminar:

Una herramienta muy poderosa para resolver problemas de innovación tecnológica es llevar a cabo un análisis de las funciones entre los diferentes subsistemas de un sistema tecnológico y elaborar una tabla como la siguiente:

DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN A LLEVAR A CABO			ANÁLISIS	CONTESTAR	
A	HACE ESTO A	B	¿FUNCIÓN UTIL O DAÑINA?	¿ES NECESARIA LA FUNCIÓN?	¿LA FUNCIÓN PUEDE SER REALIZADA POR B? ¿CÓMO?

Siempre que se enfrente un problema de inventiva o de innovación tecnológica, es de primordial importancia plantearlo adecuadamente y de diferentes maneras, para así romper con la inercia mental que no permite llegar a la solución óptima. el análisis de funciones es muy útil en éstos casos.

Procedimiento:

- Contesta la siguientes preguntas.
- Analiza las respuestas de tus compañeros.
- Para los casos propuestos analiza las funciones de los sistemas y subsistemas tecnológicos.
- Elabora una tabla como la que se muestra arriba.

Preguntas:

1.- ¿Cómo se explica, físicamente, el efecto de la propela de lancha o barco?

Indica si son o no correctas las siguientes afirmaciones:

	CORRECTO	INCORRECTO
2.- Aire caliente “ <i>seca el pelo</i> ”.	_____	_____
3.- El ventilador “ <i>enfria el cuerpo</i> ”.	_____	_____
4.- El foco “ <i>ilumina una habitación</i> ”.	_____	_____
5.- El pararrayos “ <i>atrae los rayos</i> ”.	_____	_____
6.- El parabrisas de un auto “ <i>protege al conductor</i> ”.	_____	_____

Casos Propuestos:

1. En los Estados Unidos de América se vende un equipo, “kit”, para que las madres de bebés pequeños les proporcionen el alimento a la temperatura adecuada. ese equipo consta de: tazón, cuchara y un termómetro. el costo promedio es de \$ 12.00 dólares. (Aclaración: en otros países, las madres realmente no necesitan todo eso y determinan la temperatura de los alimentos de una manera más práctica aunque menos “científica”).
2. En la edad media existía un joven cazador que tenía un perro, el cual, cuando iban de cacería, corría adelante del cazador, ubicaba la presa y ladraba para que viniera su amo a cazarla. (representar esta parte del problema mediante un diagrama “sustancia-campo”). Con el pasar de los años, el cazador envejeció y quedo sordo, por lo que le era imposible escuchar a su perro cuando encontraba algún animal para cazar. adicionar algún otro elemento o elementos que resuelva el serio problema del cazador. recordar que en la edad media no se tenían aparatos electrónicos para la sordera. (representar tanto el problema como la solución en un diagrama “sustancia-campo”).
3. Existe un problema en las presas, que es debido a los depósito de sedimento en sus fondos, técnicamente llamado azolve. La manera de solucionar el problema tiene dos enfoques:
 - A.- Dragar el sedimento mediante grandes lanchones.
 - B.- Vaciar la presa y extraer el sedimento en seco.
 Ambos métodos son tardados y costosos, aproximadamente \$ 50.00 dólares estadounidenses por metro cúbico.
 Diseñar un novedoso sistema para el desazolve que ya no requiera ni las grandes barcazas ni mucho menos el vaciado de las presas.

4. Inventar una lámpara de mano que nunca requiera de cambio de baterías, no sea solar, ni nuclear y mucho menos cuente con una conexión eléctrica externa. el problema se resuelve mediante la metodología “sustancia-campo” y empleando un principio conocido desde el siglo 19.
5. Se tiene una máquina podadora de césped a la que se aplica un análisis de funciones de acuerdo a la tabla mostrada anteriormente, esta es la descripción de las funciones que se llevan a cabo:
 - a) Cuchilla corta pasto (función útil).
 - b) Motor mueve cuchilla (función útil).
 - c) Gasolina impulsa motor (función útil).
 - d) Gasolina contamina atmósfera (función dañina).
 - e) Cuchilla golpea rocas (función dañina).
 - f) Pasto y rocas desgastan cuchilla (función dañina).
 - g) Motor hace girar las ruedas.
 - h) Motor produce vibración en podadora.

Producto:

- Deberás entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 13

Objetivos y Justificación del Proyecto

Objetivo:

El alumno definirá un problema o necesidad a solucionar mediante un proyecto final, lo cual hará de forma específica indicando los objetivos y justificación del mismo.

Teoría preliminar:

Para realizar el proyecto se sugiere contar con los siguientes elementos:

- Planteamiento o definición del Problema
- Antecedentes
- Justificación
- Marco Teórico
- Objetivos
- Restricciones y Condiciones específicas
- Metodologías
- Plan de Trabajo
 - Desarrollo de Actividades o Pasos a seguir
 - ◇ Diseño (Gráfico)
 - ◇ Materiales utilizados
 - ◇ Construcción
 - ◇ Programación
 - ◇ Pruebas realizadas
- Cronograma de Actividades
- Referencias Bibliográficas

Justificación: Es conveniente explicar la relevancia que el trabajo aportará al conocimiento que ya se tenga acerca de él.

Es importante resaltar a quién va dirigido el resultado del Proyecto que sector de la población o industria se verá beneficiado de llevar a cabo el trabajo y que tipo de mejora reflejará en la situación actual.

Objetivos: Puede existir un Objetivo General y varios Particulares. Deben generarse objetivos claros y precisos que se pretenden cumplir una vez que se concrete el proyecto.

Procedimiento:

- Especificuen en equipo el tipo de proyecto que van a realizar.
- Definan el problema.
- Planten los objetivos.
- Redacten una justificación.

PROYECTO:

Nombre del Proyecto:

Problema a Solucionar:

Objetivos:

Justificación:

Producto:

- Deberán entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 14

Especificaciones y Restricciones del Proyecto

Objetivo:

El alumno especificará una lista de posibles soluciones al problema definido en la práctica anterior, así mismo enlistará las especificaciones y restricciones de su proyecto.

Teoría preliminar:

En prácticas anteriores se mencionó la importancia de las Restricciones, y Condiciones o Especificaciones que debe satisfacer cualquier tipo de proyecto, ahora define cuales serán las que aplicarás en tu proyecto.

Procedimiento:

- Enlisten las posibles soluciones al problema que se planteo en la práctica anterior.
- Mencionen con qué características o especificaciones deberá contar el Proyecto.
- Analicen las posibles restricciones a las cuales se enfretarán durante la realización del Proyecto.

PROYECTO:

Nombre del Proyecto:

Posibles Soluciones o Forma de Atacar el problema:

Especificaciones:

Restricciones:

Producto:

- Deberán entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

PRACTICA 15

Plan de Trabajo

Objetivo:

El alumno elaborará un Plan de Trabajo que contenga la planeación de actividades a realizar, presupuesto, metodologías elegidas y un cronograma.

Teoría preliminar:

Es de suma importancia el realizar una planeación de tiempos y acciones para llevar a cabo cualquier Proyecto, un Plan de Trabajo el cual contenga actividades específicas, presupuesto, metodologías y un cronograma es sin duda primordial para que cualquier Proyecto se lleve a cabo en Tiempo y Forma.

Una vitácora siempre es importante, así que se recomienda a partir de este momento llevar un registro de acciones, inconvenientes o problemas que surjan sobre la marcha, toma de decisiones y demás elementos que modifiquen la estructura de la Idea original.

Procedimiento:

- Definan un Plan de Trabajo a realizar.
- Mencionen de qué Metodologías se auxiliarán para el mejoramiento del Proyecto
- Elaboren un Cronograma que contenga las actividades y fechas en las cuales deberán ser realizadas.
- Comiencen a tomar notas del trabajo que vayan realizando a fin de presentar una vitácora al final. (*Esta se entregará en los avances y al final*)
- Lleven una relación de costos para que lo puedan contrastar al final con el presupuesto planteado en un principio. (*Esta se entregará al final*)

PROYECTO:

Nombre del Proyecto:

Plan de Trabajo:

Desarrollo de Actividades o Pasos a seguir

Materiales a utilizar

Construcción

Programación

Metodologías:

Cronograma

Quedarán Pendientes:

**Diseños (Gráficos)

**Pruebas a realizar

**Presupuesto o Costos:

**Vitácora:

Producto:

- Deberán entregar los escritos correspondientes a más tardar la próxima sesión, deberás conservar copia para el reporte final.

Para un siguiente nivel de capacidad en el manejo de cada una de las Metodologías aquí presentadas, se deberá realizar un estudio a fondo de cada una de ellas, así como de otras más, con el enfoque que cada profesional requiera tanto del ámbito empresarial, industrial, o de desarrollo tecnológico.

Referencias

Para mayor información respecto a los temas aquí mencionados:

Introducción a la Ingeniería

Prentice Hall / Pablo Grech

Innovación Tecnológica Acelerada mediante TRIZ

M. en C. Rafael Oropeza Monterrubio

www.wikipedia.org

Para temas avanzados, software y diversos casos de aplicación, podrás encontrar varios sitios más dedicados a proyectos que utilizan TRIZ.

www.aitriz.org

www.triz-journal.com

www.creax.com

www.trendwatching.com/trends

www.systematic-innovation.com

<http://www3.sympatico.ca/karasik/>

Para temas de QFD, 6 σ , Lean Production, y otros sistemas de Calidad:

www.qfdi.org

www.isixsigma.com

www.lean.org

www.start2think.com

Con la colaboración de:

Ricardo Escobedo Alferez

Jorge Alfredo Trejo Aguila

José Alberto Martínez Torres