¿QUÉ ES TRIZ?

Una **metodología** estructurada para la solución de problemas que utiliza un proceso s i s t e m á t i c o para examinar l a s ***situaciones innovantes*** y proponer soluciones altamente creativas.

¿QUÉ ES TRIZ?

Una **filosofía** que busca romper los paradigmas tradicionales en la ciencia, en la tecnología y en cualquier rama del conocimiento, proponiendo situaciones ideales, capacidad para verlas y técnicas para alcanzarlas.

¿QUÉ SIGNIFICA “TRIZ” ?

Es el acrónimo ruso de :

Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach

[redacted]

(Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva)

RESOLUCIÓN

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE TRIZ

- TRIZ surgió hace 60 años! En la antigua URSS.
- G. Altshuller (1926-1998) analizó y catalogó miles de patentes y descubrió los fundamentos de lo que hoy se conoce como TRIZ
- Publicó 14 libros y cientos de artículos sobre TRIZ
- Seleccionó 40 mil patentes como esenciales

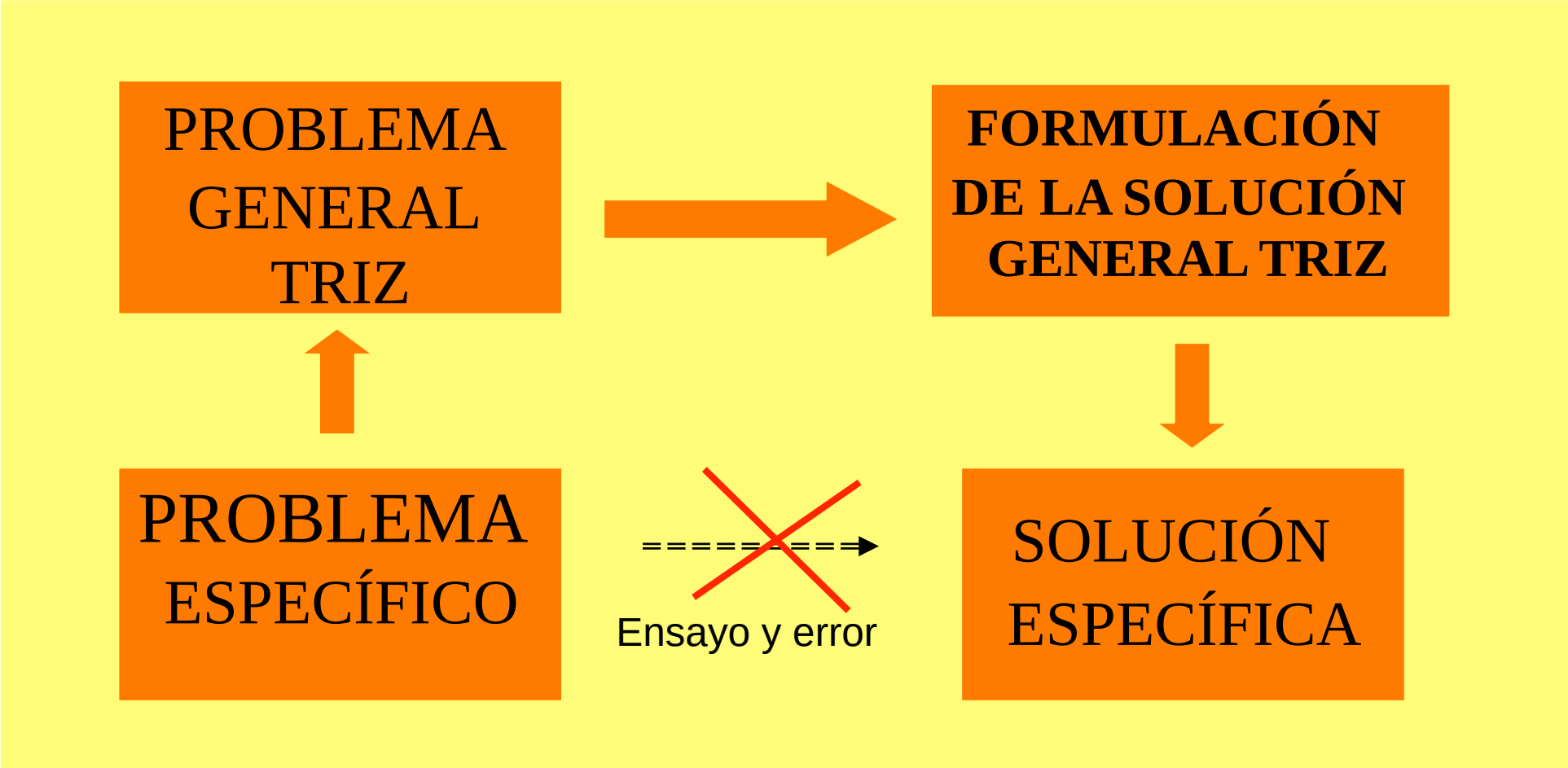
¿QUIÉN LA ORIGINÓ?

Genrich Altshuller

(1926-1998)

HABILIDADES BÁSICAS

MODELO GENERAL DE TRIZ



MODELO GENERAL DE TRIZ

$$aX^2+bX+C=0$$

resolver

$$X=\frac{-b\pm(b^2-4ac)^{1/2}}{2a}$$

particularizar

$$X = -3$$
$$X = 2$$

~~ensayo y error~~

$$X^2+X-6=0$$

Abstraer

NIVELES DE INNOVACIÓN

Mejora Simple de un sistema técnico. Requiere el conocimiento disponible dentro de un área de fabricación/aplicación relevante del sistema

Innovación menor (dentro de tecnología). Requiere el conocimiento de áreas diferentes dentro de una industria relevante del sistema.

Innovación substancial (cambio de tecnología)

Requiere el conocimiento de toda la industria

Innovación mayor (fuera de tecnología) requiere el conocimiento de diferentes campos de la ciencia

Descubrimiento (fuera de paradigma) requiere de nuevos conocimientos o de conceptos no conocidos

¿QUÉ ES UNA SITUACIÓN INNOVANTE

- Cuando tenemos un problema que no puede ser resuelto por técnica convencionales.
- Cuando para la mayoría de los “expertos”, este problema no tiene solución.
- Cuando la mejor solución propuesta es más costosa que mantener el propio problema.
- Cuando todos toman una actitud de resignación y se aprende a cohabitar con el problema.

¿QUÉ ES UN PROBLEMA?

- Es una situación que se caracteriza por:
- La función útil primaria del sistema no se cumple de la manera deseada.
- La función nociva que se deriva provoca grandes daños.

Hay al menos una CONTRADICCIÓN como origen de todo problema.

NECESIDAD

LA FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

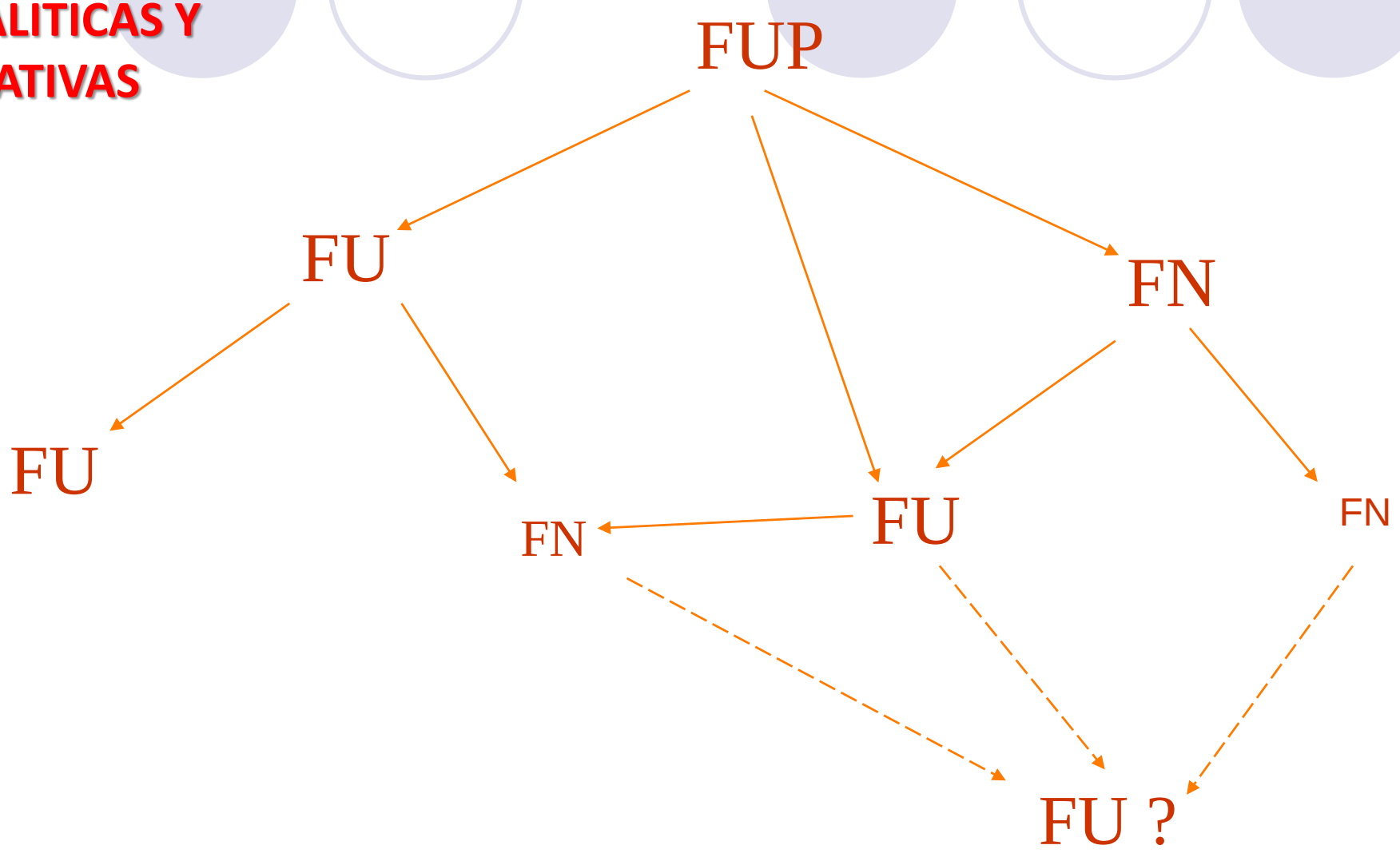
- Es una técnica especial para identificar las funciones útiles y nocivas de un sistema así como su relacion con todos los problemas asociados con una situación innovante.

- Teniendo una lista exhaustiva de todas las posibilidades de problemas, se puede analizar y seleccionar aquella pista de solución que más similitud tenga con nuestro problema en particular.

- A través de un gráfico es posible analizar las funciones útiles y nocivas, sus causas y consecuencias.

- El gráfico revela una imagen útil de muchos problemas secundarios implicados en los problemas de innovación

HABILIDADES ANALITICAS Y CREATIVAS



La Función Útil Primaria (FUP)

- Todo sistema o producto está diseñado para cumplir una función útil

- No es simple, definir esta función de un producto o sistema.

La Función Útil Primaria (FUP)

- Es una abstracción compleja
- Encausada a agregar valor a la existencia humana (comodidad, satisfacción, seguridad, confianza, bienestar, salud, etc.)

- Es fundamental conocer la FUP de un sistema a fin de facilitar el proceso de innovación.

- Los sistemas al evolucionar tienden a ser más simples, pero con más y mejores funciones útiles y con menos funciones nocivas

- Por ejemplo: enuncie la FUP de un lápiz

- -escribir -dibujar
- -comunicar -emitir mensajes
- -Plasmar una idea -preservar una idea

- Por ejemplo: enuncie la FUP de un reloj de pulsera

- -dar la hora -conocer la hora
- -llegar a tiempo -ser puntuales
- -Administrar el tiempo
- -Faciltar la administración del tiempo

Hallar la FUP de los siguientes sistemas:

- Tanque de combustible de un automóvil
- Goma de borrar
- Una obra literaria
- Un perfume
- Un neumático de repuesto
- Un gato hidráulico en un taller
- Un medicamento

Las funciónes nocivas

- Un sistema al cumplir con su función útil, se deriva de manera inevitable, algunas funciones nocivas (Desgaste, contaminación, desecho, costos, tiempo y/o espacio no aprovechados, ruido, etc.)

- Por ejemplo: ¿Cuáles son las funciones nocivas del sistema: Frenos de un automóvil?

HABILIDADES BÁSICAS Y ANALITICAS

6. Recursos

- **substancia**
- **campo**
- **funcionales**
- **información**
- **tiempo y espacio**

- ***TIEMPO***
- ***ESPACIO***
- ***SUSTANCIA***
- ***ENERGIA***
- ***FUNCIONALES***
- ***DIFERENCIALES***
- ***DESPERDICIOS***
- ***CAMBIOS***
- ***PERJUDICIALES***

© Edgardo Córdova L. 2013

¿Recursos?

- En TRIZ… todo, absolutamente todo puede ser un recurso:
- Las funciones útiles, las inútiles, las nocivas, los desperdicios, la contaminación, los desechos, la gravedad, la combinación de dos o más desechos o elementos contaminantes, el vacío, el aire, los elementos del aire, la combinación entre ellos,la inercia psicológica, etc.

EJEMPLO DE RECURSOS EN UN PROBLEMA

- *En la figura se define una zona de problema de un sistema técnico.*
- *Identifique los principales recursos disponibles*

EJEMPLO DE RECURSOS 2

- ***Sin embargo la siguientes lista es más completa:***

Computadora

Reloj

Persona 1

Persona 2

Persona3

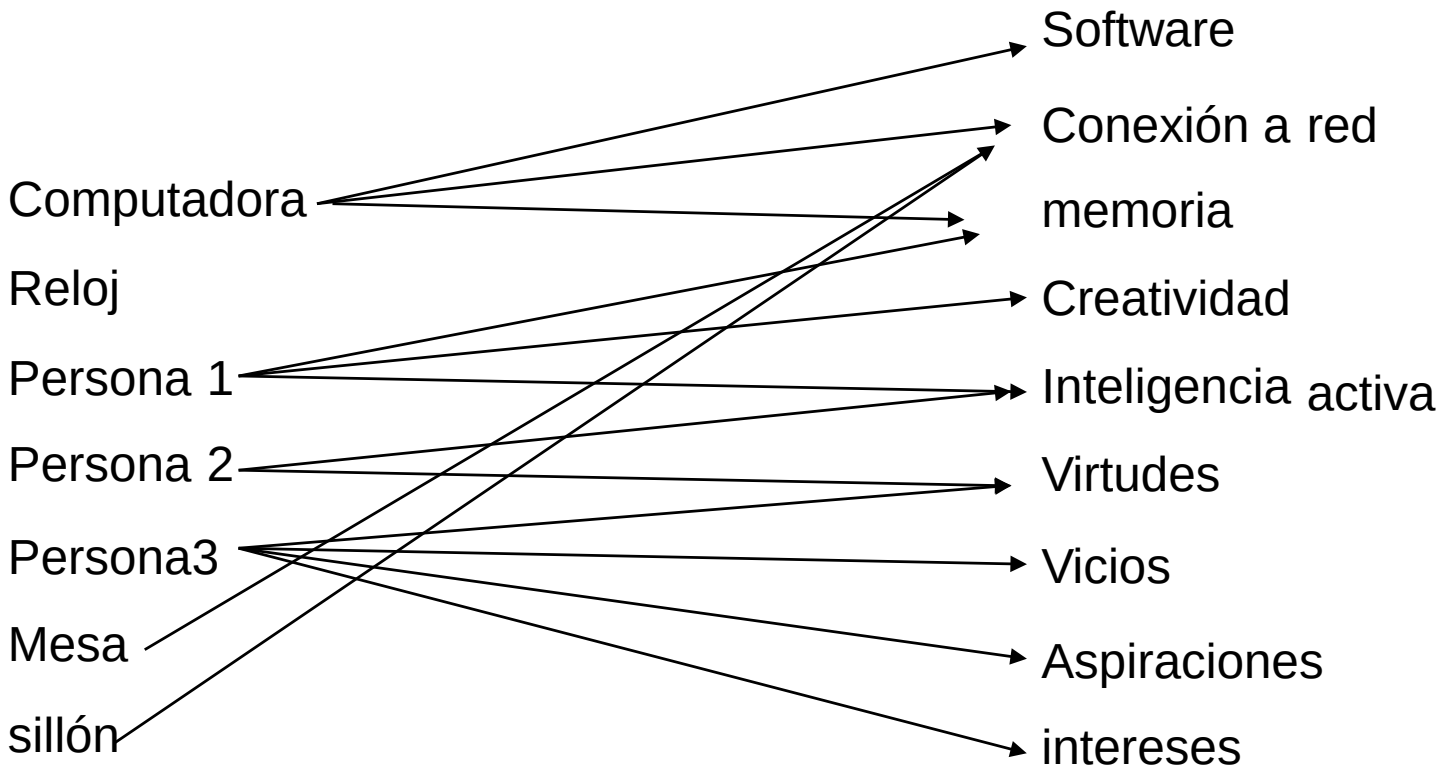
Mesa

Sillón

anteojos

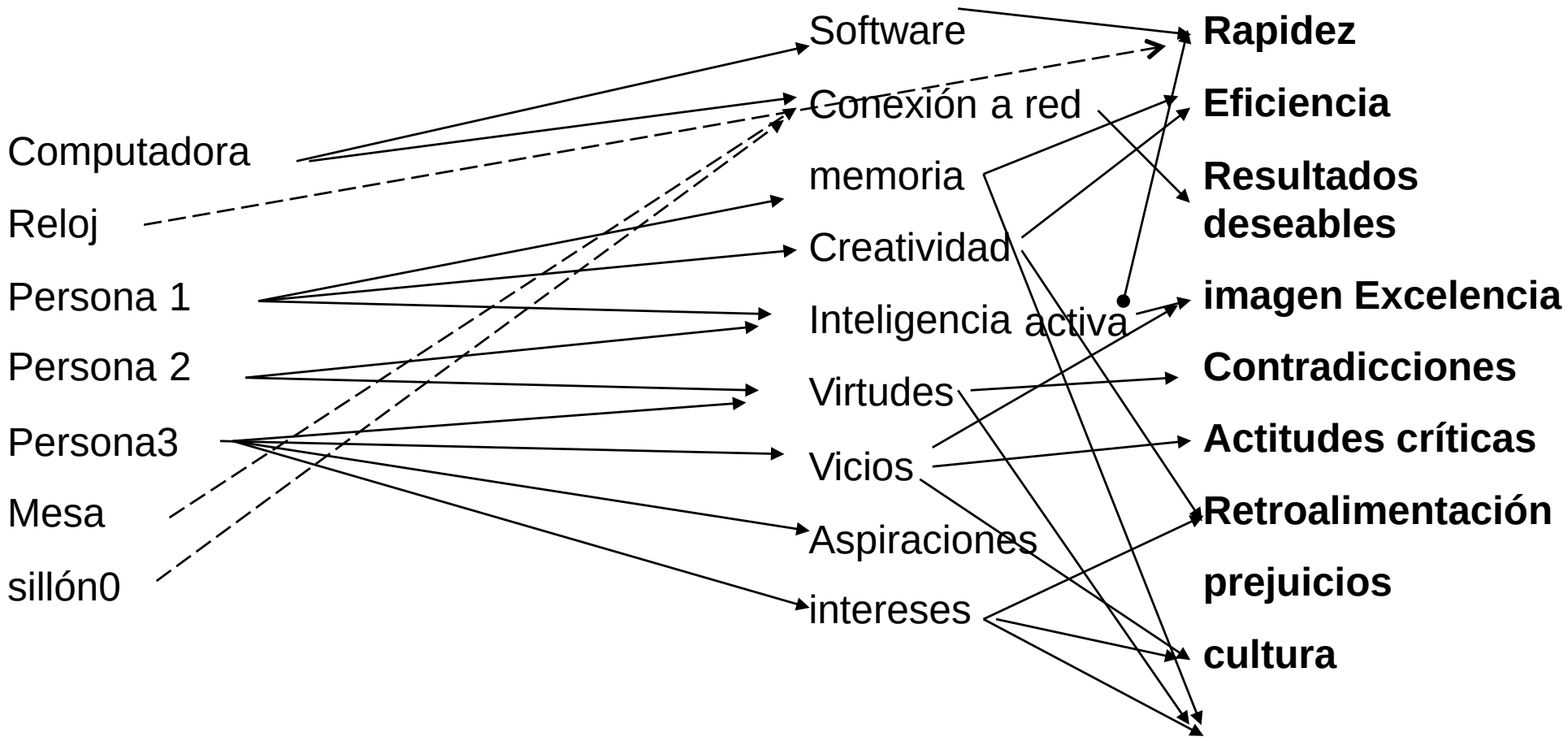
EJEMPLO DE RECURSOS 2

- ***Sin embargo la siguientes lista es más completa:***



EJEMPLO DE RECURSOS 2

- El siguiente paso puede incluir “recursos invisibles”



AÚN MÁS

- En inteligencia activa hay:

- Habilidad verbal
- Habilidad analítica
- Habilidad motriz
- Habilidad emotiva
- Habilidad sensitiva
- Habilidad intuitiva
- Capacidad deductiva / inductiva
- Capacidad de análisis / síntesis
- Sentido Crítico
- Asociaciones de ideas
- etc

AÚN MÁS

- En virtudes hay:

- perseverancia
- Respeto
- Sentido de la justicia
- Disciplina
- Honestidad / sinceridad
- Tolerancia
- Voluntad
- Amabilidad
- Comprensión
- Paciencia
- Amistad
- prudencia
- Etc.

© Edgardo Córdova L. 2013

AÚN MÁS

- En creatividad hay:

- Originalidad
- Inventividad en:
- Procesos administrativos
- Procesos técnicos
- Procesos artísticos
- Expresión verbal
- Desarrollo científico
- Mundo cotidiano
- Resolución de problemas
- Relaciones humanas
- Imagen
- Etc.

EJEMPLO DE RECURSOS EN UN PROBLEMA

- *En la figura se define una zona de problema de un sistema técnico.*
- *Identifique los recursos disponibles y escríbalos en una hoja.*

EJEMPLO DE RECURSOS

Si usted identificó:

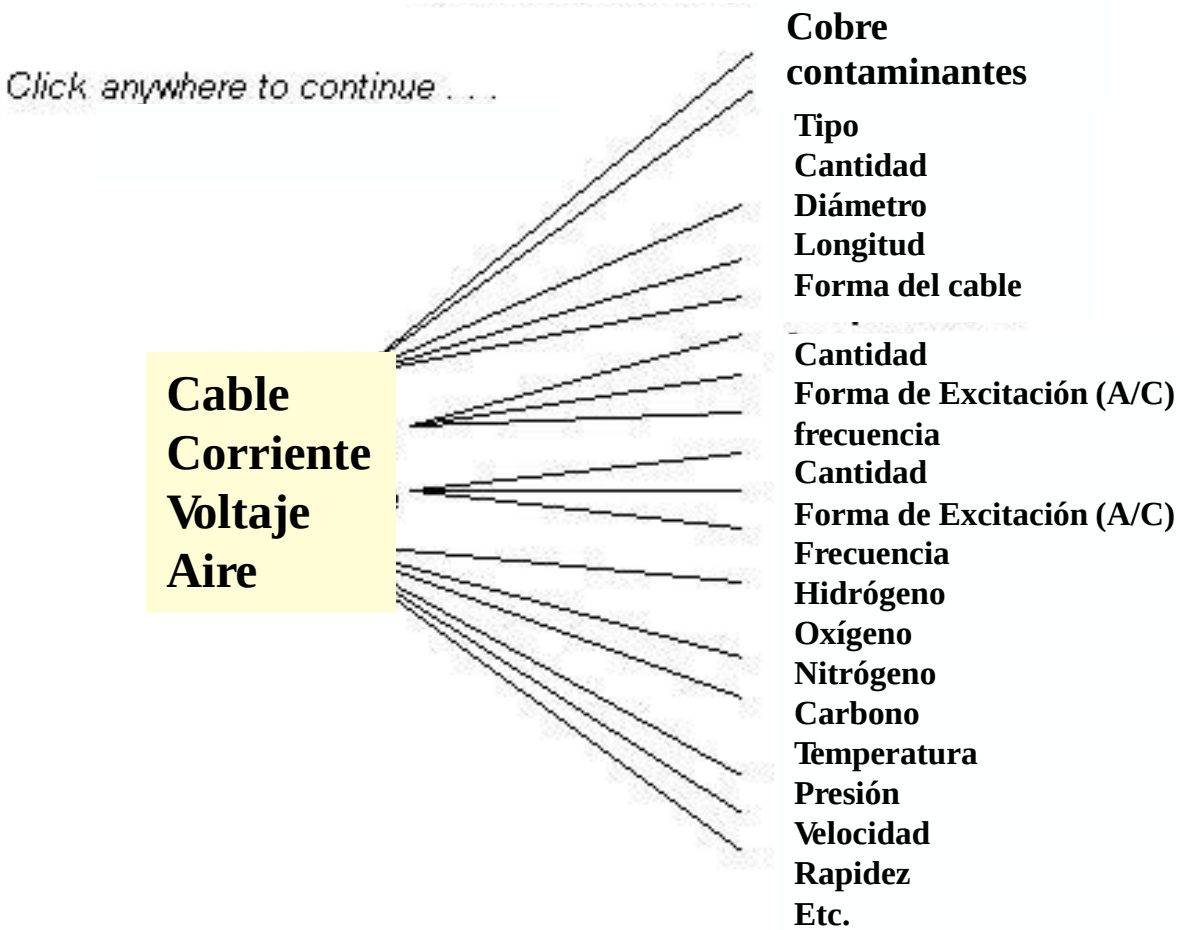
- ***Aire***
- ***Alambre de Cobre***
- ***Corriente eléctrica***

…….entonces usted ha* comenzado *a entender el concepto de uso de recursos.

EJEMPLO DE RECURSOS 2

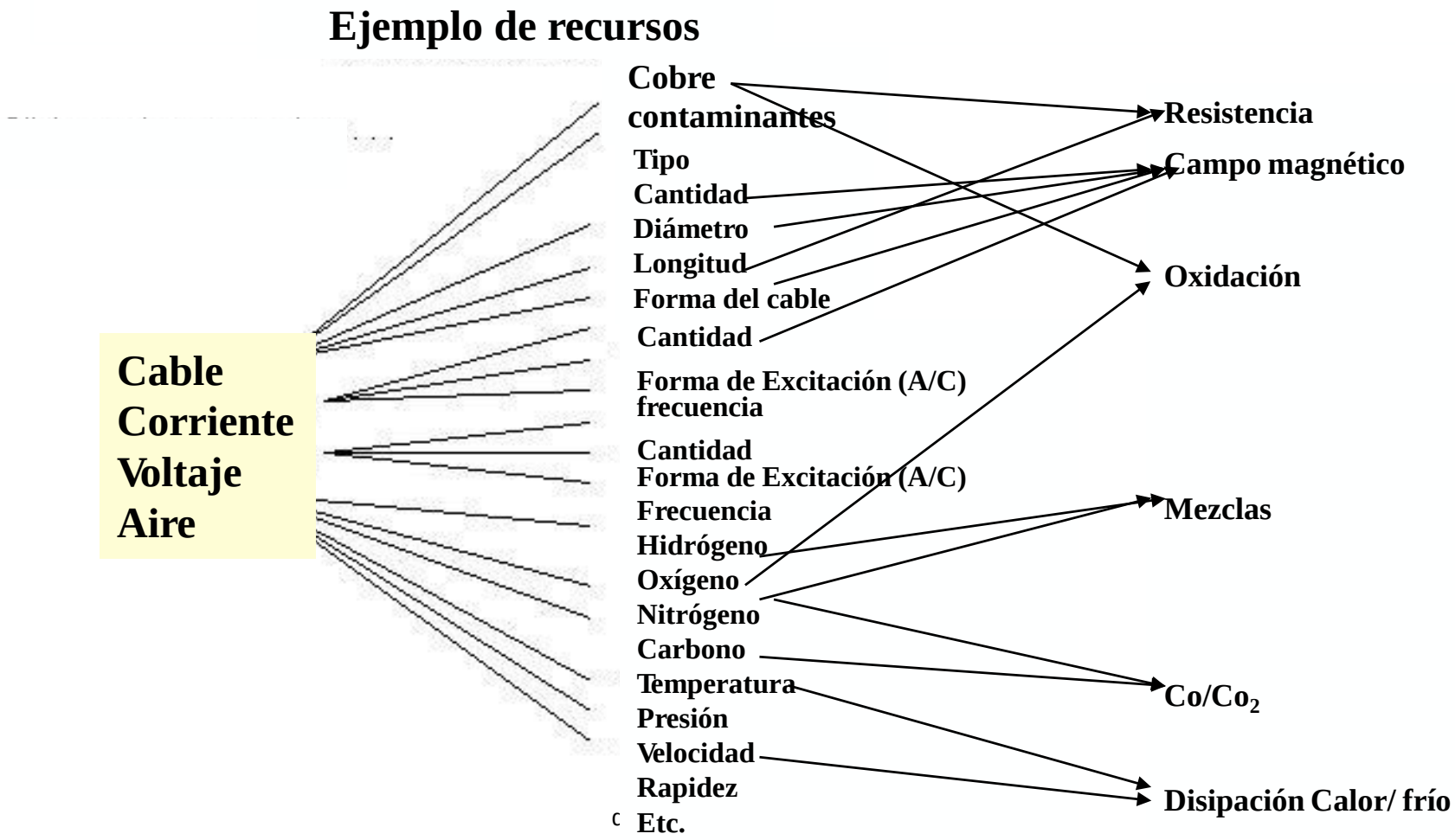
- ***Sin embargo la siguientes lista es más completa:***

Ejemplo de recursos



EJEMPLO DE RECURSOS 2

- El siguiente paso puede incluir “recursos invisibles”



RECURSOS

Es muy importante identificar y enlistar TODOS los recursos que existen en el sistema tecnológico a tratar, incluyendo aquellos que aparentemente no agregan valor o no pueden ser utilizados.

El cliente usado como un recurso más

EL CLIENTE USADO COMO UN RECURSO MÁS

La puerta aprovecha la energía **generada por el movimiento de la gente al pasar. Esta energía es utilizada para alimentar el sistema de iluminación.**

¿Cómo funciona?, la energía cinética resultante alimenta un generador que suministra energía a unos supercondensadores.

Éstos almacenan la energía para abastecer el sistema de iluminación del café, conformado con lámparas LEDs ubicadas en el techo
Gracias al uso de esta puerta se logra un ahorro de energía de aproximadamente 4600 kWh cada año.

© Edgardo Córdova L. 2013

- **EL CLIENTE USADO COMO UN RECURSO MÁS**

The Copenhagen Wheel es el nombre de esta nueva **bicicleta diseñada por científicos del Instituto tecnológico de Massachusetts. Se trata de una bicicleta que puede moverse sola con energía que sobra de la su rueda.**

El nuevo invento ha sido calificado como bicicleta 2.0 o bicitriz y viene equipada con soporte para Iphone y conexión Bluetooth

Evolución hacia el incremento de la idealidad

- Todo sistema desempeña funciones útiles y nocivas
- La tendencia del sistema es hacia la idealidad, es decir, mejorando la razón:
- $$\text{Idealidad} = \frac{\text{Todos los efectos útiles}}{\text{Todos los efectos dañinos}}$$

EL RESULTADO FINAL IDEAL

Altsuller introdujo el concepto de IDEALIDAD

El Resultado Final Ideal maximiza la razón de idealidad de un sistema y tiene las siguientes características:

- No es complejo
- No es costoso ni requiere inversión
- No emplea tiempo, ni espacio
- No usa esfuerzo humano
- No consume energía ni contamina
- No provoca desperdicios
- Y sin embargo, la función se cumple de manera perfecta.

EL CONCEPTO DE IDEALIDAD

- Todo sistema está diseñado para cumplir funciones útiles que generan efectos nocivos.
- La idea general para mejorar un sistema es maximizar la razón de idealidad, es decir, exaltar los efectos útiles y eliminar los efectos nocivos.

EL CONCEPTO DE IDEALIDAD

$$D = \frac{\sum F_u}{\sum F_n + \sum F_s}$$

Donde :

D : representa un sistema que busca la idealidad

ΣF_u: representa la suma de todas las funciones útiles del sistema

ΣF_n: representa la suma de todas las funciones nocivas causadas por el sistema

ΣF_s: representa la suma de todos los gastos generados por el sistema

F_n y F_s se interpretan como costos del sistema

Reducción del denominador

- Reducción de costos
- Eliminar efectos indeseables

Formas para reducir los costos

- Reducción de números de partes del sistema
- Eliminación de algunos procedimientos, operaciones o procesos
- Sólo usar materiales costosos si son estrictamente necesarios
- Uso de recursos (invisibles)
- Usar diseños modulares

Enfoque de Idealidad

El desarrollo del concepto de *Resultado Final Ideal* nos aproxima a soluciones cercanas a lo Ideal:

- **Las soluciones cercanas a lo Ideal:**
- **no incrementan la complejidad del sistema**
- **minimizan los cambios en el sistema**

- **LAS SOLUCIONES IDEALES NO EXISTEN,**

PERO SÍ PUEDEN EXISTIR EN NUESTRA MENTE

e incluso podemos lograr verdaderas aproximaciones

© Edgardo Córdova L. 2013

Incremento simultáneo en numerador y denominador

Decremento simultáneo en numerador y denominador

Las Contradicciones

- Es un conflicto que no es posible resolver por soluciones concebidas por métodos tradicionales :
- Las contradicciones pueden ser:

  Técnicas

  Físicas

  Humanas

CONTRADICCIONES TÉCNICAS

- Representa el conflicto entre dos parámetros de un sistema.
- Es decir, cuando deseamos mejorar uno de ellos...
- ...el otro se ve inconvenientemente afectado

- A mejora pero B empeora→ conflicto

EJEMPLOS

- Consumo de combustible y potencia de un automóvil.
- Resistencia y espesor de una superficie
- Rapidez en el trabajo y claridad
- Alimento “delicioso” (antojos), daño a la salud

CONTRADICCIONES FÍSICAS

- Representa el conflicto entre condiciones contradictorias en un estado físico de un mismo elemento.
- Es decir, se requiere la presencia y la ausencia de una característica física en un proceso.
- Se requiere de A y se requiere de Anti-A ó
- Se requiere de la presencia y de la ausencia de A

EJEMPLOS

- El vehículo debe ser pesado para mayor estabilidad y ligero para el consumo de combustible.
- El vehículo debe ser grande y chico a la vez
- personalidad (imagen) y comodidad.
- Seguridad en sí mismo…inseguridad
- Se necesita dormir para descansar, se necesita no dormir para terminar un trabajo

HERRAMIENTAS A UTILIZAR

- Ante una contradicción física, las empresas no tienen alternativa. Concluyen que no existe solución posible o dan una solución costosa.

- En TRIZ se utiliza la separación de principios o el Análisis de campo-sustancia + las 76 soluciones estándares y los efectos científicos.

Contradicciones Técnicas y Físicas

Contradicciones Técnicas (ejemplos)		Contradicciones Físicas (ejemplos)	
Parámetro a mejorar	Parámetro que empeora	Característica “A”	Característica “no A"
Potencia	Peso	Electroconductivo	Dieléctrico
Complejidad	Funcionalidad	Liquido	Sólido
Adaptabilidad	Fiabilidad	Fuerte	Suave
Productividad	Precisión	Rápido	Lento
Conveniencia de Uso	Facilidad fabricación	Fuerte	Débil

HABILIDADES CRÍTICAS

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

10. LA MATRIZ DE ALTSHULLER

TOMAS DE DECISIONES

HABILIDADES CREATIVAS

¿CÓMO ELIMIMAR CONTRADICCIONES TÉCNICAS?

- La matriz de Altshuller representa una de las herramientas clásicas de TRIZ
- Se forma con los parámetros de contradicciones y con los principios de inventiva.

LOS PARÁMETROS DE CONTRADICCIÓN

- Altshuller descubrió que sólo hay 39 parámetros o características que podrían estar en conflicto al realizar un cierto proceso técnico.
- Siempre es posible expresar todo problema en función de sus contradicciones.

LOS PARÁMETROS

- 1. Masa de un objeto
- 3. Longitud de un objeto
- 5 Superficie de un objeto
- 7. Volumen de un objeto
- 9. Velocidad
- 10. Fuerza
- 11. Tensión
- 12. Forma
- 13. Estabilidad
- 14.Resistencia
- 15. Duración
- 17. Temperatura
- 18. Brillo
- 19. Energía utilizada
- 21. Potencia
- 39. Productividad

LOS PRINCIPIOS DE INVENTIVA

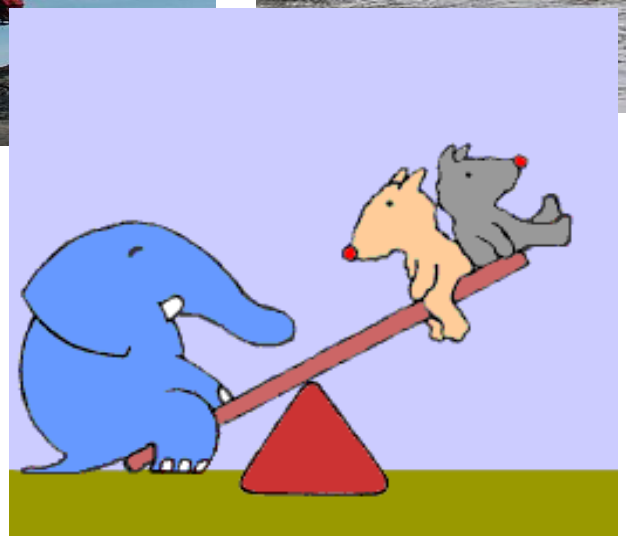
- Existen sólo 40 principios de inventiva
- Todo inventor utiliza al menos uno de estos principios.
- Estos principios operan como “pistas” de resolución ante un problema específico.
- No tenemos que redescubrir los “secretos” de la invención

LOS PRINCIPIOS DE INVENTIVA

- 1 Segmentación
- 2.Extracción
- 4.Asimetría
- 5. Combinación
- 6. Universalidad
- 14. Esfericidad
- 15 Adaptación
- 18 vibración
- 19 acción periódica
- 20 continuidad
- 26 duplicación
- 28 Reconcepción
- 30 uso de películas
- 31 material poroso
- 32 cambio de color
- 33 homogeneidad

PARÁMETRO 39	Problemas que surgen como resultado de una mejora				
A Mejorar ↓	1. Masa de un Objeto móvil	2 Masa de un Objeto inmóvil	3 Longi-tud de un objeto móvil	4 Longi-tud de un objeto inmóvil	34 Cap. de Reparación
1. Masa de un Objeto móvil…	----------		15, 8, 29, 34	…	2, 27, 28 11
11. Tensión…	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	2
17.Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	**4, 10, 16**
25 Pérdida de Tiempo…	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	32, 1, 10
39 Productividad	35, 26, 24, 37	28, 27, 15,3	18, 4, 8, 38	30, 7, 14, 26	1, 32, 10 25

9. CONTRAPESO



Hidrodeslizadores…levantar y mayor velocidad

"a) Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro de tal manera que se tenga una fuerza elevadora
b) Compensar el peso de un objeto con fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas que influyan o interactúen con el ambiente"

7. ANIDACIÓN

Ubicar un objeto dentro de otro

CONTRADICCIONES FÍSICAS

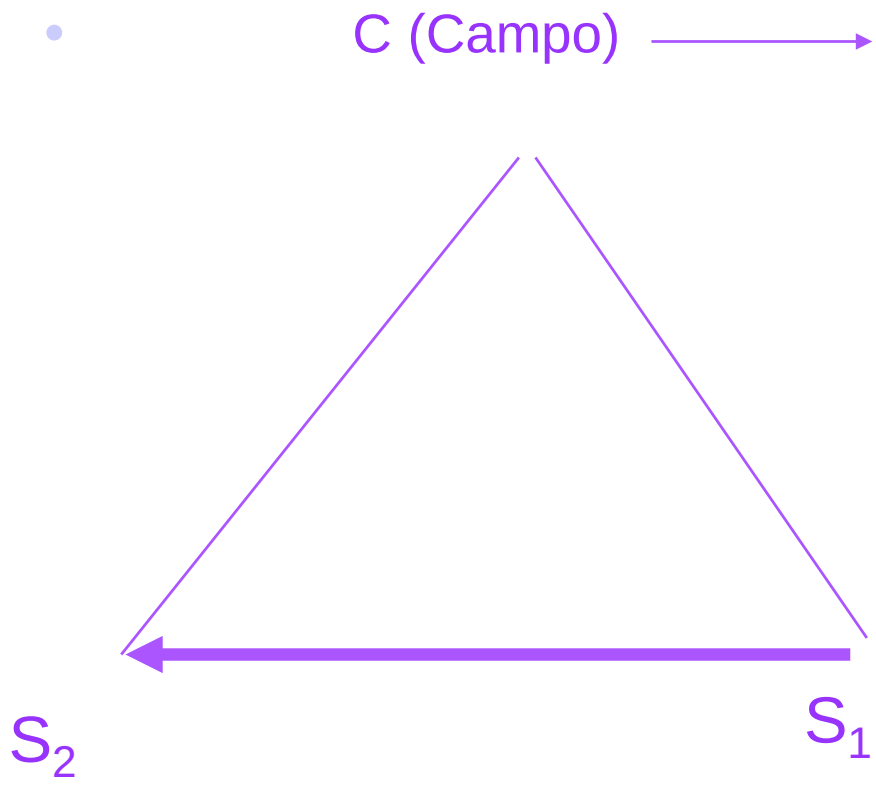
- Algunas herramientas para eliminar las C.F.
- Análisis campo sustancia y las 76 Sol. Est.
- Separación de principios
- Efectos científicos
- Principios de inventiva

MODELOS

ANÁLISIS CAMPO-SUBSTANCIA

- Es una herramienta analítica TRIZ para modelar los problemas complejos
- Un sistema que funciona correctamente puede ser modelado por una “triada”, o sea por un campo y dos substancias.
- Estos modelos permiten identificar esos problemas que pueden ser resueltos a través de las soluciones estándares.

TRIADAS



Mecánico Me

Térmico Te

Químico Q

Eléctrico El

Gravitacional G

Nuclear N

Etc.

LAS ETAPAS BÁSICAS PARA ESTRUCTURAR UN MODELO

- 1. Identificar los elementos (Campos y substancias) así como su relación entre ellos.
- 2. Realizar el modelo y evaluar
- 3. Considerar alguna de las 76 soluciones estándares
- 4. Desarrollar un concepto de solución a fin de apoyar la solución encontrada.

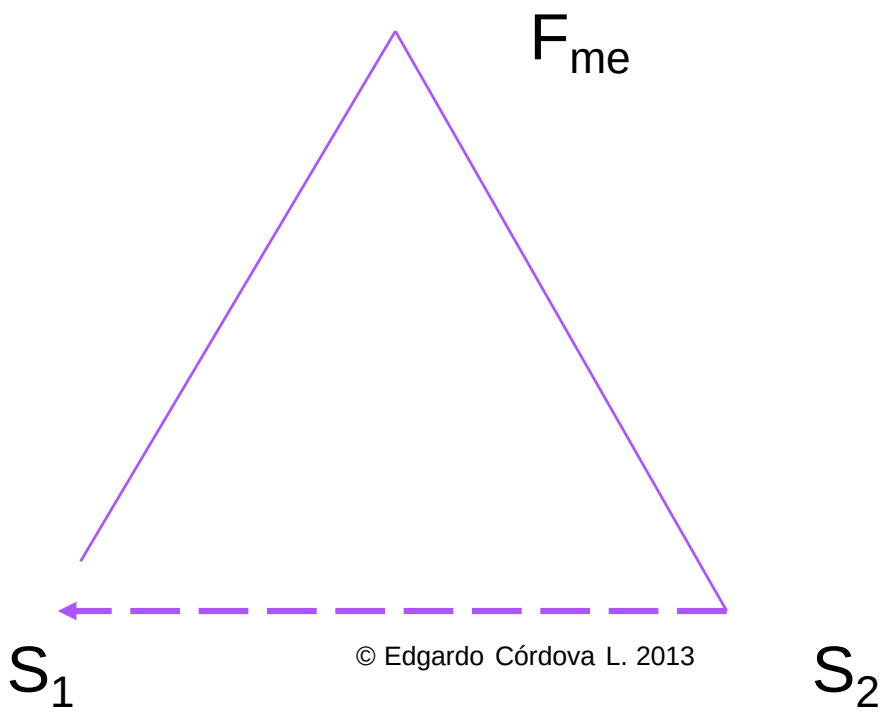
EJEMPLO

- Se produce cobre puro a través de un proceso de electrólisis, pero una pequeña cantidad de desecho de electrolito queda en la superficie porosa de las hojas de cobre. Durante el almacenaje, el electrolito se vaporiza y forma pequeñas manchas de óxido
- Estas manchas dan mala imagen y constituyen una pérdida económica para la empresa.
- ¿Qué hacer?

- Normalmente las manchas de electrolito se elimina a través de un chorro de agua, pero no todas las manchas ceden, algunas quedan como un pequeño punto que da mala imagen y penaliza el precio de venta.

Procedimiento

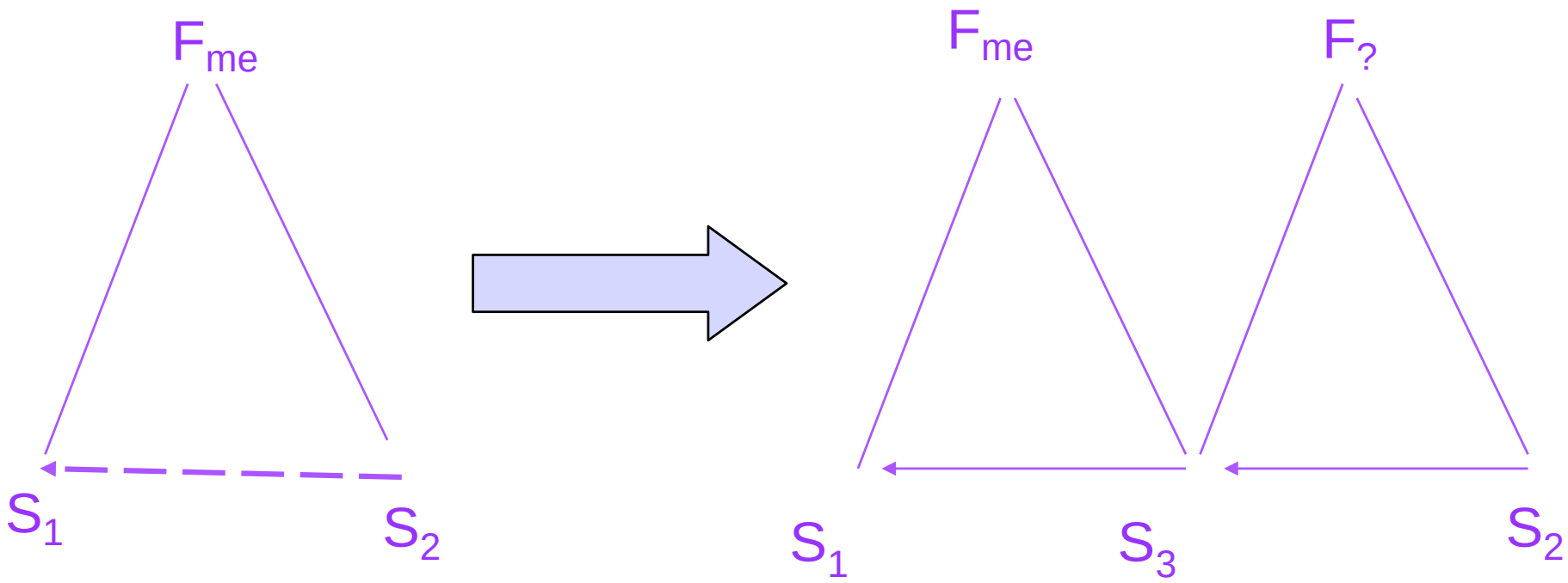
- 1. Identificar los elementos:
- Electrolito S_1; Agua S_2; proceso mecánico de lavado F_{me}
- 2. Construción del modelo



© Edgardo Córdova L. 2013

- 3. Seleccionar una solución diferente entre las soluciones estándares.

- “Agregar otra sustancia y otro campo”



4. Desarrollar un concepto a fin de apoyar la solución encontrada

“Un campo mecánico a base de ultrasonido”

“Un campo térmico a base de agua caliente”

« Un campo químico a base de alguna sustancia que facilite la limpieza »

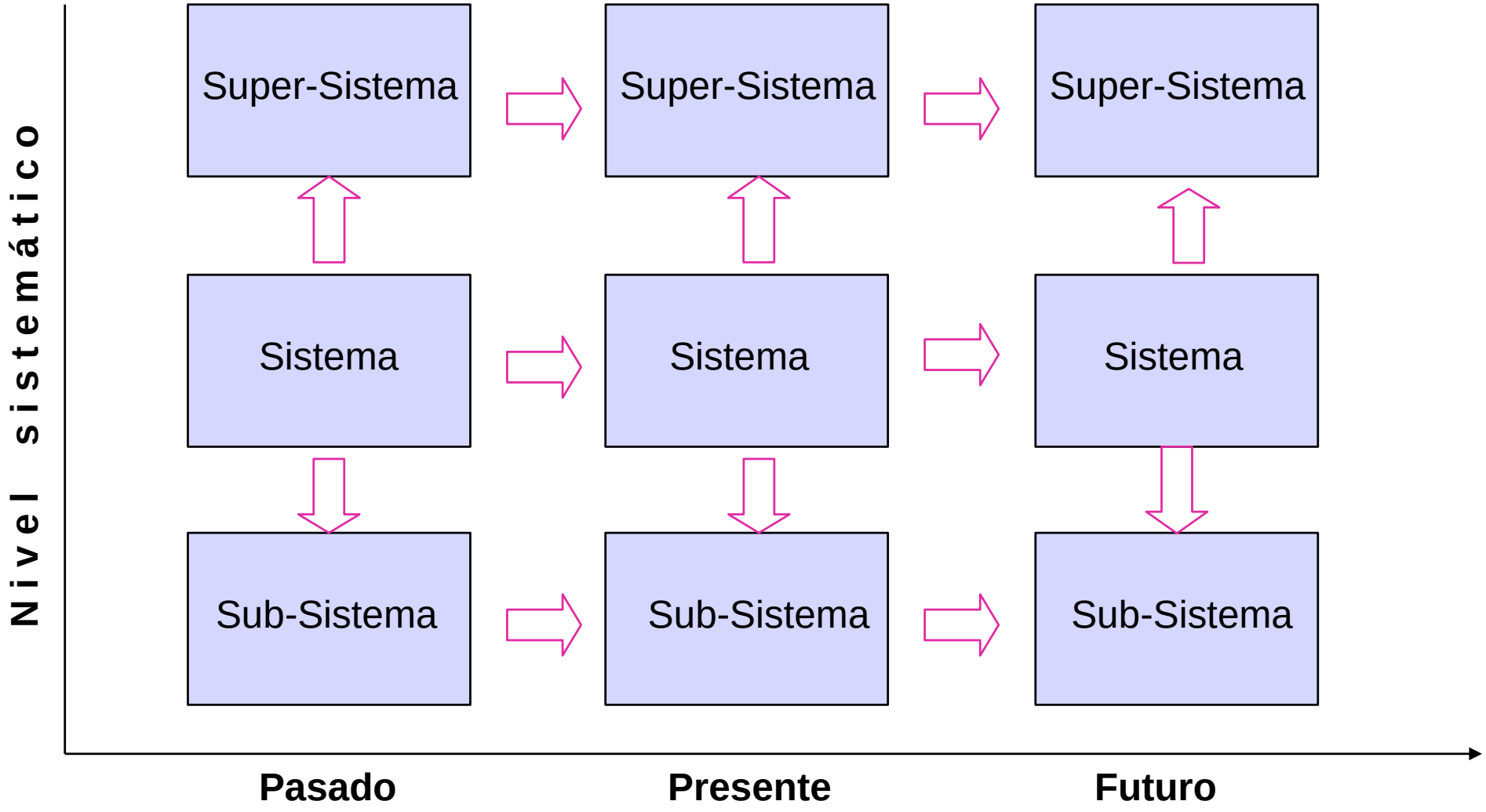
« Un campo magnético que permita mejorar el proceso »

- 4. Desarrollar un concepto a fin de apoyar la solución encontrada.

- Fte: representa una presión y S3 como alternativas propuestas

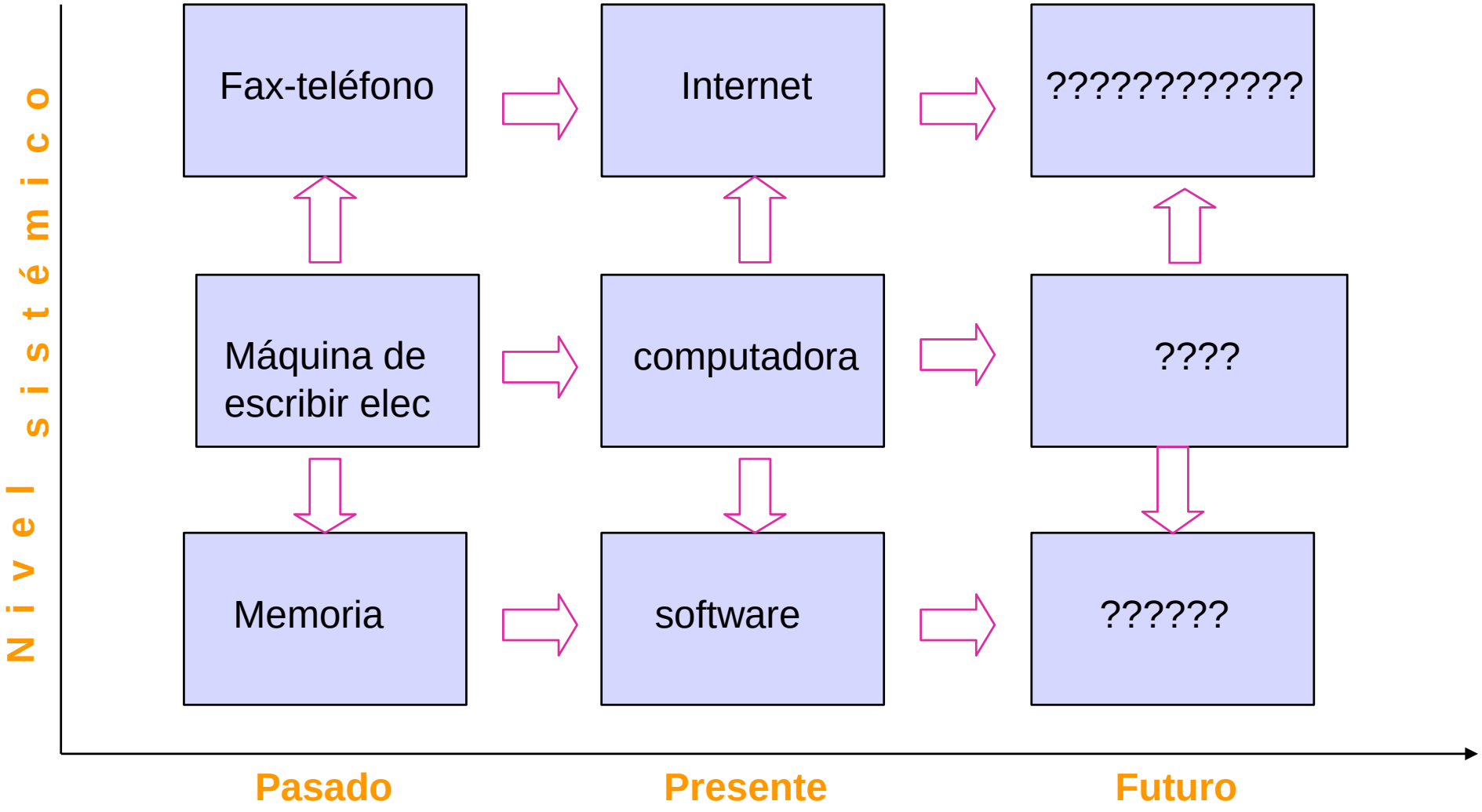
- El vapor sobrecalentado penetrará en los poros del metal y eliminará las manchas del electrolito residual.

Técnica de multiventanas



	PAST	PRESENT	FUTURE/PROGNOSIS
SUPER SYSTEM	Table-Linen-Iron	Ironing Board-Linen-Iron	Reflecting Ironing Board-Linen-Iron
SYSTEM	Charcoal Iron	Electrical Iron	Microwave Iron
SUBSYSTEM	Charcoal Sole Plate	Electrical Sole Plate	Microwave Sole Plate

Técnica de multiventanas



15. CASOS DE ESTUDIO

1. Michelín, El Caso de los Neumáticos

Este sistema tiene muchos inconvenientes:

1. Se ponchan
2. se desgastan
3. Son costosos
4. complicado de reemplazar
5. calentamiento no aprovechado
6. hay que calibrarlos con frecuencia
7. CONTAMINAN

Neumáticos ideales

Son aquellos que :

1. No se ponchan
2. No se desgastan
3. No cuestan
4. No tienen que ser reemplazados
5. No hay calentamiento
6. No deben ser calibrados nunca
7. NO CONTAMINAN

Contradicciones

1. El neumático debe de existir y debe de no existir
2. Debe ser inflada a una presión determinada, pero no debería poncharse nuca.
3. Deben cumplir con su funicón útil sin generar funciones nocivas.
4. Deben ser autorreparables
5. No debe haber calentamiento
6. No deben descalibrarse nunca

Caso de los neúmaticos Micheline

Caso de los neúmaticos Micheline

©

Caso de los neúmaticos Micheline

Caso de los neúmaticos Micheline

Caso de los neúmaticos Micheline

Herramientas TRIZ utilizadas

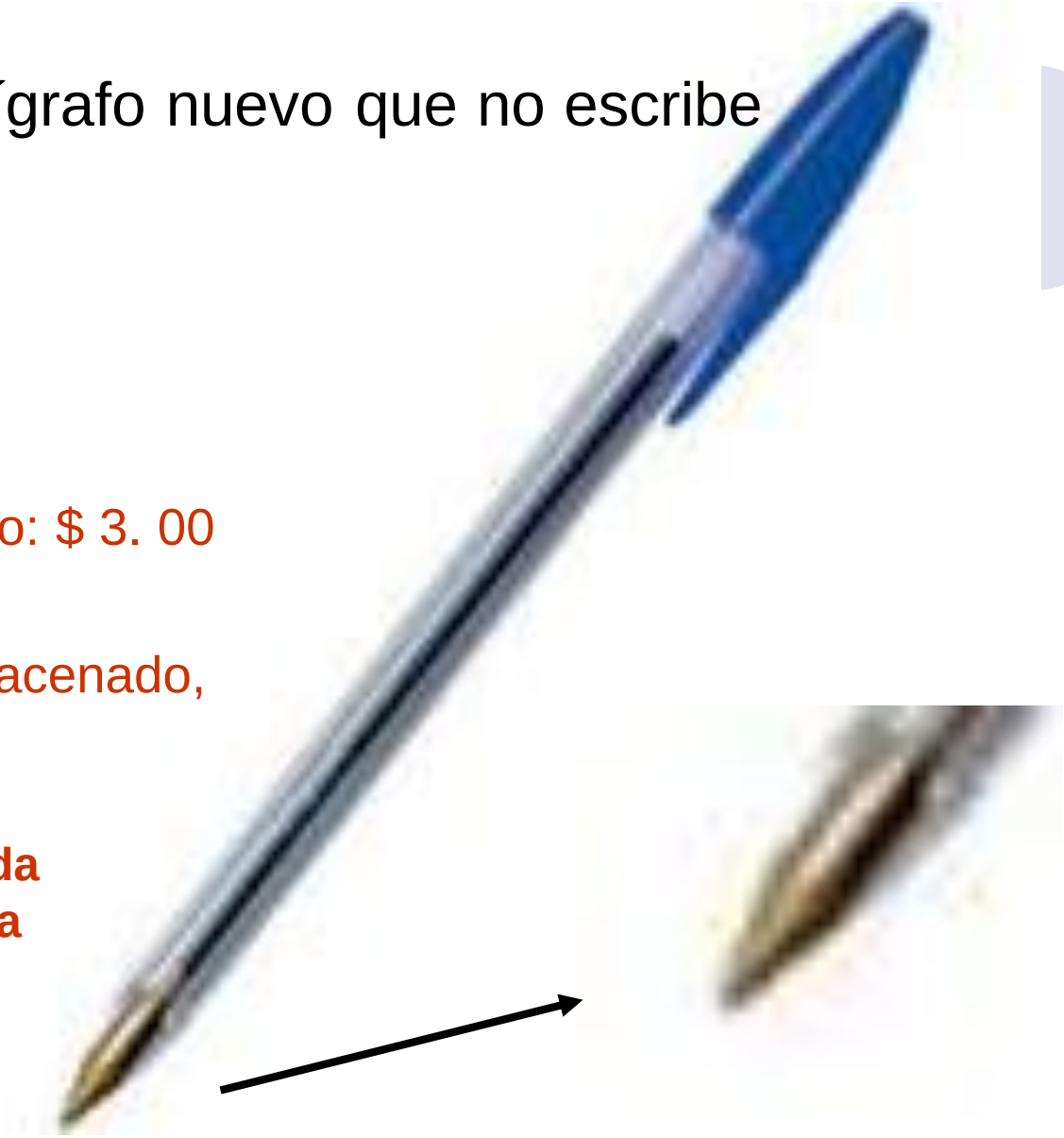
- Resultado Final Ideal
- FUP
- Principios utilizados
- -Material compuesto
- -Calidad local
- -Segmentación
- -Efectos científicos
- Nivel: 4

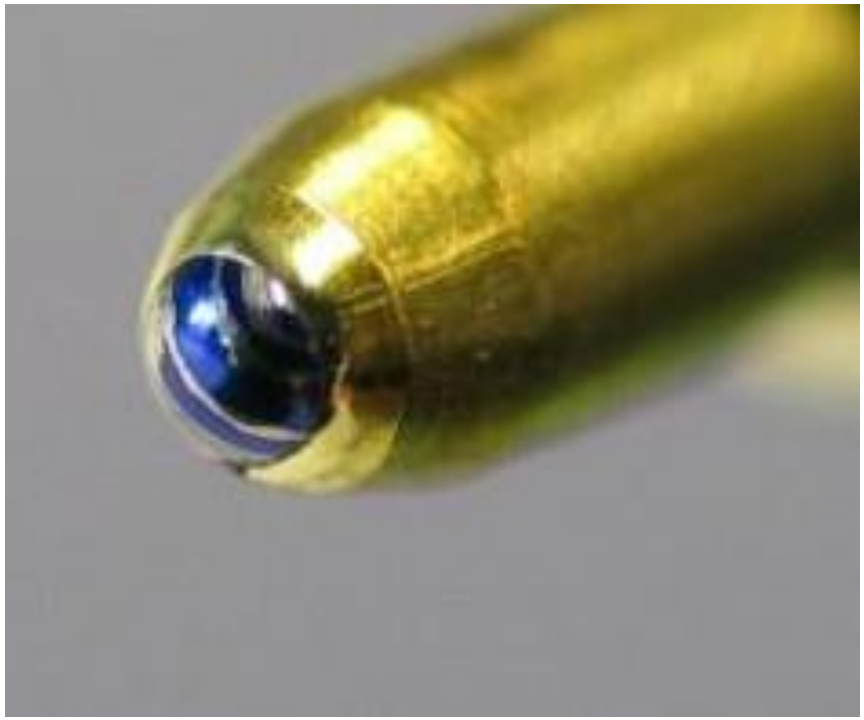
Bolígrafo nuevo que no escribe

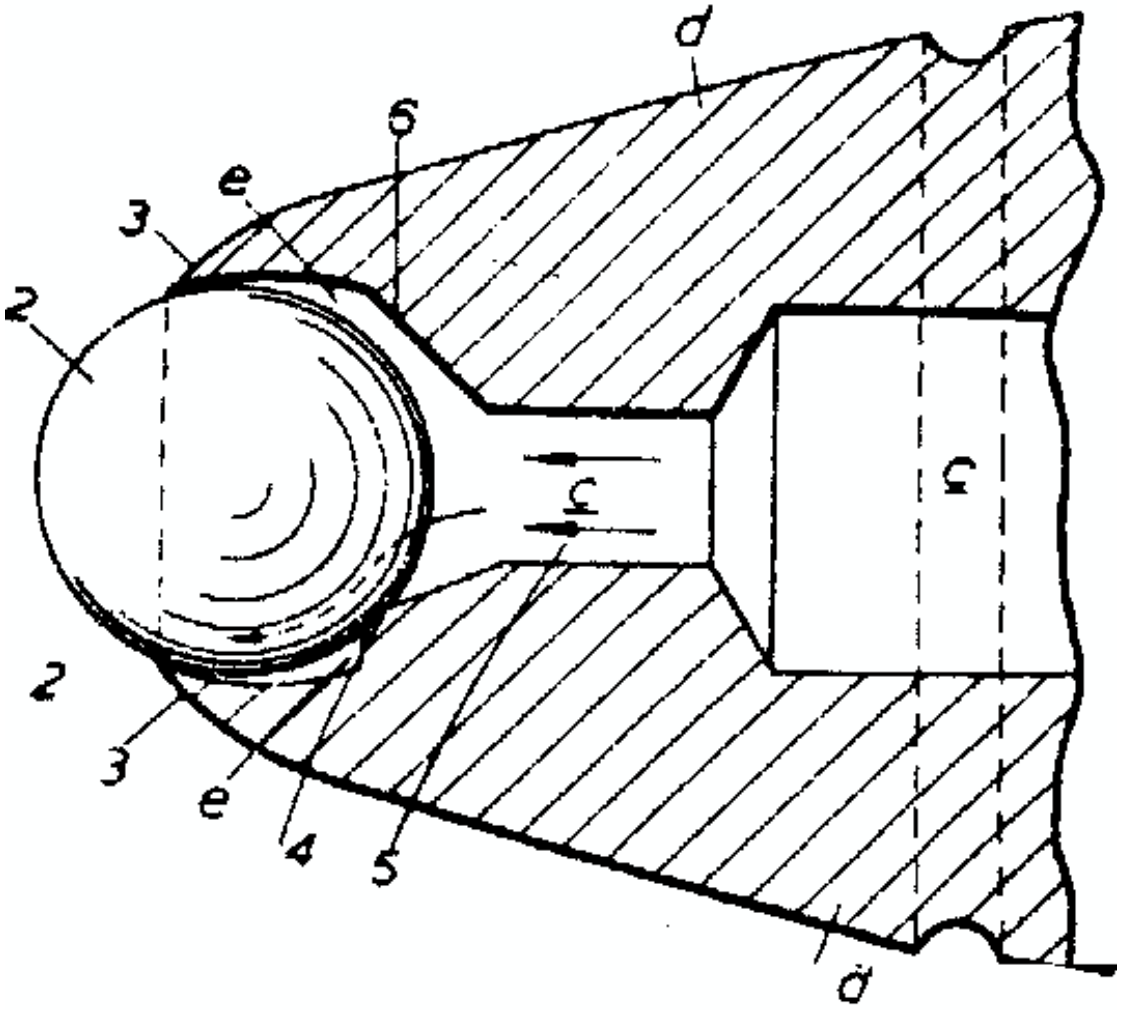
El bolígrafo ordinario, precio: $ 3. 00

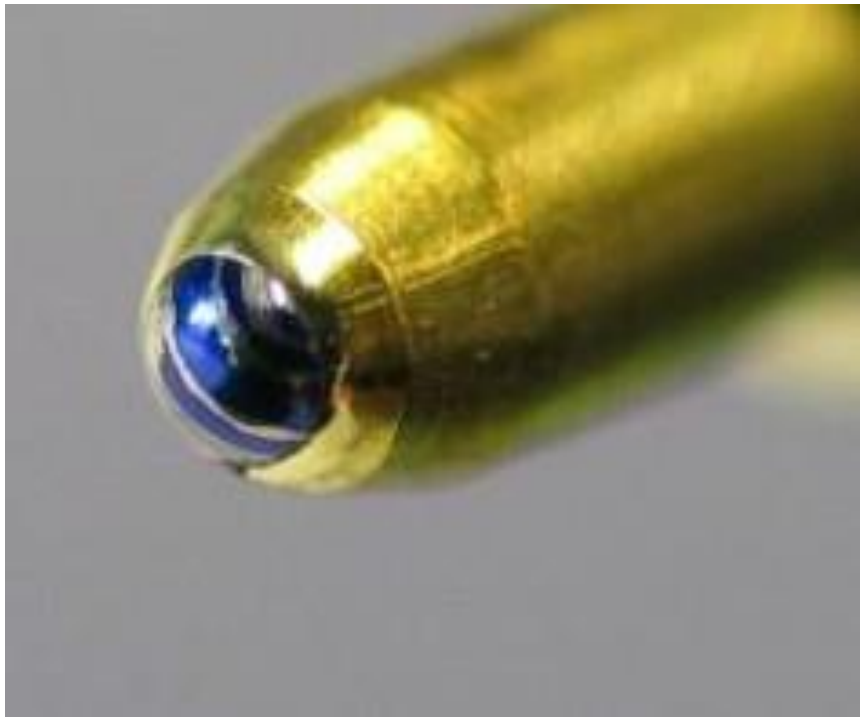
Después de 2 años de almacenado, ya no escribe

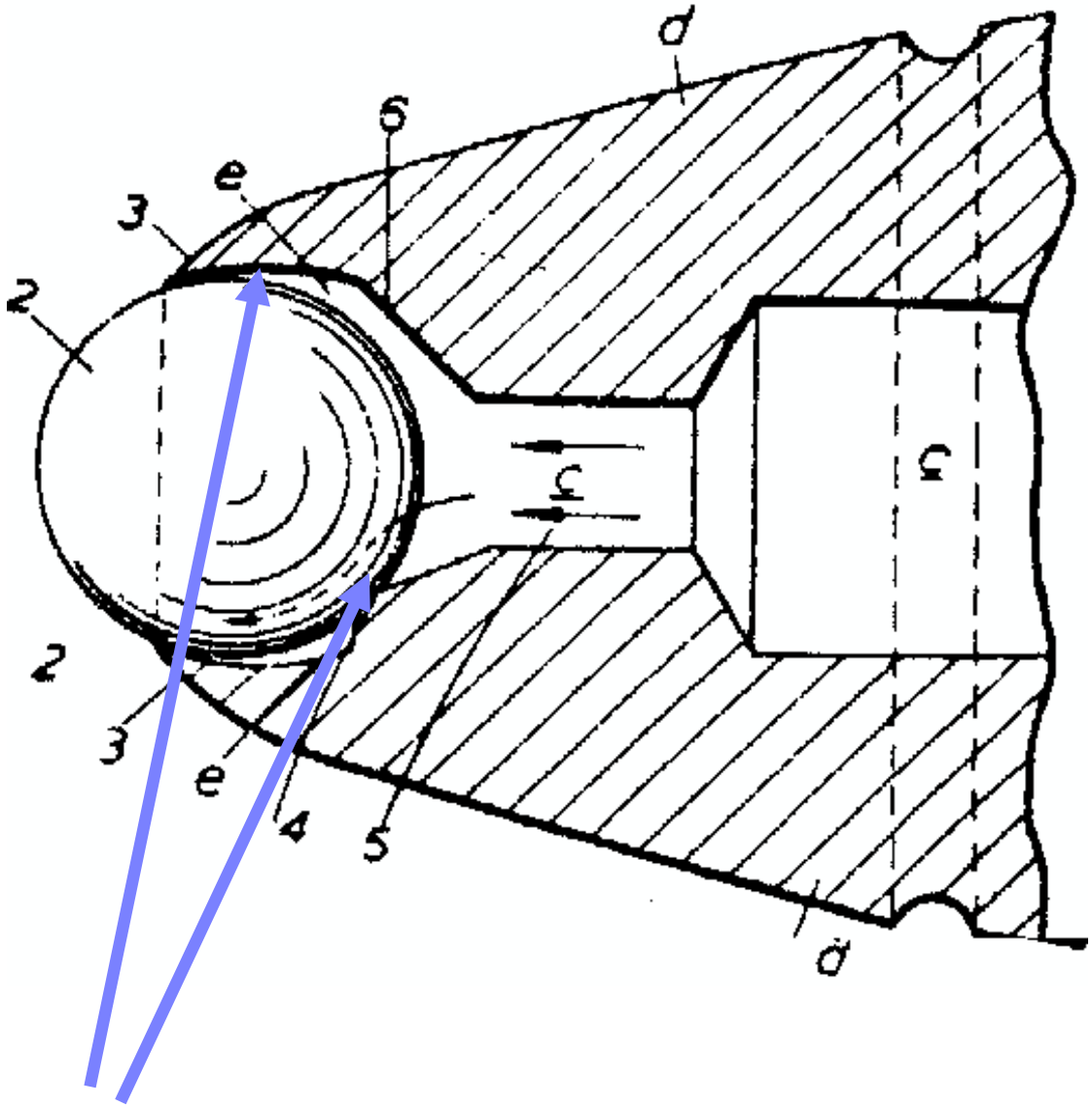
Esto representa una pérdida económica para la empresa



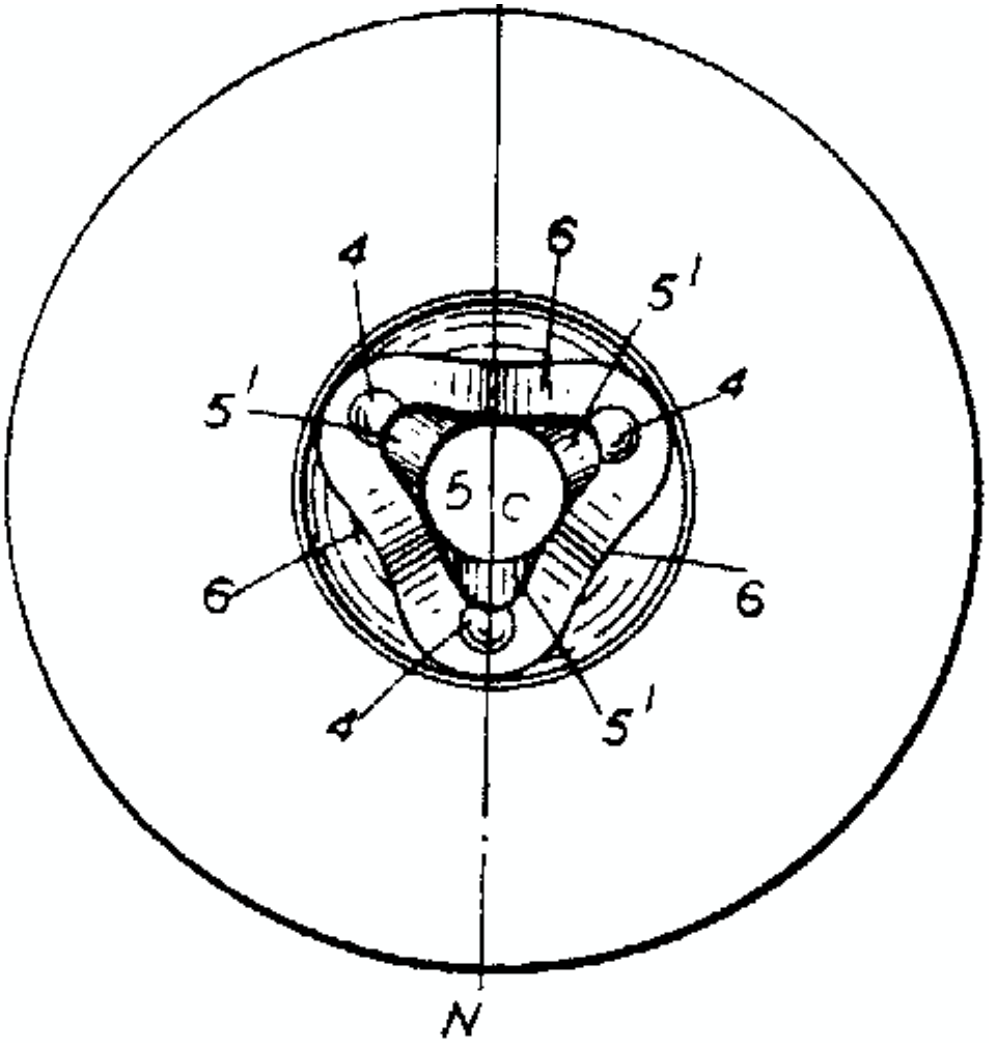


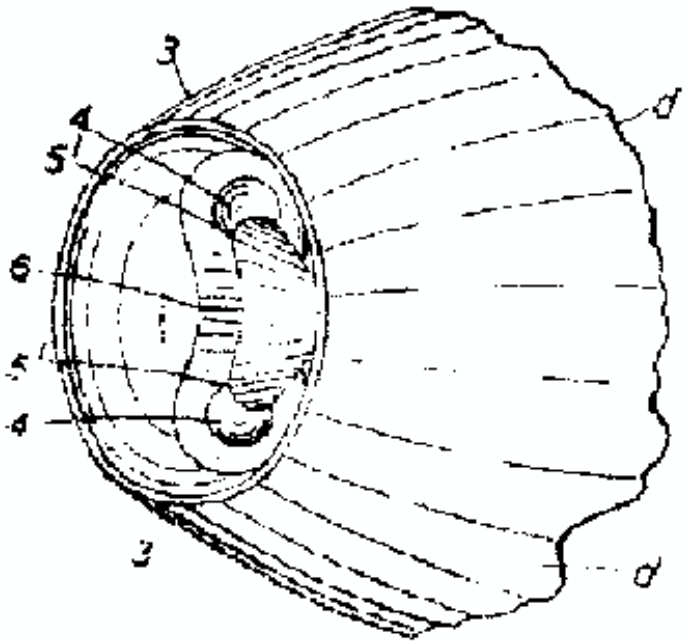

d
6
e
3
2
c
c
2
3
e
4
5
d





Zona de conflicto


4
6
5'
5'
4
5
C
6
6
4
5'
N


3
4
5'
6
5'
4
3
d
d

ESTRATEGIA A SEGUIR

Solución ideal:

La “bolilla” debe girar libremente a pesar del tiempo, es decir, la tinta nunca debe secarse e impedir el rodamiento

Contradicción técnica o física:

Se requiere hermeticidad para evitar secado de tinta, no se requiere hermeticidad para permitir la escritura

Pista: hacer de una función nociva, una función útil

SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

- **Usar la misma tinta para hacer un sello por la parte exterior del bolígrafo y lograr la hermeticidad hasta su primera utilización**

  Esto puede lograrse introduciendo la punta del bolígrafo en la tinta y ésta secará rápidamente, manteniendo hermético la zona en donde así se requiere.
- **El consumidor hará la última operación del proceso al escribir por primera vez y romper el sello expuesto.**

Herramienta TRIZ utilizada

- Solución ideal
- FUP
- Análisis Campo sustancia
- Principios inventivos:
- Usar intermediarios
- Acción previa
- “Has de tu peor enemigo, tu mejor amigo”
- Nivel: 3

EJEMPLO 2

VOLKSWAGEN PUEBLA

RECICLADO DE ARENA DEMASIADO CALIENTE (FUNDICIÓN)

Causa principal: la alta temperatura después del desmoldeo.

Temperatura de la arena: por encima de 39 °C

Hay que enfriar la arena por debajo de 37° C

- **Es posible controlar la humedad, la permeabilidad, la homogeneidad, pero la temperatura es extremadamente difícil de controlar debido a las condiciones del proceso.**

ESTRATEGIA A SEGUIR

- **Solución ideal :**
- **La arena debe ser tranasportada por una banda inexistente (por la atmósfera) a fin de que cada grano de arena esté en contacto con el aire.**

- **Contradicción técnica:**
- ***Temperatura y capacidad de reparación están en conflicto. Es decir, entre más calor hay en la arena, menos apta está para su reutilización.***

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

- **Herramienta utilizada:**
- **La matriz de Altshuller**

- **parámetros considerados: *Capacidad de reparación* (col. 34) y temperatura (línea 17)**

- **principios utilizados: Asimetría (4), Acción preliminar (10), Ligeramente más o ligeramente menos (16)**

PARÁMETRO	Problemas que surgen como resultado de una mejora				
A Mejorar ↓	1. Masa de un Objeto móvil	2 Masa de un Objeto inmóvil	3 Longi-tud de un objeto móvil	4 Longi-tud de un objeto inmóvil	34 Cap. de Reparación
1. Masa de un Objeto móvil…	----------		15, 8, 29, 34	…	2, 27, 28 11
11. Tensión…	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	2
17.Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	**4, 10, 16**
25 Pérdida de Tiempo…	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	32, 1, 10
39 Productividad	35, 26, 24, 37	28, 27, 15,3	18, 4, 8, 38	30, 7, 14, 26	1, 32, 10 25

1 TRIZ Problema:	TEST 435

Caracteristica que **MEJORA**	**Descripción**
39 Capacidad / Productividad	Número de funciones o de operacionesque un objeto lleva a cabo por unidad de tiempo. Puede incluirse producción por unidad de tiempo o costo por unidad de tiempo.

Caracteristica que **EMPEORA**	**Descripción**
23 Pérdida de materia	Pérdidad parcial o total de materia del sistema o de los subsitemas del mismo (temporal o permanente).

Principios para resolver el problema

galba@celanese.com.mx

Principio	Definición	Ejemplo
28 Remplazar un sistema mecánico con otro sistema	a) Remplazar el sistema mecanico con un optico, acustico o térmico b) Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto c) Uso de campos magnéticos en combinación con partículas ferromagnéticas	a) Un sistema olfatorio es empleado para determinar el momenta en el cual se rompe un "diente", de un engrane, en una maquina de perforacion. b) Remplazar el gancho de una grua para levantar chatarra de Fierro con un electroiman. c) En el caso ya visto de querer determinar la velocidad de endurecimiento de un plastico, se le agrega limadura de Fierro durante la preparacion y se aplica un campo magnético oscilante durante el fraguado, con lo que se puede determinar el grado de movilidad de las partículas metalicas y por lo tanto la velocidad de endurecimiento.
10 Acción anticipada	a) Llevar a cabo la acción anticipadamente b) Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado	a) De nuevo la navaja de tipo "cutter", la cual contiene una hoja segmentada para que cuando una parte de ella pierda filo, pueda ser facilmente reemplazada por un segmento nuevo. b) Cuando se lleva a cabo el vaciado de piezas de ceramica en secciones, entre cada sección se colocan hojas metalicas o plásticas para que una vez fraguada la pieza se pueda separar facilmente del molde.
35 Transformación de propiedades o cambio de parametros	a) Cambio del estado fisico de algún componente del sistema tecnológico b) Cambio de concentración o densidad c) Cambio de temperatura d) Cambio de grado de flexibilidad	a) Para limpiar por erosion mecánica, piezas metalicas sin que el polvo limpiador deje trazas, se usa polvo de bioxido de Carbono ("hielo seco") que una vez cumplida su misión limpiadora se evapora y desaparece sin dejar rastro. b) El caso ya visto del agua de una piscina de clavados en la cual se hace burbujear aire, reduciendo su densidad y asi protegiendo a los clavadistas contra alguna lesion al efectuar un mal clavado. c) Mantener a baja temperatura las muestras médicas de tejidos para su posterior analisis.
23 Retroalimentación	a) Si no existe la retroalimentacion establecerla b) Si ya existe la retroalimentacion, incrementarla	a) El funcionamiento de cualquier flotador, en un tanque de agua. Antes de que se inventara el artefacto, se determinaba el nivel del líquido cuando este se derramaba. b) En los equipos muy ruidosos, como los tractocamiones, primero se determina el nivel de ruido generado, mediante sensores y despues se genera otro sonido, con la misma intensidad pero defasado 90 grados con lo que se eliminan ambos ruidos.

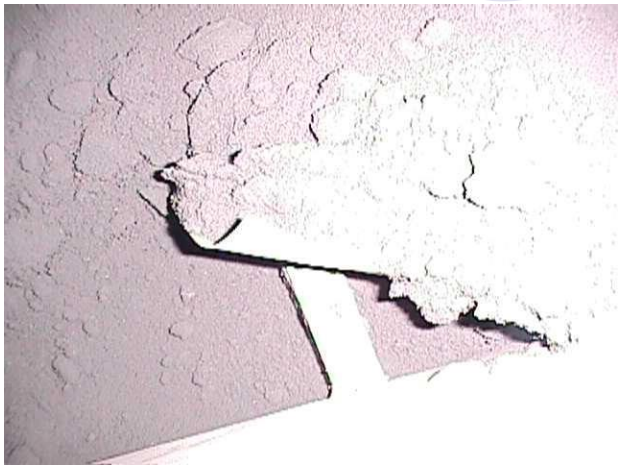
SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

- **Agregar aspas helicoidales, laterales y centrales, a lo largo de la banda cuya función es remover la arena.**

- **La idea de que estas aspas sean helicoidales (asimétricas) obedece a razones físicas (aerodinámicas).**

- **La temperatura de la arena descendió en 3 °C. Es decir, 'casi' a la temperatura deseada.**

ILUSTRACIÓN DE LAS ASPAS HELICOIDALES



INSTITUCIONES QUE ENSEÑAN TRIZ

- Las más importantes universidades estadounidenses, tales como:
- MIT, Yale, California, Seatle, Standford University, etc.
- Los institutos politécnicos de Estrasburgo, de Paris y de Toulouse en Francia
- Universidades rusas, japonesas, israelitas, británicas, españolas, etc...
- En México: ITESM, UV, ITP, BUAP, UVM, ITE, IPN,UNAM, el CIATEC, el ITESO. Etc.