



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MÉCANICA E INDUSTRIAL



CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

José Jesús Acosta Flores

Para visualizar la obra
te sugerimos

Acrobat Reader
Haz Click

CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

ACOSTA FLORES, José Jesús
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
2022, 244 págs.
ISBN 978-607-30-6219-0

CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

Primera edición electrónica de un ejemplar (7 MB) en formato PDF
Publicado en línea: 25 de julio de 2022

D.R. © 2022, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Avenida Universidad núm. 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma
de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,
México, Ciudad de México, Código Postal 04510.

FACULTAD DE INGENIERÍA
<http://www.ingenieria.unam.mx/>
ISBN 978-607-30-6219-0

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción o transmisión total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México.

UNIDAD DE APOYO EDITORIAL

Cuidado de la edición: María Cuairán Ruidíaz
Diseño y formación editorial : Luis Enrique Vite Rangel



CONTENIDO

| | |
|---------------|---|
| Prólogo. | 6 |
|---------------|---|

Capítulo 1

| | |
|--|----------|
| Introducción al pensamiento sistémico. | 7 |
| Conteste las preguntas siguientes: | 8 |
| El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de | 8 |
| Introducción..... | 9 |
| Ventajas del pensamiento sistémico. | 11 |
| Leyes del pensamiento sistémico. | 13 |
| Circuitos de realimentación..... | 19 |
| Arquetipos sistémicos. | 21 |
| Las disciplinas del pensamiento sistémico aplicado..... | 27 |
| Diagramas de relaciones. | 30 |
| Pensamiento sistémico y Reuniones de búsqueda. | 35 |
| Reunión de búsqueda sobre la educación, la ciencia y el desarrollo tecnológico en México..... | 37 |
| Estructura del libro..... | 62 |
| Ejercicios..... | 63 |
| Resumen..... | 63 |
| Páginas WEB recomendadas..... | 64 |
| Videos WEB..... | 65 |
| Referencias bibliográficas..... | 67 |

Capítulo 2

| | |
|---|-----------|
| Introducción a la creatividad..... | 68 |
| Conteste las preguntas siguientes: | 69 |
| El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de | 69 |
| Importancia de la creatividad y la innovación para la persona, el profesionista y la humanidad. | 69 |
| Antecedentes históricos. | 71 |
| Concepto de creatividad. | 78 |
| Obstáculos para la creatividad. | 79 |
| Principios para desarrollar la inteligencia y ser creativos..... | 84 |
| Creatividad seria. Edward de Bono..... | 92 |
| Mapas mentales. | 93 |
| Ejercicios..... | 96 |

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------|-----|
| Resumen..... | 96 |
| Páginas WEB recomendadas..... | 97 |
| Videos WEB..... | 98 |
| Referencias bibliográficas..... | 100 |

Capítulo 3

| | |
|--|------------|
| Técnicas de creatividad..... | 102 |
| Conteste las preguntas siguientes:..... | 103 |
| El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de..... | 103 |
| Introducción..... | 103 |
| Ocho técnicas para generar ideas de Edward de Bono (2012). | 104 |
| Pausa creativa. | 104 |
| Foco simple. | 104 |
| Cuestionamiento. | 105 |
| Alternativas. | 108 |
| Abanico de conceptos..... | 108 |
| Provocaciones y movimiento. | 112 |
| Aportación del azar. | 118 |
| Seis sombreros para pensar. | 119 |
| Técnicas para generar ideas de Grossman et al. (1992). | 121 |
| El Caleidoscopio..... | 121 |
| La caja paradójica..... | 129 |
| Venta de las soluciones. | 138 |
| Ejercicios..... | 139 |
| Resumen..... | 141 |
| Páginas WEB recomendadas..... | 145 |
| Videos WEB..... | 145 |
| Referencias bibliográficas..... | 146 |

Capítulo 4

| | |
|---|------------|
| TRIZ..... | 147 |
| Conteste las preguntas siguientes:..... | 148 |
| El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de..... | 148 |
| Introducción..... | 149 |
| Contradicciones..... | 150 |

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Principios.. | 152 |
| Recursos.. | 165 |
| Resultado Final Ideal. | 165 |
| Fenómenos y efectos físicos.. | 167 |
| Los patrones de evolución. | 173 |
| ARIZ-71.. | 175 |
| Ejercicios.. | 183 |
| Resumen.. | 185 |
| Páginas WEB recomendadas.. | 186 |
| Videos WEB.. | 186 |
| Referencias bibliográficas.. | 187 |

Capítulo 5

| | |
|--|------------|
| Innovación e inteligencia.. | 188 |
| Conteste las preguntas siguientes: | 189 |
| El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de | 189 |
| Concepto de innovación e inteligencia. | 189 |
| Tipos de innovación e inteligencia. | 190 |
| Pensamientos sobre la innovación.. | 192 |
| Grandes innovaciones en la historia e ingeniería. | 208 |
| Reunión de búsqueda sobre la ingeniería en México.. | 215 |
| Diagrama de: causa, se requiere para y elimina. | 228 |
| Ejercicios.. | 232 |
| Resumen.. | 233 |
| Páginas WEB recomendadas.. | 235 |
| Videos WEB.. | 236 |
| Referencias bibliográficas.. | 236 |
| Índice temático. | 238 |

PRÓLOGO

Todas las personas están de acuerdo sobre la importancia de la creatividad y la innovación para el desarrollo de los países, para resolver problemas y, especialmente, para detectar oportunidades. La pregunta es ¿cómo le hacemos para ser creativos e innovadores? En este libro se pretende contestar a dicha interrogante especialmente para los ingenieros, quienes tenemos la responsabilidad de coadyuvar para tener un mejor país.

Para ello he realizado una investigación sobre lo que diversos autores han escrito sobre el tema, eligiendo aquellos que facilitan captar y aplicar sus conceptos. Comienzo con el pensamiento sistémico porque amplía la visión sobre lo que ocurre en el mundo, haciendo una síntesis de los escritos de O'Connor, McDermott y Peter Senge. Después continúo con la creatividad, conceptos y técnicas, haciendo énfasis a lo que Edward de Bono califica como creatividad seria. En seguida presento TRIZ, Teoría para resolver problemas inventivos de Genrich Altshuller. Finalmente, están los consejos que dan sobre innovación Edward de Bono, Tom Peters y Andrés Oppenheimer. En cada uno de los capítulos hay ejercicios y referencias bibliográficas que además de dar el crédito debido a los autores, permiten que el lector acuda a la fuente original para ampliar sus conocimientos. También, con tal finalidad, se recomiendan páginas web y videos.

Deseo manifestar mi agradecimiento a todos los autores, así como a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, ya que este libro lo elaboré en el tiempo que tuve mi año sabático.

José Jesús Acosta Flores

Capítulo

1

INTRODUCCIÓN AL PENSAMIENTO SISTÉMICO

“Se acostumbra considerar a la ingeniería como parte de una trilogía: ciencia pura, ciencia aplicada e ingeniería. Necesita hacerse énfasis en que esta trilogía es solamente una de un conjunto de tres trilogías en las que encaja la ingeniería. La primera es la ya apuntada; la segunda es teoría económica, finanzas e ingeniería; la tercera es relaciones sociales, industriales, ingeniería.”

Hardy Cross

Conteste las preguntas siguientes

- ¿Qué es un sistema?
- ¿En qué consisten las propiedades emergentes de un sistema?
- ¿Qué es la estructura de un sistema?
- ¿Cuáles son las ventajas del pensamiento sistémico?
- ¿Cuáles son sus leyes?
- ¿Cómo se puede definir la realimentación?
- ¿Qué es un circuito de realimentación reforzador?
- ¿Qué es un circuito de realimentación compensatorio?
- ¿Cuál es la utilidad de identificar un arquetipo sistémico en la situación de un problema?
- ¿Qué contempla la disciplina maestría personal?
- ¿En qué consiste la disciplina visión compartida?
- ¿Qué reflexiones proporciona la disciplina modelos mentales?
- ¿Qué brinda la disciplina aprendizaje en equipo?
- ¿Cómo se desarrolla una reunión de búsqueda?

El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de

- Identificar sistemas.
- Reconocer las propiedades emergentes de un sistema.
- Establecer los patrones que se repiten en los acontecimientos.
- Determinar la estructura de un sistema.
- Señalar los circuitos de realimentación, reforzadores y compensatorios, en la estructura de un sistema.
- Identificar arquetipos sistémicos.
- Utilizar las cuatro disciplinas aplicadas del pensamiento sistémico: maestría personal, visión compartida, modelos mentales y aprendizaje en equipo.
- Planear y dirigir una reunión de búsqueda.



Introducción

El pensamiento sistémico abarca una amplia y heterogénea variedad de métodos, herramientas y principios, orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común.

Comenzaremos diciendo que un sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí y con el medio circundante. Esas interacciones hacen que los elementos funcionen como un todo. También, el sistema tiene propiedades que no tienen los elementos cuando actúan solos. Dichas propiedades se conocen como emergentes. Vea la figura 1.1.

De acuerdo con lo expresado anteriormente podemos ver que un equipo de futbol es un sistema. Asimismo como ejemplos de sistemas podemos citar, entre otros, los organismos vivientes, la atmósfera, las enfermedades, los nichos ecológicos, las fábricas, las familias, las organizaciones, los sistemas alimentario, de salud, energético, de educación, ciencia y tecnología.



Figura 1.1 Sistema

En los sistemas se tienen varias características: propiedades emergentes, la incomprensión del funcionamiento de un sistema si se descompone en sus partes, la estabilidad y los efectos secundarios.

Como se mencionó al inicio de este capítulo los sistemas tienen propiedades emergentes que no se encuentran en las partes que los componen, lo que nos permite establecer que el todo es más que la suma de sus partes. Por ejemplo, una presa puede estar formada por un río, una cortina, una obra de toma, vertederos, canales y una turbina. Algunas propiedades emergentes de la presa son la generación de electricidad, el proporcionar agua para riego en el momento en que se requiere, la recreación y el control de inundaciones. Obviamente, si las partes no interactúan no se puede hacer que surjan dichas propiedades.

En otro ejemplo, un puerto está compuesto por muelles, barcos, remolcadores, agua, personas y equipo para carga y descarga, almacenes, camiones, ferrocarril, estructura vial y aduana. De nuevo, si no interactúan dichas partes no se obtiene la propiedad emergente del puerto que es el tráfico de mercancías.

La segunda característica es consecuencia de la primera. Puesto que las propiedades de un sistema surgen del conjunto del sistema y no de sus partes si lo descomponemos perderemos sus propiedades. El análisis consiste en separar las partes de un todo para ver cómo funciona. El análisis sirve para conocer, sin embargo no es posible comprender las propiedades de un sistema si lo descomponemos en las partes que lo forman. Por ejemplo, no comprenderemos el comportamiento de una persona estudiando su corazón de manera aislada, o sus pulmones, o sus articulaciones.

La tercera característica, la estabilidad, consiste en que muchos sistemas son particularmente estables y consecuentemente resistentes al cambio.

La cuarta característica, los efectos secundarios, aparece en general, al tomar acciones en un sistema. Tal vez estos sean sorprendentes o desagradables, pero si se conoce el sistema se podrán predecir sus efectos y modificarlo para obtener efectos positivos y reducir en lo posible los negativos. Un ejemplo lo tenemos cuando se receta una medicina para una cierta enfermedad. Antes de tomarla es conveniente investigar cuáles pueden ser sus efectos secundarios, para no tomarla o para estar al pendiente de los síntomas que podrían identificar su presencia.



Ventajas del pensamiento sistémico

O'Connor y McDermott (1998) señalan que con tal pensamiento se:

- Revelan los patrones que se repiten en los sucesos, con lo que podremos tener un mayor dominio sobre nuestra vida. Así, regularemos mejor nuestro vigor, nuestra labor, nuestra riqueza y nuestras amistades. Podremos hacer predicciones y prepararnos para no estar indefensos ante lo que suceda en el futuro. Por ejemplo, cuando una empresa está teniendo problemas en cuanto al monto de sus ganancias, puede aumentar sus ventas o disminuir sus gastos. En general es fácil disminuir el gasto en mantenimiento, pero esto es engañoso, ya que si no se da el mantenimiento adecuado la maquinaria sufrirá descomposturas, cuyo costo para arreglarlas es mucho mayor. Otro patrón que se repite está en los accidentes automovilísticos. Muchos de ellos son porque los vehículos no llevan la distancia de separación adecuada y si algún carro, autobús o camión tiene la necesidad de frenar repentinamente, el que va detrás lo alcanza y choca. Entonces, hay que tener esa distancia, que obviamente varía dependiendo de la velocidad con que se viaja, con el vehículo que va delante, pero también con el que viene detrás. En general, a quienes se acercan demasiado se les conoce como “pisacolas”. Cuando uno ve por el espejo retrovisor que tiene a un pisacolas detrás lo conveniente es bajar la velocidad, con lo que dicho conductor se molesta un poco y a la primera oportunidad lo rebasa a uno, con lo que uno gana al desvanecer la posibilidad de tener un percance con él.
- Tienen procedimientos más poderosos para solucionar las dificultades y mejores estrategias de pensamiento. Casi siempre son nuestros pensamientos los que suscitan las dificultades, de modo que al modificarlos se arreglan los problemas. Por ejemplo, una persona puede tener una confianza ciega en lo que le dice su médico y si tiene cólicos y el médico le dice que la única solución es operarla, ella acepta la operación. Conocí a una persona que después de esa operación continuaron los cólicos. De manera que si ella hubiese modificado su pensamiento sobre la confianza en lo que le decía el doctor al que consultaba, posiblemente hubiese encontrado otras opciones menos dolorosas.



- Acaba con la actitud de batalla permanente. Recordemos que al tratar de abrir una puerta hay que fijarnos en las bisagras para conocer si debemos jalar o empujar, esto es lo que hace el pensamiento sistémico, averigua de qué lado están las bisagras y la dirección de apertura. No tiene caso continuar con algo que ha demostrado su ineficacia.
- Domina la propensión de culparnos o de culpar a los demás de lo que acontece. Las personas casi siempre tratamos de actuar de la mejor manera posible, por lo que no existe razón para culparnos si las cosas no salen como quisiéramos que fuesen. En ocasiones, en las instituciones, se cambia a sus directivos y no se obtienen mejores resultados porque es la propia estructura del sistema, no el esfuerzo de ellos, la que determina dichos resultados. Entonces, es conveniente comprender la estructura del sistema, para modificarla en vez de andar buscando responsables.
- Obtiene una herramienta primordial para tutelar y dirigir personas, crear y dirigir equipos, comprender la complicación de los procedimientos y determinar la manera de hacer que se superen. Observe la figura 1.2.



Figura 1.2 Ventajas del pensamiento sistémico

Leyes del pensamiento sistémico

Peter Senge (2012) señala que el pensamiento sistémico tiene 11 leyes y que estas se derivan de la obra de muchos autores del área de sistemas: Garrett Hardin, Jay Forrester, Donella H. Meadows y Draper Kauffman Jr.

Las leyes que menciona son:

1. “Los problemas de hoy derivan de las soluciones de ayer
2. “Cuanto más presionamos más presiona el sistema
3. “La conducta mejora antes de empeorar
4. “El camino fácil lleva al mismo lugar
5. “El remedio puede ser peor que la enfermedad
6. “Lo más rápido es lo más lento
7. “La causa y el efecto no están próximos en el tiempo y el espacio
8. “Existen zonas neurálgicas, que a menudo son las menos obvias
9. “Se pueden alcanzar dos metas aparentemente contradictorias
10. “Dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños
11. “No hay culpables”

La primera ley, los problemas de hoy derivan de las soluciones de ayer, establece que muchas veces estamos desconcertados por la causa de nuestros problemas cuando podemos identificarla fácilmente examinando las soluciones que se dieron a problemas en el pasado. Por ejemplo, el descenso de las ventas en un trimestre puede deberse a un programa de descuentos en el trimestre anterior; y la escasez de productos para poder surtir los pedidos de nuestros clientes puede darse porque se disminuyó el inventario para bajar costos. Véase la figura 1.3.



Figura 1.3 Las soluciones de ayer causan los problemas de hoy



La segunda ley, cuanto más presionamos más presiona el sistema, indica que cuanto más esfuerzo realizamos para mejorar las cosas, más esfuerzo se requiere.

Muchas compañías experimentan esta ley cuando uno de sus artículos disminuye su embeleso y deciden disminuir el precio del mismo, así como gastar más en publicidad. Obviamente, esas decisiones tienen un costo y para compensarlo se disminuye la inspección y la presteza para proporcionar ese artículo. Mientras más obstinación damos a la comercialización más clientes perdemos. A nivel personal también se da esta ley, si suspendemos el cigarro, engordamos, baja nuestra autoestima, tenemos ansiedad, malestar y preocupación y para quitarlos volvemos a fumar.

Otro ejemplo se presenta en el sistema de circulación de vehículos de una ciudad. En cierta ocasión se instrumentó un programa que hacía que los vehículos dependiendo del último número de su placa dejaran de transitar un día a la semana, con el objetivo de disminuir la contaminación. En un principio funcionó bien el programa, ya que dejaron de contaminar el 20% de los automóviles, pero como el sistema de transporte público no era lo suficientemente atractivo, las personas comenzaron a adquirir otro vehículo para poder circular toda la semana. En ocasiones el vehículo que adquirían no era nuevo, sino usado. Al cabo de poco tiempo estaban circulando el 100% de los automóviles con una contaminación mayor que la que tenían cuando se instauró el programa. Véase la figura 1.4.

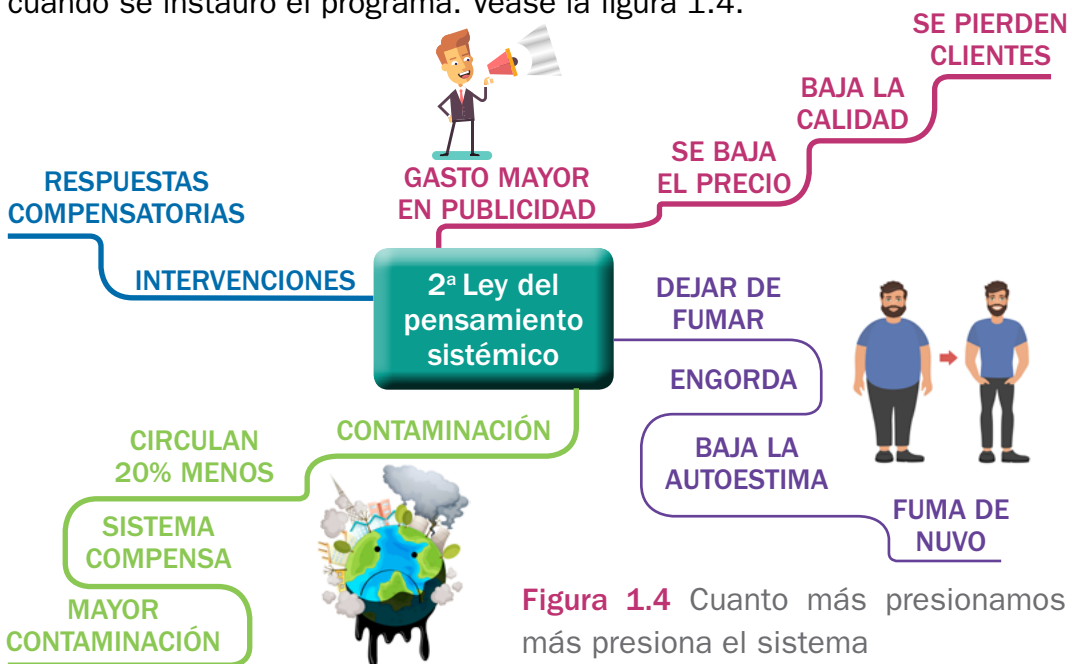


Figura 1.4 Cuando más presionamos más presiona el sistema

La tercera ley, la conducta mejora antes de empeorar, señala que en ocasiones el sistema aparentemente mejora en el corto plazo pero con consecuencias dañinas al transcurrir el tiempo. Una secretaría en el sector público estaba compuesta por varias direcciones: de carreteras federales; de conservación de carreteras; de aeropuertos; de ferrocarriles; de caminos de mano de obra; de caminos alimentadores y aeropistas; de ciudades industriales; de construcción y operación de obras marítimas; de planeación y programación; y de información y estadística. Se acordó que toda la información se debía centralizar en la de información y estadística. Se diseñó e instrumentó un sistema computarizado, pero el cuello de botella se dio en la actualización de la información. Todos los empleados encargados de ella tenían una carga de trabajo abrumadora. Pero se dio el caso que uno de ellos siempre tenía actualizada la información que le correspondía y se le veía muy descansado. Los demás averiguaron cómo lo hacía y encontraron que lo único que actualizaba era la fecha que señalaba y no los datos. Apparentemente todo estaba al corriente. Los supervisores no se dieron cuenta de ello e inclusive lo felicitaban. Pronto muchos de los demás empleados comenzaron a hacer lo mismo. Pero las direcciones que necesitaban tomar decisiones con información actualizada se percataron que lo que se les estaba enviando tenía un retraso de por lo menos un año, se quejaron con el ministro presentándole las pruebas de los resultados del sistema computarizado centralizado y el sistema manual de información que ellos habían continuado usando. Como consecuencia se despidió al director de información y estadística. Una mejora en el corto plazo empeoró la situación en el mediano o largo plazo.

Una solución típica luce maravillosa cuando cura los síntomas. Puede pasar un cierto tiempo hasta que regrese el problema, o surja un problema nuevo o peor. Por ejemplo cuando una persona al presentar fiebre toma ácido acetilsalicílico, con lo que baja su temperatura, ha quitado el síntoma pero la enfermedad continúa. Quizá se trataba de una gripe y al no cuidarla puede degenerar en pulmonía. Vea la figura 1.5.



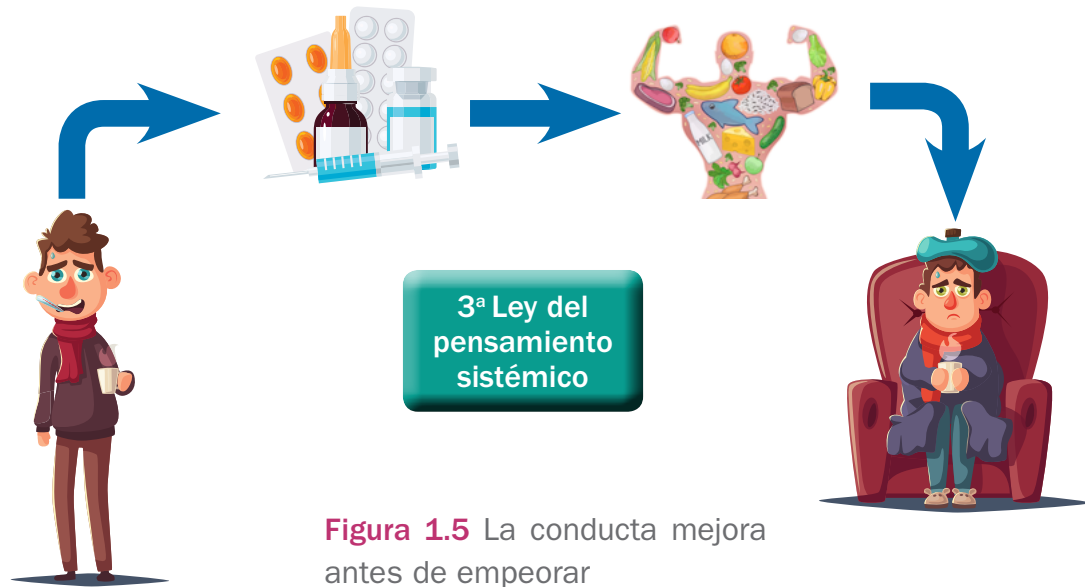


Figura 1.5 La conducta mejora antes de empeorar

La cuarta ley, el camino fácil lleva al mismo lugar, consiste en emplear soluciones tradicionales a los problemas. Volvemos una y otra vez con esas soluciones aunque los problemas permanezcan o se agraven.

En un país estaba devaluándose su moneda con respecto al dólar estadounidense. El banco central lo que hacía era subastar dólares de su reserva varias veces, pero la devaluación continuaba porque esta medida era ineficaz, pero como era lo que conocían la repetían y la repetían. Vea la figura 1.6.



Figura 1.6 El camino fácil lleva al mismo lugar

La quinta ley, el remedio puede ser peor que la enfermedad, en ocasiones, las soluciones de corto plazo aparentemente solucionan el problema, pero en realidad lo agravan y dificultan la posible solución, porque el sistema descansa en ese arreglo transitorio para continuar trabajando. Hay algunos tratamientos médicos que, si bien alivian los síntomas, llevan a problemas más graves, lo que se denomina una enfermedad iatrogénica, que tiene su origen en un tratamiento médico. Por ejemplo, los fármacos que contienen cortisona sirven para frenar los procesos inflamatorios, pero al mismo tiempo debilitan el sistema inmunitario y pueden ocasionar aumento de peso, retención de líquidos, depresión, osteoporosis y cefaleas.

A veces la solución fácil no solo es ineficaz, sino adictiva y peligrosa. La consecuencia más insidiosa de la aplicación de dichas soluciones es que se requieren cada vez más. Como sucede con algunos analgésicos, que pueden generar adicción y que al pasar el tiempo ya no quitan el dolor y se precisa aumentar la dosis.

En la Guerra Fría en vez de negociar se incrementó el armamento de las naciones involucradas y lo único que se ganó fue fortalecer la industria militar. Otro ejemplo lo tenemos en la lucha contra el narcotráfico, donde se introdujo al ejército y a la marina para ejercer actividades policiales, con resultados desastrosos, gran cantidad de muertos y desaparecidos.

La sexta ley, lo más rápido es lo más lento, nos recuerda varios refranes: “no por mucho madrugar amanece más temprano” “despacio que voy de prisa” “más vale paso que dure y no trote que canse”.

Peter Senge nos da el ejemplo de una aerolínea que creció muy rápido, con tarifas muy bajas y una calidad de servicio excelente, pero que al aumentar la demanda tuvo que contratar más personal a quien no pudo entrenar debidamente y la calidad del servicio bajó y por tanto las ganancias, de manera que quebró la compañía. Vea la figura 1.7.



Figura 1.7 Lo más rápido es lo más lento



Si se hubiese utilizado la perspectiva sistémica, posiblemente, una acción hubiese sido aumentar los precios, con lo que disminuiría la demanda pero ello permitiría tener tiempo suficiente para entrenar al personal de manera adecuada para que la calidad del servicio no bajase. Y después, ya con el personal adecuado se podrían volver a bajar las tarifas.

La séptima ley, la causa y el efecto no están próximos en el tiempo y el espacio, contradice la suposición de considerarlos juntos y actuar en consecuencia. Si hay congestión vial amplían las calles o construyen segundos pisos de periféricos; si aumenta la delincuencia se contratan más policías; si bajan las ventas en una empresa se consideran nuevos incentivos para los vendedores o promociones para los clientes.

Los efectos provienen de varios factores cuya influencia varía con el transcurso del tiempo, o sea, las causas son dinámicas. Por ejemplo la delincuencia puede deberse a varios factores como la falta de cultura, el desempleo, la falta de oportunidades, la pérdida de valores, la mala impartición de la justicia, etc. En momentos diferentes en el tiempo alguno de ellos será el causante, por lo que si solo se actúa sobre uno, no necesariamente se obtendrán los resultados deseados.

Si nosotros creemos que la causa y el efecto están contiguos deberemos cambiar dicha creencia.

La octava ley, existen zonas neurálgicas, nos establece que hay lugares donde cambios pequeños pueden producir resultados grandes, y que a menudo son los menos obvios.

Muchos sistemas son muy estables y por tanto resistentes al cambio. Nuestras acciones parece que chocan contra un muro y no producen efecto alguno, pero si logramos detectar sus puntos neurálgicos y actuamos sobre ellos obtendremos, con poco esfuerzo, resultados espectaculares.

No hay reglas sencillas para efectuar cambios en zonas neurálgicas, pero hay modos de pensar que los facilitan. Uno consiste en buscar las estructuras subyacentes y en considerar que todo se encuentra en un proceso de cambio.

La novena ley, se pueden alcanzar dos metas aparentemente contradictorias, nos sugiere que cuestionemos los supuestos que ciertas metas están en conflicto con otras, por ejemplo, costo versus calidad. Al analizar sistémicamente esa situación puede ser que aunque el costo aumente inicialmente al mejorar la calidad, tal vez, con mejor calidad se atraerán nuevos



clientes y se podrá disminuir el gasto en publicidad, lo que conducirá que al transcurrir el tiempo las ganancias netas sean mayores.

La décima ley, dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños, se da puesto que las propiedades de un sistema surgen del conjunto del sistema y no de sus partes, si lo descomponemos perderemos sus propiedades.

La undécima ley, no hay culpables, señala que la estructura de un sistema es responsable de su comportamiento, no las personas que trabajan en dicho sistema. La estructura apunta a las interrelaciones clave que influyen sobre la conducta de un sistema a lo largo del tiempo.

Circuitos de realimentación

La práctica del pensamiento sistémico comienza con la comprensión de un concepto simple llamado realimentación, que muestra cómo los actos pueden reforzarse o contrarrestarse entre sí. Un ejemplo de un circuito de realimentación lo tenemos cuando conducimos un vehículo. Estamos atentos al entorno, los carros a nuestra derecha, a nuestra izquierda, delante y detrás, si vienen ambulancias o carros de bomberos y actuamos en consecuencia, bajando o aumentando la velocidad, cambiando de carril, rebasando, parando si el semáforo está con una luz roja, etc.

Sintetizando, podemos decir que la realimentación es la transmisión y regreso de la información. La realimentación se expresa por medio de circuitos que pueden ser de refuerzo o de compensación. A continuación se da un ejemplo desarrollado por Richardson y Pugh (1981). Se trata de un cobertor eléctrico mal conectado. A una pareja de recién casados les obsequiaron un cobertor eléctrico para su cama matrimonial. El cobertor tenía controles de temperatura separados para los dos lados de la cama, uno para él y el otro para ella. Si se hubiesen conectado de manera adecuada se habrían tenido dos circuitos de realimentación compensatorios separados, cada uno controlando la temperatura del cobertor para la comodidad de cada individuo, como se muestra en la figura 1.8.



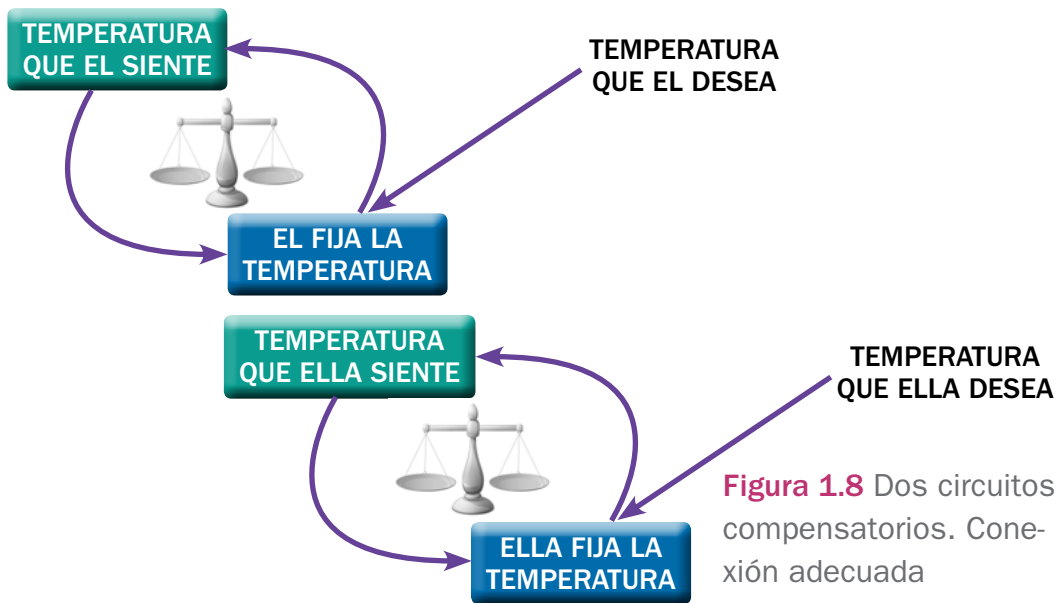


Figura 1.8 Dos circuitos compensatorios. Conexión adecuada

En esta figura No. 1.8 se observa que ella tiene una temperatura deseada y dependiendo de la temperatura que percibe del cobertor aumenta o baja la temperatura del control. Y lo mismo sucede con el circuito de él. En ambos circuitos se ha dibujado una balanza para indicar que se trata de circuitos compensatorios. El relato establece que los recién casados hicieron mal las conexiones, de manera que él controlaba la temperatura del lado de ella y ella la del lado de él. El resultado es el circuito de realimentación de refuerzo mostrado en la figura 1.9.

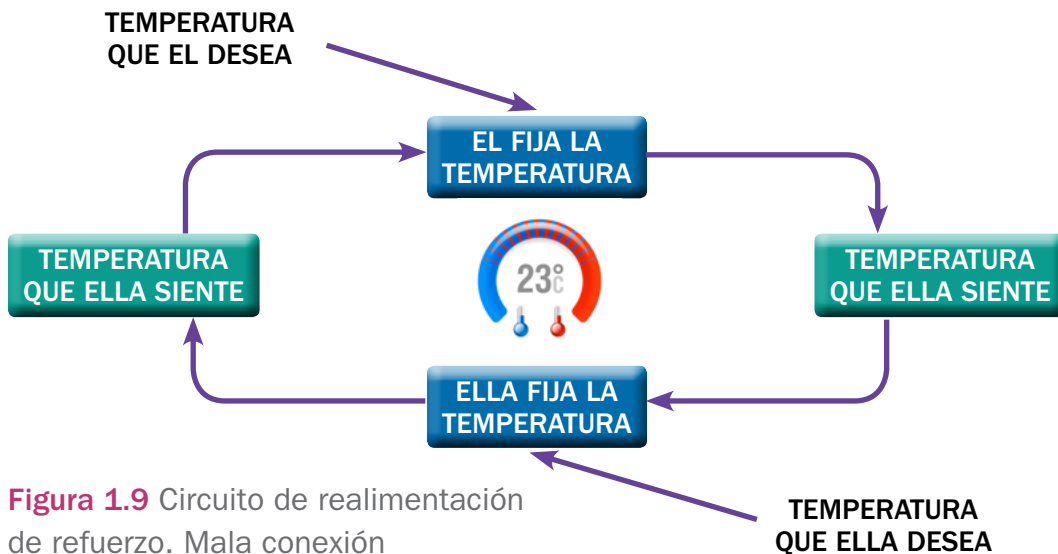


Figura 1.9 Circuito de realimentación de refuerzo. Mala conexión

Si ella sentía frío, fijaba su control para que aumentase la temperatura, haciendo que el lado de él estuviese más caliente, con lo que él manejaba su control produciendo que el lado de ella fuese aún más frío, de manera que ella aumentaba aún más la temperatura y así continuaba. Cómo podría terminar dicho escenario se deja a la fértil imaginación del lector. En el centro de esta figura está una figura con bolas de nieve, dando a entender que en este tipo de circuitos las consecuencias van creciendo como si una bola de nieve fuese rodando cuesta abajo.

Arquetipos sistémicos

Como se vio en la última ley del pensamiento sistémico las estructuras son las que producen el comportamiento de los sistemas. Si ignoramos la existencia de estas estructuras podemos permanecer prisioneros de ellas. Al aprender a detectar las estructuras, adquirimos capacidad para trabajar y modificar fuerzas que están actuando en el sistema.

Un concepto muy importante es la idea que ciertos patrones estructurales son recurrentes. Estos arquetipos sistémicos constituyen la clave para aprender a ver estructuras en nuestra vida personal y laboral. El número de arquetipos sistémicos es relativamente pequeño, Peter Senge (2012) presenta diez y menciona que son aproximadamente doce en total. Los mismos arquetipos están presentes en la vida diaria y en diversos campos como administración de empresas, ciencias sociales, psicología, sociología, economía, ingeniería, etc.

A continuación presentamos los cinco arquetipos que hemos seleccionado, por considerarlos representativos de lo que sucede en la realidad.

Arquetipo No. 1 Compensación entre proceso y demora. En este arquetipo se tiene un solo circuito de realimentación compensador. Una persona, un grupo o una empresa, toman acciones para lograr un objetivo y adaptan estas acciones en respuesta a la realimentación que perciben, existiendo una demora entre sus acciones y las respuestas a las mismas. Si no son conscientes de la demora, efectúan más acciones correctivas de las necesarias o a veces abandonan al no detectar progreso alguno.

Un ejemplo de él está presente cuando abrimos el agua en una regadera y tratamos de regular la temperatura. Supongamos que sentimos el agua



fría, lo normal será que abramos más el agua caliente. Pero existe una demora entre la maniobra de abrir el agua caliente y que esta venga. Si nos apresuramos y volvemos a poner más caliente, llegará un momento en que tendremos que salir de la regadera porque nos estamos quemando.

En la figura 1.10 está otro ejemplo. Supongamos que existe una discrepancia entre las oficinas que se demandan en una zona de una ciudad y las que se tienen disponibles. Si esta discrepancia indica que existe una demanda insatisfecha tomaremos la decisión de construir más edificios para oficinas, pero desde que se toma dicha decisión hasta que se hacen realidad las nuevas oficinas existe una demora. Si no se toma en cuenta dicha demora seguiremos construyendo más edificios y llegará un momento en que la zona esté sobresaturada de oficinas. El principio que hay que aplicar cuando se presente este arquetipo consiste en tener **paciencia** y no tomar decisiones apresuradas.

Compensación entre proceso y demora



Principio: paciencia

Figura 1.10 Compensación entre proceso y demora

Arquetipo No. 2 Límites del crecimiento. Este arquetipo está formado por dos circuitos uno de refuerzo y el otro de compensación. En un principio funciona el de refuerzo y las cosas evolucionan de maravilla, pero llega un momento en que se alcanzan ciertos límites y el circuito dominante es el compensatorio.



En la figura 1.11 se tiene una compañía que produce artículos innovadores, con magníficos ingresos. En el circuito de la izquierda, el de refuerzo, mientras más innovaciones más ingresos y con más ingresos se obtienen más innovaciones. Pero también existe el circuito compensador, al tener más productos innovadores se requieren más ingenieros. En algunas ocasiones, se escoge al mejor de ellos para que se haga cargo de la administración, con lo que esta absorbe su tiempo impidiéndole dedicar todo su esfuerzo a la producción de nuevos artículos. Así se constituye en un límite para tener más productos innovadores y por tanto más ingresos. Aquí el principio es actuar sobre la zona neurálgica constituida por los factores que limitan el crecimiento, es decir, sobre el circuito compensador que está a la derecha de la figura.

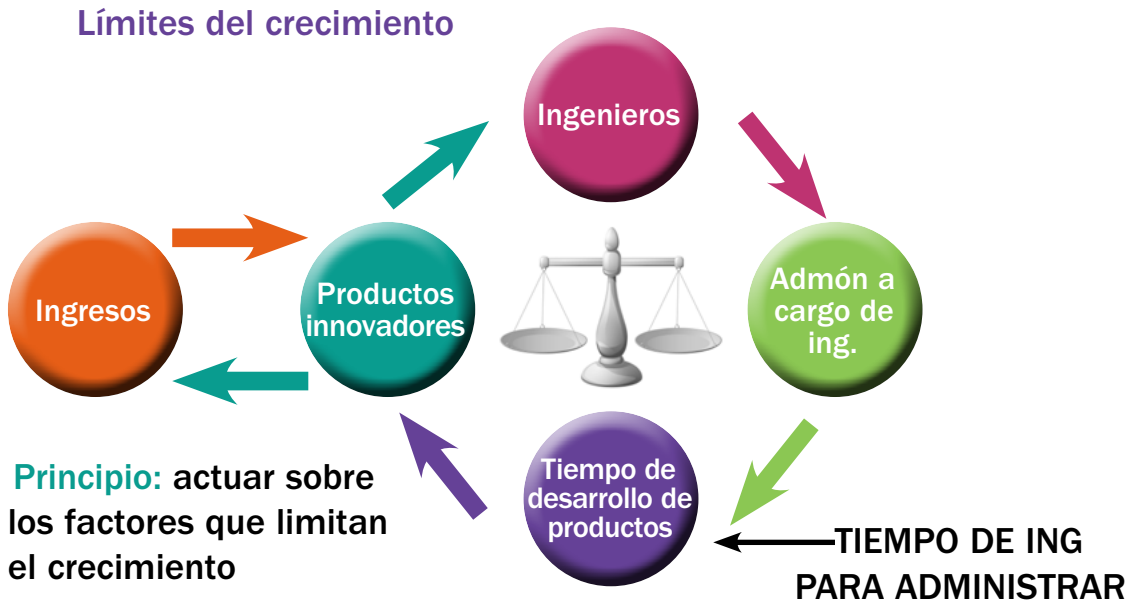


Figura 1.11 Límites del crecimiento

Arquetipo No. 3 Erosión de metas. Este arquetipo está formado por dos circuitos compensatorios. En él se usa una solución de corto plazo, establecer metas menos exigentes, para poder cumplir con ellas, con resultados inmediatos aparentemente positivos. A medida que esta corrección se usa cada vez más, las medidas correctivas a largo plazo se aplican cada vez menos. Con el tiempo, las aptitudes para la solución de largo plazo se atrofian, creando mayor dependencia respecto de la solución de corto plazo.

En la figura 1.12 se tiene una empresa con metas altas de calidad. En el circuito de la izquierda se observa que se tienen metas de calidad, las que se comparan con logros de la empresa en ese rubro y se da una discrepancia entre ambas, si la discrepancia es amplia se generan presiones para bajar la meta. En el circuito de la derecha a partir de esa discrepancia se tiene una solución posible que consiste en invertir para mejorar la calidad, pero entre el momento de la inversión y cuando se logra la mejoría existe una demora. De manera que se podría recurrir a la solución aparentemente fácil que consiste en disminuir las metas, con lo que no se logrará mejorar la calidad de los productos con las consecuencias que ello implica, posiblemente disminución de compras por parte de los clientes.

Esto es parecido a aquella persona que estaba preocupada porque quizá al morir no iría al cielo. Pensó si lanzo esta piedra y le atina al árbol que está a cien metros, ello indicará que iré al cielo. Después de esto sintió que cien metros era mucha distancia y se fijó cincuenta, y así sucesivamente hasta que quedó a cincuenta centímetros y obviamente le atinó al árbol. Pero si bajamos constantemente las metas sólo nos estaremos engañando.

El principio que se debe aplicar en este arquetipo es sostener la visión y no modificarla con el menor incidente.

Erosión de metas

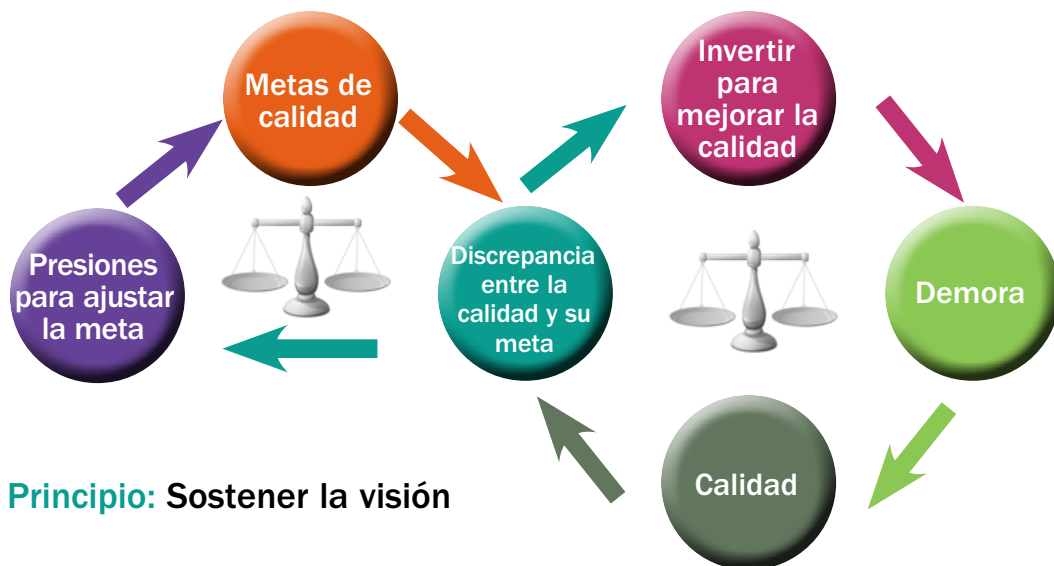


Figura 1.12 Erosión de metas

Arquetipo No. 4. Éxito para quien tiene éxito. Este circuito está formado por dos circuitos de refuerzo. En él dos actividades compiten por recursos limitados. A mayor éxito, mayor respaldo, con lo cual la otra se queda sin recursos.

En el circuito de la izquierda de la figura 1.13 está el proceso reforzador de la asignación de horas dedicadas al trabajo; más tiempo lleva a mayor éxito, lo cual lleva a oportunidades más interesantes y más deseo de pasar tiempo en el trabajo. En el circuito de la derecha hay un ciclo similar de tiempo en el hogar; más tiempo en el hogar forma vínculos familiares placenteros, descendencia saludable, esparcimiento familiar, lo que alienta el anhelo de estar más tiempo en el hogar. Los dos circuitos reforzadores están conectados porque si aumenta el tiempo en el trabajo hay menos tiempo disponible para el hogar y viceversa. El principio para reducir la inestabilidad que puede presentarse si se le da más énfasis a un circuito que al otro consiste en conseguir un equilibrio entre ambas opciones.

Éxito para quién tiene éxito



Principio: logro equilibrado de ambas opciones.

Figura 1.13 Éxito para quien tiene éxito

Arquetipo No. 5 Soluciones rápidas que fallan. Este arquetipo está formado por un circuito compensatorio de corto plazo y otro reforzador de largo plazo, lo que conduce a que una solución eficaz en el corto plazo tenga consecuencias imprevistas de largo plazo que requieran más uso de la misma solución.

Se presenta el ejemplo de una clínica médica que fue fundada y dirigida por un médico muy competente. Estaba constituida por él y otros diez médicos, con muchos pacientes. Al fallecer se hizo cargo de la dirección una de sus hijas quien tenía la intención de hacerla más rentable reduciendo los



gastos. Analizó los sueldos y vio que si despedía a dos de los médicos más antiguos obtendría un ahorro sustancial inmediato, y así lo hizo. Eran dos profesionales muy bien preparados que habían sido instruidos por el fundador para que lo reemplazaran cuando él quisiera retirarse. En efecto consiguió reducir los costos, pero a la larga la clínica perdió pacientes porque aquellos dos médicos eran de los mejores en su campo y, al despedirlos, la clínica perdió gran parte de la buena fama que tenía. Además, el despido de aquellos dos médicos bajó la moral del resto del equipo de galenos. Otros médicos decidieron trabajar por su cuenta o en otra clínica. Al poco tiempo, aumentaron las presiones, y la directora decidió una vez más reducir gastos recortando sueldos. En este momento quedan la directora y dos médicos con muy pocos pacientes.

En la figura 1.14 se muestra el diagrama de una compañía que tenía el problema de costos elevados y decidió reducir gastos disminuyendo el mantenimiento del equipo. Una solución de corto plazo que aparentemente funcionó bien. Pero con el transcurso del tiempo el equipo comenzó a fallar debido a la falta de un buen mantenimiento con costos más elevados que los que se tenían inicialmente. Cuando creemos que hemos resuelto un problema y vuelve a surgir, no hay duda de que somos víctimas de la estructura de ese sistema. Las soluciones a corto plazo solo son útiles como medida de precaución hasta que se localiza la verdadera causa del problema. El principio que debe usarse en este caso es no descuidar el largo plazo.



Figura 1.14 Soluciones rápidas que fallan

Los otros arquetipos que fueron presentados por Senge (2012) pueden consultarse en su libro y son: desplazamiento de la carga, desplazamiento de la carga hacia la intervención, escalada, tragedia del terreno común, crecimiento y subinversión.

Las disciplinas del pensamiento sistémico aplicado

Senge le nombra quinta disciplina al pensamiento sistémico. A las otras cuatro disciplinas las denomina: maestría personal, visión compartida, aprendizaje en equipo y modelos mentales. Por otra parte, Gene R. Bellinger opina que el pensamiento sistémico abarca las otras cuatro disciplinas ya que son básicamente pensamiento sistémico aplicado. Vea la figura 1.15.



Figura 1.15 Pensamiento sistémico aplicado. Cuatro disciplinas

A continuación se describirán en qué consisten esas cuatro disciplinas.

Maestría personal. El objeto de la maestría personal es articular las aspiraciones individuales. Su esencia consiste en aprender a generar y sostener la tensión creativa en nuestras vidas. Se entiende por tensión creativa la fuerza para unir lo que deseamos (visión) y dónde estamos en relación con dónde deseamos estar (realidad actual).

Senge *et al.* (2010) consideran que las personas que están convencidas de que una visión o resultado es importante, que ven claramente que deben cambiar su vida para alcanzar ese resultado, y que se comprometen con el mismo a pesar de todo, sienten una compulsión. Han asimilado la visión, no



solo consciente sino inconscientemente, en un nivel donde modificarán aún más su conducta. Son pacientes, consigo mismas y con el mundo, y están alertas a lo que sucede en su derredor. Todo ello produce una energía y un entusiasmo sostenidos que, a menudo con cierta demora, generan resultados tangibles, con lo cual la energía y el entusiasmo se fortalecen.

Visión compartida. Es una fuerza en el corazón de la gente, una fuerza de impresionante poder. Así como las visiones individuales son imágenes que las personas llevan en la cabeza y en el corazón, las visiones compartidas son imágenes que tiene el personal de una organización. Crean una sensación de vínculo común que impregna la institución y brinda coherencia a actividades dispares. Su objeto es articular las aspiraciones colectivas. Si se consigue esta visión compartida es como si la visión la dividiésemos en hologramas donde todos ellos son exactamente iguales. Un caso donde no se tiene visión compartida se da cuando a dos albañiles que estaban pegando ladrillos les preguntaron qué estaban haciendo. Uno de ellos dijo simplemente que pegaba ladrillos mientras que el otro contestó que estaba construyendo una catedral.

Senge *et al.* (2010) piensan que existen cinco etapas para la instrumentación de una visión compartida en una institución. Se describen a continuación.

- **Imposición.** El jefe sabe cuál debe ser la visión, y la organización tendrá que seguirle.
- **Venta.** El jefe sabe cuál debe ser la visión, pero necesita que la organización la compre antes de continuar.
- **Verificación.** El jefe tiene una idea de cómo debe ser la visión, y quiere conocer las reacciones de la organización antes de continuar.
- **Consulta.** El jefe está elaborando una visión y necesita asesoramiento de la organización antes de continuar.
- **Creación conjunta.** El jefe y los miembros de la organización mediante un proceso de creación, construyen juntos una visión compartida.

Habrá que determinar la etapa en que se encuentra la organización y trazar un plan para que pase a la etapa siguiente. Lo ideal es llegar a la quinta etapa donde los miembros tienen el compromiso de cumplir con la visión, no solo acatar órdenes de sus superiores.



Modelos mentales. En la mente llevamos imágenes, supuestos e historias acerca de nosotros, los demás, las instituciones y todos los aspectos del mundo. Su objeto es reflexionar sobre nuestras actitudes y percepciones, no aceptar como verdaderos nuestros supuestos o creencias. Lo cual es difícil porque nuestra mente tiene filtros que dejan pasar lo que concuerda con lo que creemos y no permite el paso de lo que cuestiona dichas creencias.

McDermott y O'Connor (1996) señalan que las creencias son los principios por los que nos guiamos. Todos actuamos como si fueran ciertas, lo sean o no. Inclusive, nuestras creencias pueden mejorar, anular o invertir los efectos de tratamientos médicos.

Recuérdese la historia del samurái que llegó a su casa y encontró a su esposa en la cama con otra persona que él supuso era un hombre. Su primera reacción fue sacar su espada y tomar ciertas acciones, cuando su esposa abrió los ojos y le dijo: Que bueno que llegaste. El le contestó: ¿por qué? Y ella le comentó: Es que escuché muchos ruidos, me dio miedo y fui a casa de tu madre, quien muy gentilmente me acompañó de regreso. Como seguían los ruidos ella tuvo la idea de ponerse tu armadura y así, cesaron los ruidos y nos tranquilizamos. Efectivamente era la mamá del samurái con su armadura la que él estaba suponiendo que era un hombre. Imagínense lo que hubiese acontecido si hubiese actuado como si su supuesto fuese real.

Aprendizaje en equipo. Por simple que parezca, verse como colegas y amigos es extremadamente importante. No hablamos de la misma manera con amigos que con personas con las que no tenemos ninguna amistad. Si optamos por ver a los adversarios como colegas con otras perspectivas, los beneficios son enormes. Su objeto es dialogar en vez de discutir. Cuando uno discute, generalmente, se desea ganar la discusión y muchas veces no se escucha lo que dicen otras personas sino que se está pensando en lo que diremos para ganar dicha discusión. Por el contrario en el diálogo tenemos la mente abierta y podemos en un momento dado cambiar nuestro modelo mental. Vea la figura 1.16.



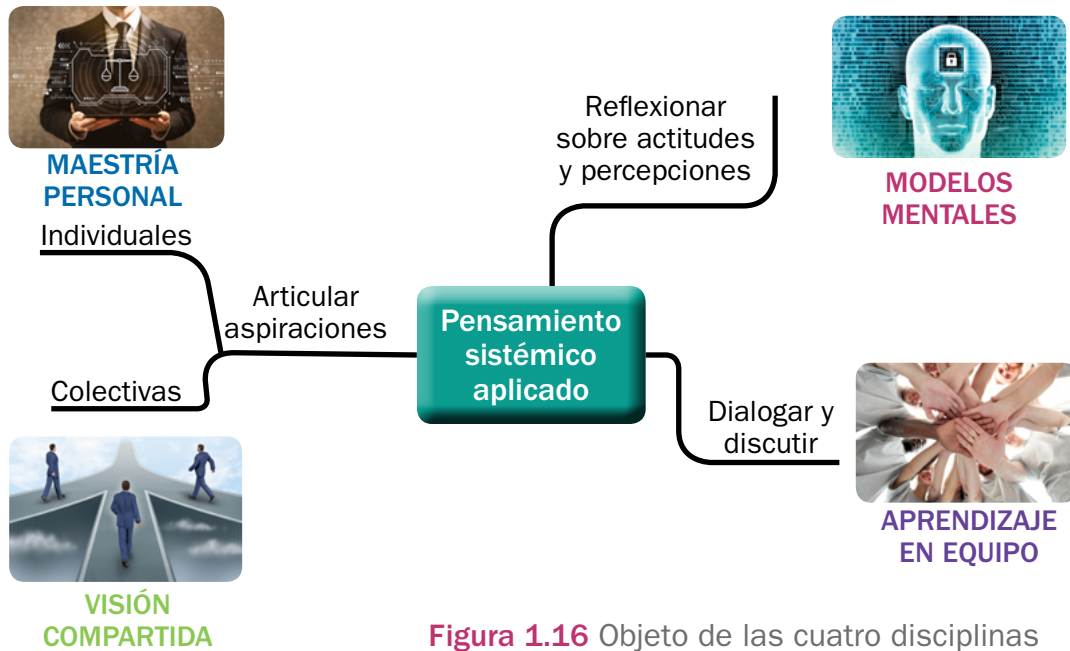


Figura 1.16 Objeto de las cuatro disciplinas

Diagramas de relaciones

Existen varias formas de representar las relaciones entre las variables de un sistema mediante diagramas. Se presentarán solamente tres por considerarse que son útiles y sencillas.

Una de ellas es el diagrama de causas efecto. En este diagrama se escriben las variables y se unen con flechas que unen la causa con el efecto. En las figuras 1.8 a 1.14 se presentan ejemplos de este tipo de diagrama.

Otro diagrama es el presentado por Terninko *et al.* (1998). Las relaciones que se muestran en este diagrama son: causa, se requiere y elimina.

Una convención utilizada en el diagrama es usar una flecha delgada para representar “se requiere”, una flecha gruesa para “causa” y una flecha delgada con una línea que la cruza para “elimina”. También, las variables se clasifican como útiles o dañinas, representándose las primeras con círculos y las segundas con rectángulos.

Las variables útiles pueden requerirse para otra variable útil, causar una variable dañina o eliminar otra variable dañina. Solo las variables útiles se requieren para otra variable útil. Vea la figura 1.17 donde la variable útil 1 se requiere para la variable útil 2 y la variable útil 2 se requiere para la variable útil 3, causa la variable dañina 1 y elimina la variable dañina 2.



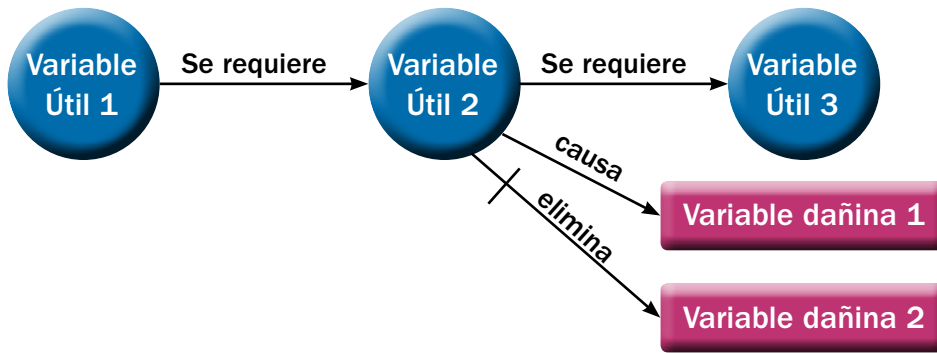


Figura 1.17 Relaciones posibles para una variable útil

Las variables dañinas pueden ser causadas por una variable útil o por una variable dañina y pueden ser eliminadas por variables útiles. Solo las variables dañinas pueden causar otra variable dañina. En la figura 1.18 la variable dañina 4 causa la variable dañina 5 y es causada por la variable útil 4 y la variable dañina 3; esta variable dañina 4 es eliminada por la variable útil 5.

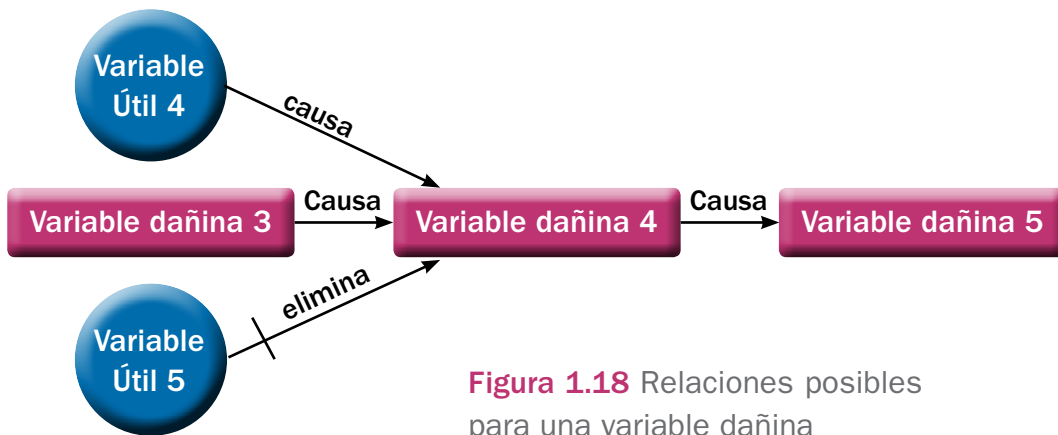


Figura 1.18 Relaciones posibles para una variable dañina

En la figura 1.19 se muestra un ejemplo para el congestionamiento vial en un cruce de avenidas. Este es causado por los vehículos en movimiento en calles estrechas. Los congestionamientos causan contaminación ambiental porque los vehículos circulan con lentitud y consumen más combustible que en condiciones normales de tránsito.



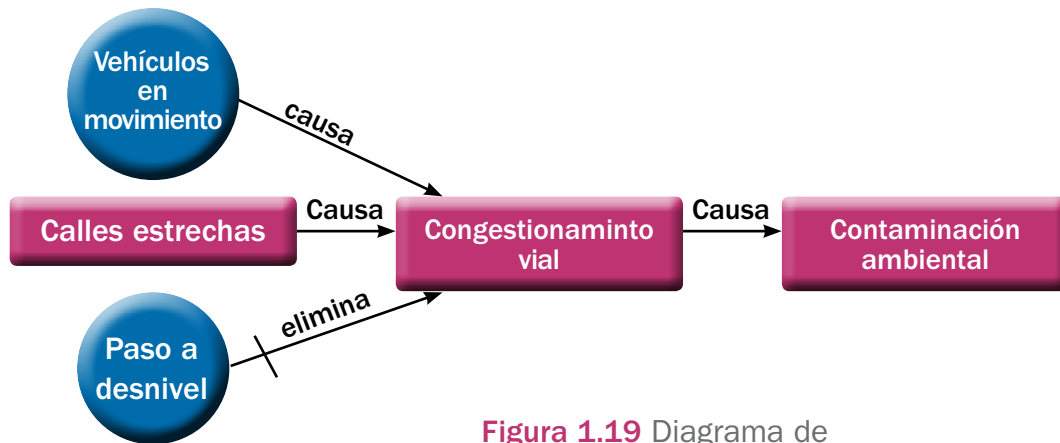


Figura 1.19 Diagrama de congestión vial

Un tercer tipo de diagrama es el que De Bono (1996) llama ámbito de flujo. Los pasos para trazar el ámbito de flujo son:

1. Escoger el tema.
2. Anotar en una lista todos los aspectos, ideas, detalles, rasgos y factores que se nos vayan ocurriendo mientras consideramos la situación.
3. Asignar a cada punto de la lista una letra del alfabeto.
4. Indicar el flujo de cada punto a otro punto, indicando en la lista la letra correspondiente. Solo se permite ir de un punto a otro, no debe ir a varios.
5. Trazar el diagrama de flujo.
6. Volver a trazar dicho diagrama si el anterior está muy confuso.

Vamos a ejemplificar cada uno de estos pasos.

Paso 1. Escogemos como tema el congestiónamiento vial

Paso 2. Se tiene la lista siguiente

- Congestionamiento vial
- Taxis que se paran a recoger pasaje en cualquier punto de la calle
- Automóviles estacionados en doble fila cerca de las escuelas
- Semáforos no sincronizados
- Agentes de tránsito que manejan los semáforos
- Accidente



- Muchos vehículos que vienen de las calles que convergen a la avenida
- Autobuses que toman la avenida como paradero
- Autobuses que toman y dejan pasaje con lentitud
- Algún vehículo descompuesto
- Una grúa haciendo maniobras para retirar un vehículo descompuesto
- Personas impacientes que quieren pasar primero
- Calles estrechas
- Contaminación ambiental
- Agentes de tránsito ineficaces
- Reducción de carriles utilizables para circular

Paso 3. Se asigna a cada punto de la lista una letra del alfabeto

- A. Congestionamiento vial
- B. Taxis que se paran a recoger pasaje en cualquier punto de la calle
- C. Automóviles estacionados en doble fila cerca de las escuelas
- D. Semáforos no sincronizados
- E. Agentes de tránsito que manejan los semáforos
- F. Accidente
- G. Muchos vehículos que vienen de las calles que convergen a la avenida
- H. Autobuses que toman la avenida como paradero
- I. Autobuses que toman y dejan pasaje con lentitud
- J. Algún vehículo descompuesto
- K. Una grúa haciendo maniobras para retirar un vehículo descompuesto
- L. Personas impacientes que quieren pasar primero
- M. Calles estrechas
- N. Contaminación ambiental
- O. Agentes de tránsito ineficaces
- P. Reducción de carriles utilizables para circular

Paso 4. Indicar el flujo de cada punto a otro punto

- A. Congestionamiento vial F
- B. Taxis que se paran a recoger pasaje en cualquier punto de la calle F
- C. Automóviles estacionados en doble fila cerca de las escuelas P
- D. Semáforos no sincronizados A
- E. Agentes de tránsito que manejan los semáforos D
- F. Accidente A



- G. Muchos vehículos que vienen de las calles que convergen a la avenida A
- H. Autobuses que toman la avenida como paradero P
- I. Autobuses que toman y dejan pasaje con lentitud P
- J. Algún vehículo descompuesto K
- K. Una grúa haciendo maniobras para retirar un vehículo descompuesto P
- L. Personas impacientes que quieren pasar primero A
- M. Calles estrechas G
- N. Contaminación ambiental L
- O. Agentes de tránsito ineficaces C
- P. Reducción de carriles utilizables para circular L

Paso 5. Trazar el diagrama de flujo

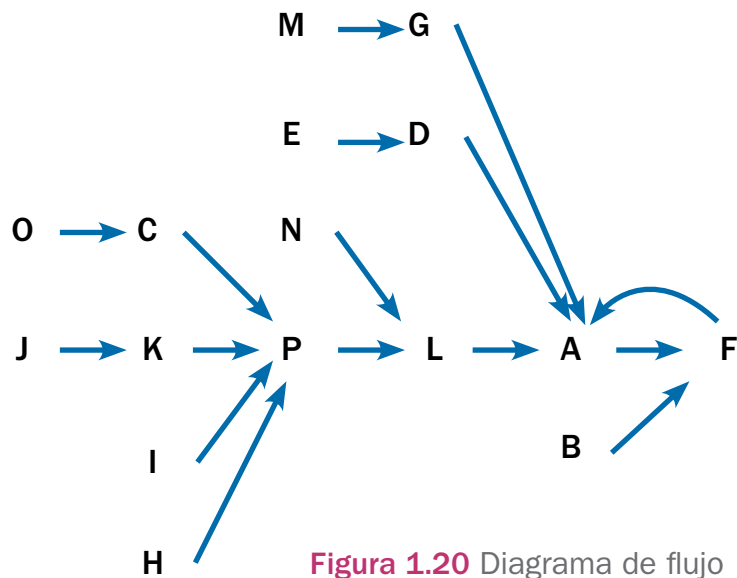


Figura 1.20 Diagrama de flujo

Paso 6. Como el diagrama de la figura 1.20 no está confuso, no hay necesidad de reordenarlo.

En este diagrama puede observarse que un punto concentrador es el punto P que corresponde a la reducción de carriles, por lo que, para reducir el congestionamiento, se puede actuar en aquellos puntos que contribuyen a dicha reducción.



Pensamiento sistémico y reuniones de búsqueda

El pensamiento sistémico considera el pasado, el presente y el futuro del sistema, de su entorno y de sus subsistemas, así como las relaciones entre ellos. Estas relaciones nos definen la estructura del sistema. Es muy útil llenar las celdas de la tabla 1.1 para tener una idea preliminar de lo que se desea conocer.

Tabla 1.1 Nueve celdas

| | PASADO | PRESENTE | FUTURO |
|-------------|--------|----------|--------|
| ENTORNO | | | |
| SISTEMA | | | |
| SUBSISTEMAS | | | |

Para llenar la mayoría de las nueve celdas es conveniente realizar reuniones de búsqueda con los actores involucrados.

Las reuniones de búsqueda (Emery, 1993) en inglés *Search Conference*, fueron diseñadas por Fred Emery y Eric Trist en 1958 y se desarrollan alternando sesiones plenarias con sesiones en grupo. En estas reuniones es conveniente tener un máximo de 25 personas. Con menos personas se facilita el desarrollo de la misma, pero disminuye la variedad y riqueza de los resultados. Al inicio, se les explica brevemente a todos los participantes en qué va a consistir la reunión, para lo cual puede ser de ayuda el esquema mostrado en la figura 1.17

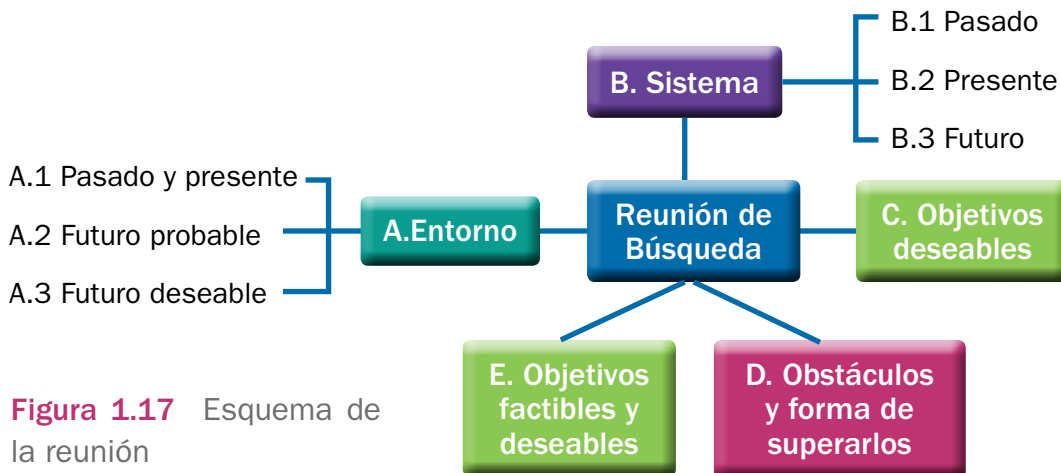


Figura 1.17 Esquema de la reunión

El entorno de un sistema se define como todo aquello que afecta al sistema o que es afectado por él. Por ejemplo, para el Sistema de Transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, algunos factores de su entorno son: el ingreso de sus habitantes, el uso del suelo y las telecomunicaciones.

Para definir los factores del entorno pasado y presente se les pide a los participantes, en sesión plenaria, que los proporcionen mediante sus percepciones, sin permitir la crítica, por lo que pueden aparecer factores que no sean del entorno, pero no hay que preocuparnos por ello puesto que en la sesión siguiente, se van a analizar y lo más probable es que se eliminen.

Para la sesión que sigue se forman grupos de trabajo que tendrán de cuatro a ocho integrantes. En esta sesión se les solicitará a los grupos de trabajo que definan el futuro de los factores del entorno, probables y deseables. Unos grupos trabajarán con los deseables y otros con los probables. Es muy importante que no haya facilitadores en las sesiones en grupo. Sólo se les indica lo que deben exponer, la hora en que comenzarán las exposiciones de cada grupo y que pueden organizarse como consideren adecuado. La información que utilizan proviene de las listas elaboradas en la sesión anterior. También es conveniente señalarles que si en el momento del análisis encuentran otros factores se sientan con la libertad de agregarlos, pero que deben compartirlos con los otros grupos.

Sus resultados los expondrán en sesión plenaria. Si alguien no está de acuerdo con alguno de los puntos expuestos deberá indicar por qué no concuerda. El grupo que está exponiendo puede considerar que esta persona está en lo correcto y modifica el punto, o bien, expone sus razones por las que considera que dicho punto debe permanecer. Si quien está cuestionando queda convencido, se queda el punto sin modificación. Si no es así, el grupo nombra un representante que sale junto con quien cuestiona y a los cinco o diez minutos regresan y exponen sus resoluciones, inclusive una de ellas puede ser que no llegaron a algo satisfactorio para ambos. Si este fuera el caso, se anota que no hubo ningún acuerdo al lado del punto y continúa la reunión.

Después, se tendrá una recapitulación histórica del sistema, donde hablan todos los participantes que deseen hacerlo, sin permitirse ningún tipo de cuestionamiento.



Luego, se les pide a los participantes que indiquen lo que consideren se debe retener y lo que debe eliminarse en el sistema actual. Finalmente, se les requiere que para el sistema en el futuro expliciten lo que debe crearse. Todo lo que dicen los participantes se escribe, si nadie objeta algo, permanece, pero si existen objeciones se analizan hasta llegar a consensos o a acuerdos por mayoría.

Enseguida, se les solicitan los objetivos deseables del Sistema para una cierta fecha, indicándoles que no se preocupen si los objetivos a los que lleguen los consideren también factibles o no.

Con la información que se ha obtenido sobre el entorno pasado y presente, deseable y probable, y sobre el sistema en el presente y en el futuro, se elaboran los obstáculos que se prevé se pueden presentar para que se hagan realidad y las formas de sortearlos. Conociendo todo ello se revisan los objetivos deseables quedándonos solo con aquellos que consideremos también factibles.

A continuación se ejemplifican cada una de las sesiones de un grupo de dieciséis personas que estuvo trabajando sobre educación, ciencia y desarrollo tecnológico.

Reunión de búsqueda sobre la educación, la ciencia y el desarrollo tecnológico en México

Académicos provenientes de ocho estados de la República Mexicana y de la Ciudad de México tuvieron una reunión de búsqueda, con duración de un día, de las 9 a las 18 horas, en la Universidad de Guanajuato en 2010, sobre la educación, la ciencia y la tecnología en México, con el fin de que este país incrementara su desarrollo.

En sesión plenaria se explicó el objetivo de la reunión y se describieron brevemente las etapas por realizar: el entorno del sistema en el pasado, presente y futuro; el sistema en el pasado, presente y futuro; obstáculos que se pueden presentar para lograr lo deseable; formas de superar los obstáculos; y los objetivos deseables y factibles para 2020.



Entorno del sistema de educación, ciencia y tecnología en México

Continuando con esta sesión plenaria, se obtuvieron las percepciones que tenían los participantes sobre el entorno, es decir, sobre los factores que han afectado o han sido afectados por el sistema de educación, ciencia y tecnología en México. No se permitió la crítica en ningún sentido. Se escribieron todos los factores que se mencionaron, sin análisis de alguna clase, por lo que pueden existir varios donde haya desacuerdo por algunos de los participantes. Después, se formaron tres grupos que trabajaron analizando dichos factores para determinar, hacia el año 2015, los más probables y los más deseables.

Percepciones del entorno

Se tuvieron 94 factores que se listan a continuación:

1. Desvinculación entre la academia y el sector productivo.
2. Falta de claridad en los objetivos de la ciencia y la tecnología.
3. Desarticulación entre ciencia, desarrollo tecnológico e innovación.
4. Fortalecimiento del sistema educativo.
5. Incumplimiento de la ley de ciencia y tecnología e innovación.
6. Falta de una política de estado en ciencia y tecnología.
7. Desvinculación de las universidades y centros de investigación con su realidad local y nacional.
8. Incertidumbre en el financiamiento de las instituciones de educación superior.
9. Sindicalismo.
10. Discontinuidad de los programas nacionales y estatales.
11. Política clara en cuanto a financiamiento y planeación y desarrollo.
12. Presupuesto mínimo, 0.47% del Producto Interno Bruto dedicado a la ciencia y tecnología.
13. Pobreza.
14. Preeminencia de la necesidad de cobertura sobre la calidad.
15. Diferencias conceptuales entre federalización y federación.
16. Falta de inversión de la iniciativa privada en ciencia y tecnología.
17. Desigualdad en la asignación de recursos por las entidades federa-
tivas a la educación.



18. Centralización de la planeación para la ciencia y la tecnología.
19. Desinterés social de la iniciativa privada.
20. Falta de cultura empresarial para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación sobre todo en las pequeñas y medianas empresas.
21. Desinterés social sobre la ciencia, la tecnología y la innovación.
22. Desinterés de los investigadores por la solución de los problemas de su entorno.
23. Falta de vinculación de la investigación en centros educativos con la empresa.
24. Insuficiente difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología.
25. Problema de la cadena educativa. Desarticulación en el sistema educativo con el aprendizaje y la cultura de la ciencia y la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.
26. Desconocimiento de las autoridades municipales y estatales del potencial humano que tienen dentro de sus propios estados y municipios en cuanto a ciencia y tecnología.
27. Desconocimiento en la planeación de los diferentes entornos estatales o regionales.
28. Dificultades y burocratismo para patentar.
29. Fortalecimiento a las estructuras curriculares relacionadas con la ciencia y la innovación.
30. Asimetrías de desarrollo entre la capital y los municipios.
31. Excesiva concentración de los recursos de las instituciones de educación superior en docencia y escasos recursos en investigación y extensión.
32. Falta de transferencia de tecnología.
33. Universidades islas totalmente aisladas de su entorno.
34. Modelos de desarrollo dependientes.
35. Insuficiente inversión para fomento de los estudios de posgrado.
36. Falta de una cultura de trabajo en equipo.
37. Escasa transdisciplinariedad y pocos proyectos interinstitucionales.
38. Inexistencia de acuerdos en la Cámara de Diputados.
39. Relativa abundancia de producción de conocimientos y escasa publicación, difusión y aplicación de los mismos.



40. Generación de política pública que vincule el modelo económico actual para la asignación de más recursos a la ciencia y la tecnología.
41. Falta de planes de desarrollo de largo alcance tanto en investigación como en desarrollo tecnológico e innovación.
42. Falta de proyectos.
43. Desvinculación de los investigadores y las empresas.
44. Agua es vida pero también en exceso mata.
45. Debilidad absoluta de las comunidades académicas en el país.
46. Políticas que priorizan las publicaciones internacionales de expertos y desdeñan la difusión local con gente no experta.
47. No tienen los mismos puntos.
48. Falta de pertinencia en la formación de recursos humanos en el posgrado con las necesidades regionales, estatales y nacionales.
49. Excesiva burocracia que impide la innovación curricular en las instituciones de educación superior.
50. Dependencia de recursos económicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
51. Subejercicio de presupuestos en las instituciones de educación superior.
52. Concepción errónea de las responsabilidades de desarrollo científico en las entidades de ciencia y tecnología.
53. Falta de un proyecto de socialización de la tecnología.
54. Excesiva desigualdad en la distribución del gasto por alumno, por año, en las instituciones de educación superior.
55. Falta de una visión de largo plazo en materia de ciencia y tecnología.
56. Ineficiente infraestructura en las instituciones de educación superior.
57. Diseño de un plan estratégico de desarrollo en ciencia y tecnología y asignación de recursos financieros acorde con el Plan.
58. Propensión de la iniciativa privada a comprar tecnología extranjera y desdén por la inversión en ciencia y tecnología.
59. Carencia de líderes en desarrollo tecnológico.
60. Analfabetismo científico y tecnológico en la mayoría de los diputados.
61. Analfabetismo científico y tecnológico en general.
62. Soberbia de los investigadores.
63. Falta de un espíritu nacional que permita planear a largo plazo.
64. Desdén por el conocimiento tradicional y popular.



65. Menosprecio de los empresarios por la investigación científica.
66. Currículum oculto de la formación de los recursos humanos en el país.
67. Falta de posicionamiento estratégico de las instituciones de ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México.
68. Falta de indicadores que nos ayuden a medir el impacto de desarrollo económico y bienestar social.
69. Indicadores que no están a tiempo y no son útiles.
70. Estandarización y sistematización de indicadores.
71. Orientación estratégica.
72. Necesidad de formar más doctores.
73. Cultura de la sociedad en ciencia y tecnología, reto a lograr.
74. Naturaleza jurídica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e instancias.
75. Normatividad de las instituciones de educación superior.
76. No estaba sectorizado el organismo de ciencia y tecnología.
77. Consejos sin burocracia pero con representación gubernamental.
78. Dependencia del gobierno de los consejos.
79. Fuga de cerebros.
80. Revisión del Sistema Nacional de Investigadores.
81. Edad de la planta académica.
82. Acceso a recursos.
83. Gran espíritu protagónico tanto personal como institucional que inhibe la colaboración.
84. Falta de estructuras para la formación de líderes y expertos que tomen las decisiones fundamentales del país.
85. Dificultad de los becarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que van al extranjero para incorporarse al volver al país.
86. Falta de un programa de becas que tome en cuenta la realidad del sistema educativo de los estados.
87. Falta de cultura de compartir en vez de competir.
88. Incomprensión de los resultados alcanzados.
89. Desprecio por lo ya hecho.
90. Cambiar la estrategia en cuanto al diseño del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología.
91. Falta de redes de investigación en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.



92. Duplicidad de trabajos.
93. Poca presencia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a nivel nacional en el ámbito de los estados.
94. Mutilación de la curiosidad científica en los niños.

Cinco factores más probables para 2015

1. Insuficiente cultura y desinterés social por la ciencia y la tecnología.
2. Insuficiente vinculación entre la academia, el sector productivo y los instrumentos de política para lograr que la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación se conviertan en una verdadera política de Estado.
3. Falta de sinergias entre las instituciones de educación superior y los centros de investigación, así como la alineación con las problemáticas del entorno.
4. Falta de posicionamiento estratégico y liderazgo en el desarrollo económico y social de las instituciones de educación superior e investigación.
5. Desigualdades sociales, regionales y sectoriales que impiden que la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación se conviertan en un factor de desarrollo económico y social.

Diez factores más deseables para 2015

1. Articulación entre los actores sociales para la ciencia, la tecnología y la innovación.
2. Una cultura científica, tecnológica y para la innovación en la sociedad.
3. Disponibilidad y ejercicio de los recursos económicos necesarios para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, concebidos como un factor estratégico para el desarrollo.
4. Un entendimiento general del proceso de innovación.
5. La definición y desarrollo de áreas estratégicas de largo alcance en las que México sea líder internacional.
6. Políticas públicas federales, estatales y municipales debidamente articuladas, que fomenten y fortalezcan el sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, con una visión estratégica que



- propicie el desarrollo social y económico regional y que permita la disminución de las asimetrías entre las regiones del país.
7. Mecanismos organizativos en operación que propicien la vinculación y articulación de los sistemas educativos y de ciencia, tecnología e innovación entre sí y los sectores social, productivo y gubernamental.
 8. Programas de formación de recursos humanos a través del posgrado y la realización de investigación, desarrollo tecnológico e innovación pertinente en forma interdisciplinaria e interinstitucional en áreas estratégicas para el desarrollo regional y nacional.
 9. Un sistema de evaluación que mida con objetividad el impacto de la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo económico y bienestar social, a nivel regional y nacional.
 10. Una colaboración interinstitucional que induzca la transformación cultural para considerar a la educación, la ciencia y la tecnología como factores indispensables en el desarrollo social y económico del país y sus regiones.

Sistema de educación, ciencia y tecnología en México

En este apartado se presenta la historia, el presente y el futuro de este sistema. En el presente se muestra lo que se deberá descartar y retener; y para el futuro, lo que deberá crearse.

Recapitulación histórica

Se ofrece la transcripción de la grabación de dos de las intervenciones que se tuvieron, donde no se permitió la crítica.

INTERVENCIÓN 1

Lo que nos ha afectado mucho ha sido el centralismo en la ciencia y la tecnología. Porque realmente la descentralización o realizar investigación fuera de la metrópoli en el centro neurálgico de México, se dio solo a partir de la década de los ochenta. Entonces, realmente, realmente, la ciencia, la tecnología y la innovación si analizamos fríamente el desarrollo de ellas en los estados se ha dado muy rápido, se ha dado de una forma exponencial en



estas últimas tres décadas. Pero al final, yo creo que una de las cosas que más ha afectado en esta situación histórica es que hemos permitido crear mucha educación superior sin tener la claridad de que la educación superior tiene que ir ligada a la ciencia, la tecnología y la innovación. Entonces, nosotros hablamos mucho, decimos no a las universidades patito o hablamos de las universidades de educación, yo creo que aquí mucho de lo que nos ha afectado en esta historia es que a nivel nacional y en los propios estados no se tiene una planeación estratégica seria sobre la educación superior, para efecto de que entonces cada paso que se diera en la educación superior tuviera que ir en este binomio (por una parte educación y por la otra ciencia, tecnología e innovación) y parte de lo que quería mencionar en esta parte histórica es que yo creo que si estos binomios de educación superior, investigación, desarrollo tecnológico e innovación; y empresa, investigación, desarrollo tecnológico e innovación; educación superior, empresa y sociedad contra innovación o instituciones de educación superior de investigación o de no investigación, estos binomios nos ayudarían a entender un poco la parte histórica de lo que ha sucedido desde nuestra independencia, que no hemos logrado consolidar, que en lugar de separarlos en estos binomios debería ser totalmente integral y que a final de cuentas si lo fuera, si nosotros lográramos hacer que la sociedad se concientizara de la importancia de lo que significa esta investigación, desarrollo tecnológico e innovación, o como le queramos llamar, entonces si se puede tener un desarrollo serio y formal en cuestión de ciencia, tecnología e innovación, porque de otra manera seguirá permitiéndose la creación de infinidad de instituciones de educación superior que tratamos de cubrir una pertinencia, que tratamos de cubrir una necesidad en el entorno, pero que al final de cuentas no dejan de ser eso, jóvenes preparados en una cierta especialidad, en donde sacamos los profesionistas pero que jamás van a poder luego hacer o desarrollar tecnología, por ejemplo. Entonces, yo creo que aquí es parte de esa falta de política de estado que no nos ha permitido tener un desarrollo más armónico en esto y por otro lado la propia sociedad. Como surge mucha de la investigación en el centro, particularmente en la UNAM, como bien se decía en otra intervención, la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con el posicionamiento de estas vacas sagradas, que al final de cuentas cuando llegaba uno de provincia a tratar de buscar el que le hicieran caso, entonces lo veían a uno como guerrillero, como radical, como alguien que al final de



cuentas, cómo este muchachito tonto me viene a enseñar lo que debemos de hacer si los que sabemos hacer somos nosotros y esto nos sucedió en química, en ingeniería, etc., en infinidad de áreas, que cada vez que quisimos ser competencia para el centro inmediatamente nos bloqueaban, claro eso ya ha ido cambiando ¿por qué? porque de alguna manera todos estos guerrilleros que llegamos al centro poco a poco nos fuimos introduciendo en comités clave y al final de cuentas eso permitió que hoy tengamos los posgrados que tenemos de excelencia y de grado internacional en provincia, cosa que si no se hubiera roto esa hegemonía de las vacas sagradas, jamás habiéramos logrado hacer nada. Entonces, es curiosa y complicada toda esta historia, pero yo creo que aquí lo más importante es qué queremos para el futuro, más que hacer un compendio o hacer una antología de lo que ha sucedido con respecto a la ciencia y la tecnología. Yo creo que aquí lo más importante es qué queremos en un futuro. Queremos un México diferente, queremos que la ciencia, la tecnología y la innovación sean la base fundamental de la competitividad de las empresas, que la ciencia, la tecnología y la innovación permitan este desarrollo armónico y este bienestar social de los mexicanos. Pues entonces, establezcamos hoy las bases para que las nuevas generaciones gocen de todo esto, porque de otra manera vamos a seguir hablando, hablando, hablando y generando mil y una cosas pero al final de cuentas lo que tenemos que hacer es que quien legisla esté convencido de la importancia de tener políticas de Estado muy claras en donde se va a integrar la educación superior, la ciencia, la tecnología y la innovación y aquí va el trancazo directo para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Yo creo que tendremos que sumar todo el esfuerzo para que en esta misma administración lográramos transformar el Consejo en una Secretaría de Estado que involucre educación superior, ciencia y tecnología, porque de otra manera van a seguir totalmente desarticuladas y por más que se diga que se puede fijar una política en un programa de la ciencia, la tecnología y la innovación, y por otro lado la educación superior, mientras no estén juntos no vamos a crecer, vamos a seguir estando totalmente desarticulados y el crecimiento no va a ser el que nosotros quisiéramos para México en base a la ciencia, la tecnología y la innovación. Pues esto es en lo que hay que trabajar más fuertemente.



INTERVENCIÓN 2

El gran daño que hizo a la misma España la dictadura franquista y que de rebote nos benefició a México cuando llegaron grandes científicos españoles a este país, hay una palabra aquí que no se ha discutido y que me parece clave. Se habla de la necesidad de darle mayor jerarquía al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y convertirlo en una secretaría de Estado, yo diría jerarquía y autonomía porque podemos tener una secretaría de Estado pero totalmente dependiente de los vaivenes políticos, y entonces vamos a lamentarnos que ahora sí es secretaría, ahora sí ya tiene presupuesto, pero sigue siendo maniatada por los intereses del gobierno en turno. Se habló también de Elí de Gortari que fue Rector de la Universidad Michoacana donde un servidor y otro de los participantes en esta reunión tenemos 32 años trabajando ahí y fuimos testigos cómo en este período de 63 a 66 el gobierno estuvo atacando todas las innovaciones curriculares, las carreras que introdujo Elí de Gortari, donde puso en práctica esto que ya se comentaba. Él lo llevó a la práctica en la Universidad Michoacana como un experimento progresista y novedoso en la época, y llegó y fue aplastado por el ejército. Entonces por eso yo quería que reflexionáramos también sobre este término de la autonomía, porque precisamente cuando hay intromisión, cuando hay intolerancia, cuando no se respeta esta autonomía, es cuando muchos de estos esfuerzos se vienen abajo. Esto es lo que yo quería introducir en la discusión, el concepto de la autonomía de las instituciones de educación superior de los centros de investigación y obviamente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En el presente, qué descartar y qué retener

Se determinó que lo que debe descartarse en el sistema es:

- La pésima calidad educativa.
- Las formas degradadas del sindicalismo del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación y de varias universidades.
- La normatividad actual del Sistema Nacional de Investigadores.
- La simulación en el sistema educativo.
- La mala distribución del financiamiento.
- La vinculación entre estímulo y reconocimiento.



Introducción al pensamiento sistémico

- La sectorización del sistema de ciencia, educación e investigación.
- Los recortes presupuestales que afecten a la ciencia y la tecnología.
- La creación de posgrados que no tienen futuro.
- La desvinculación del posgrado con la investigación.
- La ineficiencia terminal.
- El entender al sistema educativo como una forma de subsidiar problemas sociales.
- La simulación en la docencia y la investigación.
- Las actividades desvinculadas en la actividad académica.
- Las políticas que fomentan la falta de innovación.

Y que lo que debe retenerse es:

- El organismo auditor para garantizar la calidad de los programas.
- El examen de selección.
- El financiamiento público y la educación laica.

Para el futuro, qué crear

Lo que se consideró que deberá instaurarse es:

- Sistema educativo basado en la calidad de la educación básica. Acreditaciones, certificaciones y competencia.
- Sistema de educación superior con sustento jurídico para tener los mejores alumnos.
- Sistema activo de educación basado en el aprendizaje más que en la enseñanza y en el desarrollo de habilidades genéricas.
- Científicos comprometidos con la sociedad.
- Presupuesto multianual de las instituciones basado en resultados.
- Consejos de participación ciudadana o vinculación en las instituciones de educación superior y en los centros de investigación.
- La conciencia de la importancia de la vinculación.
- Sistema de intercambio de académicos y equipamiento para fortalecer los estudios de posgrado y la investigación.
- Programas de posgrado estratégicos.
- Redes de investigación por objetos de estudio que resuelvan los grandes problemas nacionales.
- Programas estratégicos de investigación nacional.



- Sistema de incentivos para lograr la vinculación de la oferta y la demanda de investigación.
- Estancias de estudiantes y profesores en las empresas.
- Sistema para la creación de líderes y expertos.
- Sistema de información que pueda medir el impacto en el desarrollo por la educación y la investigación.
- Que el objetivo fundamental de la investigación sea el resolver los problemas de la sociedad.
- Rediseñar los criterios del Sistema Nacional de Investigadores y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Obstáculos y formas de superarlos

En la tabla 1.2 se muestran los factores probables del entorno para 2015 con los obstáculos que se podrían presentar para allanarlos y las acciones para superarlos.

Tabla 1.2 Factores más probables del entorno, obstáculos y acciones

| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|--|---|---|
| Insuficiente cultura y desinterés social por la ciencia y la tecnología. | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de programas de difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología. • Presupuesto insuficiente para la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología. • Falta de capacitación en el personal dedicado a la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología. | <ul style="list-style-type: none"> • Crear y operar programas en todos los sectores para la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología. • Incrementar el presupuesto de conformidad a los programas y proyectos de ciencia y tecnología. • Crear y operar programas de formación y capacitación para las personas dedicadas a la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología. |





| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|---|---|--|
| <p>Insuficiente vinculación entre la academia, el sector productivo y los instrumentos de política para lograr que la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación se conviertan en una verdadera política de Estado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Burocratismo entre los sectores. • Desconocimiento de la utilidad de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. • Falta de normatividad y de su conocimiento para propiciar la vinculación entre los sectores. • Inadecuado nivel jerárquico y de gestión de las áreas de vinculación en las organizaciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Adecuado nivel jerárquico y personal con el perfil adecuado que propicie la vinculación entre organismos e instituciones. • Propiciar la difusión y análisis de casos de éxitos en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el país. • Crear la normatividad que permita la vinculación entre sectores. |
| <p>Falta de sinergias entre las instituciones de educación superior y los centros de investigación, así como la alineación con las problemáticas del entorno.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento entre instituciones de educación superior y centros de investigación y la realidad del entorno. • Intereses políticos diferentes entre las instituciones. • Normatividad incompatible entre instituciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Propiciar la vinculación entre instituciones y el conocimiento del entorno. • Eliminar criterios no científicos en la vinculación entre instituciones. • Creación y adecuación de la normatividad que propicie la vinculación y trabajo conjunto entre instituciones. |



| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|--|---|--|
| <p>Falta de posicionamiento estratégico y liderazgo en el desarrollo económico y social de las instituciones de educación superior e investigación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente integración de organismos e instituciones relacionadas con los sectores del desarrollo económico y social. • Falta de conocimientos e información insuficiente y consistente para integrar y aplicar planes estratégicos. • Falta de alineación de objetivos entre los organismos, dependencias e instituciones relacionados con cada una de las áreas del desarrollo. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar e implantar mecanismos de vinculación entre los organismos e instituciones relacionados con el desarrollo económico y social. • Formación y capacitación en la elaboración y puesta en práctica de planes estratégicos. • Alinear objetivos entre organismos y dependencias relacionados con cada una de las áreas del desarrollo. |
| <p>Desigualdades sociales, regionales y sectoriales que impiden que la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación se conviertan en un factor de desarrollo económico y social.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Centralismo en la toma de decisiones y aplicación de criterios diferentes para propiciar la igualdad de condiciones sociales, regionales y sectoriales. • Políticas inequitativas para la asignación de recursos financieros. • Distribución inadecuada de recursos humanos preparados para propiciar un desarrollo equitativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de políticas de descentralización y de criterios de toma de decisiones que propicien un desarrollo equilibrado y sustentable. • Diseño, mejora y aplicación de políticas equitativas para la asignación de recursos. • Formación de recursos humanos que propicie un desarrollo equitativo de la educación, ciencia, tecnología e innovación. |

En la tabla 1.3 están los factores deseables del entorno para 2015, con los obstáculos que podrían existir y las acciones para vencerlos.

Tabla 1.3 Factores deseables del entorno, obstáculos y acciones

| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|--|---|--|
| <p>Articulación entre los actores sociales para la ciencia, la tecnología y la innovación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de interés por la ciencia, la tecnología y la innovación. • Falta de incentivos. • Falta de comunicación de la oferta y demanda de capacidades y soluciones científicas y tecnológicas. • Intereses políticos, económicos o de grupo. | <ul style="list-style-type: none"> • Programa sistemático para crear una cultura científica. • Estrategias de comunicación efectivas. • Modificar los instrumentos directos e indirectos de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación. • Estrategias de comunicación efectivas para articular oferta y demanda. • Diseño de espacios para la interlocución, el diálogo y la concertación. |
| <p>Se cuenta con una cultura científica, tecnológica y para la innovación en la sociedad.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Percepción social de la ciencia, la tecnología y la innovación como algo inútil, difícil o secundario. • Limitada capacidad del sistema educativo formal para reforzar la formación científica. • Limitada participación de los medios de comunicación en la sensibilización sobre el tema. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar programas de formación docente y capacitación en servicio que subsanen las limitaciones de ese conjunto de actores educativos. • Generar contenidos innovadores para el aprendizaje de ciencias y la formación de cultura científica. • Desarrollo de productos de comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación atractivos para la lógica comercial de los propios medios. • Desarrollo de incentivos a la divulgación científica desde el sector privado. |



| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|---|--|---|
| <p>Disponibilidad y ejercicio de recursos económicos necesarios para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, concebidos como un factor estratégico para el desarrollo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de una estrategia de innovación propia de cada sector de actividad económica/sector público. • Limitada inversión privada en el desarrollo tecnológico y la innovación. • Limitada apreciación particularmente de los tomadores de decisión en las asignaciones presupuestales, respecto de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de agendas de innovación y bolsas presupuestales desde cada uno de los sectores. • Incrementar la función de gestión de CONACYT y los demás organismos intermedios del sistema. • Reorganización del sistema de estímulos al desarrollo tecnológico y la innovación a cargo del CONACYT para focalizar en áreas estratégicas. • Programa sistemático para crear una cultura científica, en este sector. |
| <p>Entendimiento general del proceso de innovación.</p> | | <p><i>Ídem factor 2</i></p> |
| <p>La definición y desarrollo de áreas estratégicas de largo alcance en las que México es líder internacional.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de definición de una posición nacional respecto de aquellos sectores considerados estratégicos. • Lógica neoliberal que deja al mercado la definición de lo prioritario y estratégico. | <ul style="list-style-type: none"> • Definir un plan de acción para lograr el liderazgo internacional en áreas estratégicas específicas. • Cambio del modelo de desarrollo económico para reforzar la rectoría del Estado. |





| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|--|--|--|
| <p>Se cuenta con políticas públicas federales, estatales y municipales debidamente articuladas, que fomentan y fortalecen el sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación con una visión estratégica que propicia el desarrollo social y económico regional y que permite la disminución de las asimetrías entre las regiones del país.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Las diferencias en capacidad local para definir y ejecutar su política y práctica de ciencia, tecnología e innovación. | <ul style="list-style-type: none"> Instrumentación de políticas diferenciadas para la construcción de capacidades de generación de conocimiento y de gestión del sistema local de ciencia, tecnología e innovación. Fomentar la participación social en la definición, abordaje y solución de sus problemas. |
| <p>Se operan mecanismos organizativos que propician la vinculación y articulación de los sistemas educativos y de ciencia, tecnología e innovación entre si y los sectores social, productivo y gubernamental.</p> | <p>Ídem factor 1</p> | <p>Ídem factor 1</p> |

| Factores del entorno | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|--|---|--|
| <p>Se cuenta con programas de formación de recursos humanos a través del posgrado y se realiza investigación, desarrollo tecnológico e innovación pertinente, en forma interdisciplinaria.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Carencia de mecanismos de evaluación y financiamiento para propuestas de carácter interdisciplinario y multisectorial. | <ul style="list-style-type: none"> • Se crean nuevos instrumentos de evaluación y financiamiento adecuados a esta necesidad. |
| <p>Opera un sistema de evaluación que mide con objetividad el impacto de la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo económico y bienestar social a nivel regional y nacional.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Complejidad del tema, entre otras razones por el horizonte temporal de sus impactos. • Carencia de instrumentos específicos y generalmente aceptados para medir este impacto. • Multiplicidad de actores con intereses frecuentemente divergentes o disímboles. | <ul style="list-style-type: none"> • Continuar el esfuerzo e invertir recursos para identificar los métodos, fuentes de información y procesamiento necesarios. |
| <p>La colaboración interinstitucional induce la transformación cultural para considerar a la educación, la ciencia y la tecnología como factores indispensables en el desarrollo social y económico del país y sus regiones.</p> | <p><i>Ídem</i> factor 2</p> | <p><i>Ídem</i> factor 2</p> |



En la tabla 1.4 se muestran los aspectos del sistema que deben descartarse y las acciones para llevarlo a cabo.

Tabla 1.4 Aspectos por descartar y acciones para eliminarlos

| Aspectos del sistema | Acciones |
|--|--|
| La pésima calidad educativa. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a profesores de educación básica e intermedia en aspectos científicos y tecnológicos. • Enseñar a leer y escribir a los profesores y a los alumnos. • Que los alumnos de licenciatura pasen del nivel de memorización al de análisis, síntesis y crítica. • Modelo educativo proactivo centrado en el estudiante. • Comprimir los currículos. • Utilizar ejemplos reales en la enseñanza (casos). |
| Las formas degradadas del sindicalismo del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación y de varias universidades. | <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar la esencia del sindicalismo. |
| La normatividad actual del Sistema Nacional de Investigadores. | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en la normatividad el reconocimiento de actividades que impacten el desarrollo económico y el bienestar social. |
| La simulación en el sistema educativo. La mala distribución del financiamiento. La vinculación entre estímulo y reconocimiento. La sectorización del sistema de ciencia, educación e investigación. Los recortes presupuestales que afecten a la ciencia y la tecnología. La creación de posgrados que no tienen futuro. La desvinculación del posgrado con la investigación. La ineficiencia terminal. El entender al sistema educativo como una forma de subsidiar problemas sociales. La simulación en la docencia y la investigación. Las actividades desvinculadas en la actividad académica. | <ul style="list-style-type: none"> • Dejar solo los posgrados que demande el mercado y los estratégicos para el país, región o estado. • Recobrar la importancia de las regiones. Optimización de recursos materiales y humanos. • Incrementar la movilidad. • Incorporar una materia optativa a nivel posgrado sobre elaboración de Planes de Negocio con un enfoque multidisciplinario. • Incorporar en posgrados el método del caso. |
| Las políticas que fomentan la falta de innovación. | <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar profesionales en mercadotecnia científica y tecnológica. |



En la tabla 1.5 están los aspectos por retener en el sistema, los obstáculos que se pueden presentar y las acciones para salvar dichos obstáculos.

Tabla 1.5 Aspectos por retener, obstáculos y acciones

| Aspectos del sistema | Obstáculos | Acciones para superar los obstáculos |
|---|---|---|
| El organismo auditor para garantizar la calidad de los programas. | <ul style="list-style-type: none"> • Que haya oposición al proceso de evaluación. | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer objetivos claros que estén dentro del plan estratégico para el desarrollo de la evaluación de la educación, la ciencia y la tecnología. • Establecer estrategias vinculadas con proyectos para el fortalecimiento del plan estratégico. • Establecer los recursos para cada proyecto de acuerdo a las metas para el mediano plazo. • Fortalecer o crear instancias que den seguimiento al uso de la información de ciencia y tecnología para que los recursos lleguen a las actividades precisamente planeadas. |
| El examen de selección. | <ul style="list-style-type: none"> • Oposición a que se apliquen exámenes de ingreso. | <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la permanencia del alumno en la institución de educación superior donde fue aceptado. • Garantizar la eficiencia de las instituciones de educación superior. • Optimizar los recursos asignados para el cumplimiento de sus funciones. • Aplicar exámenes de admisión como medida de sustentar la calidad de los programas educativos. |
| El financiamiento público y la educación laica. | <ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento insuficiente para desarrollar las funciones sustantivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la calidad educativa y la infraestructura para enfrentar a la competencia. • Fortalecer un programa de seguimiento y evaluación para garantizar una mejor formación profesional. • Dar cumplimiento a las tareas asignadas en las funciones que tienen que desarrollar las instituciones de educación superior. |



En la tabla 1.6 puede observarse lo que el grupo consideró que debe crearse en el sistema y los obstáculos que se pueden presentar para ello.

Tabla 1.6 Aspectos por crear y obstáculos

| Aspectos del sistema | Obstáculos |
|--|---|
| <p>Sistema educativo basado en la calidad de la educación básica. Acreditaciones, certificaciones y competencia.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Escasa participación de padres de familia. • Falta de motivación y compromiso de los profesores. • Contenidos educativos. • Métodos de enseñanza- evaluación. • Falta de infraestructura. • Pobreza y desnutrición. • Medios de comunicación (T.V.) • Violencia. • Crisis de valores. • Ausencia de un sistema de acreditaciones. • Falta definición clara de las competencias. |
| <p>Sistema de educación superior con sustento jurídico para tener los mejores alumnos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de criterios de calidad para clasificar las instituciones de educación superior y sus niveles de calidad. • Heterogeneidad de los marcos jurídicos de las instituciones de educación superior e incumplimiento de los mismos. • Criterios de autonomía que se confunden con extraterritorialidad. • Falta de transparencia y rendición de cuentas. • Falta de sanciones ante el incumplimiento de leyes, reglamentos y normas institucionales. • Falta de planeación en la oferta educativa. |
| <p>Sistema activo de educación basado en el aprendizaje más que en la enseñanza y en el desarrollo de habilidades genéricas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Profesores que se resisten a las innovaciones pedagógicas. • Carencia de una formación docente de los profesores. • Falta de infraestructura para operar innovaciones pedagógicas. • Inercia de los alumnos para no participar activamente en su formación. • Falta vinculación entre teoría y práctica educativa. • Falta de métodos de evaluación del aprendizaje. • Falta de conocimiento teórico y metodológico de los diferentes paradigmas del aprendizaje. |



| Aspectos del sistema | Obstáculos |
|--|--|
| Científicos comprometidos con la sociedad. | <ul style="list-style-type: none"> • Criterios de la productividad científica sesgados al individualismo. • Desconocimiento social de la labor del científico-investigador. • Falta de estímulos institucionales para que el profesor investigador se vincule con los problemas sociales. • Falta de orientación estratégica para diseñar investigación de alto impacto social. |
| Presupuesto multianual de las instituciones de educación superior basado en resultados. | <ul style="list-style-type: none"> • La ley de presupuestos y gasto público tiene criterios anuales sujetos a negociaciones políticas. • Falta de un sistema de evaluación de resultados. • Volatilidad de los ingresos públicos y cambios en los criterios para priorizar el gasto público. |
| Consejos de participación ciudadana o vinculación de las instituciones de educación superior con los centros de investigación. | <ul style="list-style-type: none"> • La sociedad considera que la educación, la investigación y el desarrollo es cosa del gobierno. • Hay una falsa idea de que los investigadores locales no tienen la capacidad de resolver los problemas de su entorno. • Preferencia por “soluciones” que vengan del “centro” o de “afuera”. |
| La conciencia de la importancia de la vinculación. | <ul style="list-style-type: none"> • Dificultades para el trabajo en equipo. • Falta de compromisos claros, metas concretas y evaluación de los resultados de la vinculación. • Cambios de personal que dificulta la continuidad de la vinculación. • Falta de estímulos institucionales para que los investigadores se vinculen con su entorno. • Falta de incentivos para la vinculación. |



| Aspectos del sistema | Obstáculos |
|---|--|
| <p>Sistema de intercambio de académicos y equipamiento para fortalecer los estudios de posgrado y la investigación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de un marco jurídico que permita y propicie la movilidad profesional de alumnos, profesores e investigadores. • Heterogeneidad de los niveles salariales de las instituciones de educación superior. • Criterios de revalidación de materias, títulos y grados poco flexibles. • Criterios patrimonialistas que impiden el compartir, trasladar, donar equipo y materiales en las instituciones de educación superior. • Desconfianza y corrupción que no hacen eficiente el compartir equipo, mobiliario e incluso información. |
| <p>Programas de posgrado estratégicos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Obsolescencia del sistema de universidades organizadas por disciplinas. • Falta de visiones transdisciplinarias para identificar objetos de estudio y problemas estratégicos que trascienden una disciplina. • Falta de estudios para identificar la demanda social de los posgrados. • Burocratismo para innovar posgrados. • Falta de pertinencia y actualidad de los posgrados. |
| <p>Redes de investigación por objetos de estudio que resuelvan los grandes problemas nacionales.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Organización de las instituciones de educación superior por facultades unidisciplinarias, estancos y feudos académicos. • Falta de apoyo estímulo institucional para la creación, fortalecimiento y consolidación de las redes de investigación. • Falta de medios de publicación, difusión e intercambio de experiencias de investigación en temas multidisciplinarios. |
| <p>Programas estratégicos de investigación nacional.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Atomización de la investigación en la institución de educación superior. • Carencia de redes de investigación en temas afines. • Visión cortoplacista y localista de la investigación. • Falta impulsar al financiamiento para proyectos de cobertura nacional. • Falta cultura de trabajo en equipo. |



| Aspectos del sistema | Obstáculos |
|---|--|
| Sistema de incentivos para lograr la vinculación de la oferta y la demanda de investigación. | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de un canal de comunicación compartido por todos los actores demandantes y oferentes. de investigación científica. • Falta de estímulos para que los investigadores se adapten a las necesidades de la sociedad y las empresas demandantes. • Desconfianza de los empresarios nacionales ante la experiencia y capacidad de resolución de los problemas de los investigadores. |
| Estancias de estudiantes y profesores en las empresas. | <ul style="list-style-type: none"> • Desconfianza mutua entre ciertos sectores académicos y ciertos sectores empresariales sobre todo en ciencias sociales. • Falta de estímulos de las empresas hacia estudiantes que desean trabajar con ellas. • Falta de una reglamentación que propicie este tipo de intercambios. |
| Sistema para la creación de líderes y expertos. | |
| Sistema de información que pueda medir el impacto en el desarrollo por la educación y la investigación. | <ul style="list-style-type: none"> • No existen indicadores homogéneos y cuantitativos que permitan medir los impactos. • Falta de continuidad en la elaboración de indicadores que midan educación, ciencia y tecnología. • Criterios heterogéneos para medir los logros y avances en ciencia y tecnología. |
| Que el objetivo fundamental de la investigación sea el resolver los problemas de la sociedad. | <ul style="list-style-type: none"> • Propensión a realizar investigaciones individuales que responden más a los intereses personales del investigador. • Falta de trabajo en equipo. • Falta de estímulos para vincularse con los problemas sociales. • Falta de una cultura que le dé importancia a la ciencia y a la tecnología. |
| Rediseñar los criterios del Sistema Nacional de Investigadores y del CONACYT. | <ul style="list-style-type: none"> • Sesgo hacia la parte académica y no de la innovación, y la vinculación. • Resistencia de los cuerpos académicos al cambio. • Problemas para la medición, evaluación y seguimiento de las nuevas áreas y criterios. |



Objetivos deseables y factibles para 2020

Dichos objetivos son:

- Mejorar la calidad del sistema educativo desde la instrucción básica hasta el posgrado.
- Incrementar la vinculación entre la academia, gobierno, sector empresarial y sociedad.
- Incrementar la participación de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores para el desarrollo de los municipios, estados, regiones y país.
- Incrementar la competitividad de México con respecto al contexto internacional.
- Garantizar el cumplimiento de las políticas públicas en investigación, desarrollo tecnológico e innovación.
- Mejorar y aplicar políticas públicas articuladas que fomenten y fortalezcan los sistemas de educación e investigación, desarrollo tecnológico e innovación.
- Operar eficaz y eficientemente modelos organizativos para alcanzar la vinculación y articulación de los sistemas educativo, científico, tecnológico e innovación con los sectores social, productivo y gubernamental.
- Ofrecer programas de posgrado y desarrollar investigación, desarrollo tecnológico e innovación pertinentes con una visión integral en áreas estratégicas nacionales y regionales.
- Aplicar un sistema objetivo de evaluación de la educación, investigación, desarrollo tecnológico e innovación, que considere además de la calidad el impacto en el desarrollo económico y bienestar social.
- Propiciar la transformación cultural de la sociedad mexicana para que considere a la educación, la ciencia y la tecnología como elementos fundamentales en el desarrollo de la misma.
- Implantar un sistema educativo integral basado en la calidad.
- Instrumentar un sistema de vinculación entre los generadores y usuarios del conocimiento.



- Alcanzar una efectiva articulación entre los investigadores, tecnólogos y sus instituciones a favor del aprovechamiento óptimo de capacidades y aptitudes.
- Lograr que la sociedad asuma como propios los principios científicos y tecnológicos, y los valore como factores de bienestar social.
- Rediseñar los sistemas de estímulos y reconocimiento a la labor científica y tecnológica que permitan premiar la efectividad tanto de la generación como de la aplicación y valorización de conocimiento a favor del desarrollo de la sociedad.
- Incrementar los recursos públicos y privados que permitan el financiamiento necesario y suficiente de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.
- Crear programas de posgrado e investigación estratégicos orientados a la solución de problemas nacionales y a fortalecer opciones de desarrollo.
- Disponer de una política de Estado en materia de ciencia, tecnología e innovación.

Estructura del libro

Este libro está compuesto por cinco capítulos. En este capítulo se vio cómo conceptualizar los sistemas, pero una parte muy importante consiste en la generación de opciones de solución tanto para la solución de problemas, como para mejorar los procesos que están funcionando bien. Para dicha generación de opciones es fundamental un proceso creativo serio, el cual se ve en el capítulo 2. En el capítulo 3 se presentan algunas técnicas de creatividad, en el 4 se establece el proceso de solución de problemas inventivos mediante TRIZ y en el capítulo 5 se presentan los conceptos de innovación e inteligencia, presentando sugerencias para conseguir innovaciones importantes, además se aplican algunos de los conceptos de los capítulos anteriores sobre la ingeniería en México.



Ejercicios

- 1.1 Dé cinco ejemplos de sistemas.
- 1.2 Determine las propiedades emergentes de los sistemas que definió en el ejercicio anterior.
- 1.3 Establezca la estructura de cada uno de los sistemas del ejercicio
- 1.4 Elabore un ejemplo donde se dé el arquetipo compensación entre proceso y demora.
- 1.5 Proporcione un ejemplo donde se dé el arquetipo límites del crecimiento.
- 1.6 Suministre un ejemplo donde se dé el arquetipo erosión de metas.
- 1.7 Aporte un ejemplo donde se dé el arquetipo éxito para quien tiene éxito.
- 1.8 Ofrezca un ejemplo donde se dé el arquetipo soluciones rápidas que fallan.
- 1.9 Para los cinco ejemplos anteriores elabore su diagrama causal.
- 1.10 Elabore el diagrama de causa, requerimiento y eliminación, así como el ámbito de flujo de los ejemplos elaborados en los ejercicios 1.4 a 1.8

Resumen

Un sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí y con el medio circundante.

Los sistemas tienen cuatro características importantes: propiedades emergentes, si se descompone en sus partes no es posible entender su funcionamiento, estabilidad y efectos secundarios.

El pensamiento sistémico permite: prever, modificar creencias, disminuir el esfuerzo para resolver problemas, comprender la estructura de un sistema, crear y dirigir equipos.

Las leyes de dicho pensamiento son: los problemas de hoy derivan de las soluciones de ayer, cuanto más presionamos más presiona el sistema, la conducta mejora antes de empeorar, el camino fácil lleva al mismo lugar, el remedio puede ser peor que la enfermedad, lo más rápido es lo más lento, la causa y el efecto no están próximos en el tiempo y el espacio, existen zonas neurálgicas, se pueden alcanzar dos metas aparentemente contradictorias, dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños y no hay culpables.



La realimentación es la transmisión y regreso de la información. Ésta se expresa por medio de circuitos que pueden ser de refuerzo o de compensación. El comportamiento de un circuito de realimentación reforzador siempre es ascendente o descendente, en cambio, el de un circuito de realimentación compensador puede oscilar tendiendo al equilibrio.

Un concepto muy importante es la idea que ciertos patrones estructurales son recurrentes, a los que se les conoce como arquetipos sistémicos y constituyen la clave para aprender a ver estructuras en nuestra vida personal y laboral. Se describieron los cinco arquetipos sistémicos siguientes: compensación entre proceso y demora, límites del crecimiento, erosión de metas, éxito para quien tiene éxito, y soluciones rápidas que fallan.

El pensamiento sistémico es una disciplina y al aplicarlo se tienen otras cuatro: maestría personal, visión compartida, modelos mentales y aprendizaje en equipo.

Se mostró cómo elaborar tres tipos de diagramas: causales; de causa, requerimiento y eliminación; y ámbitos de flujo.

Se presentó cómo planear y dirigir una reunión de búsqueda.

Páginas WEB recomendadas

Lambent

<http://www.lambent.com> Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

Arquetipos sistémicos. Una forma de verlos

<https://ingeniosistemico.wordpress.com/2012/09/16/arquetipos-sistemicos-una-forma-de-verlos/>

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

Future Search - The Method - What is Future Search?

www.futuresearch.net/method/whatis/

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

What is a Search Conference

www.worldtrans.org/qual/searchconf.html

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.



Search Conference is a compelling strategic visioning ...

www.vaughanconsulting.com/searchconference.html

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

The Search Conference: a compact and robust method for ...

www.positivefuturesguide.com/free/searchbasic.html

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

Search Conference - Mycoted

https://www.mycoted.com/Search_Conference

Fecha de recuperación: 3 de marzo de 2016.

Videos WEB

Qué es y cómo dar un buen Feedback - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=ZOiyq7xaYDM>

Conferencia Dr. Peter Senge Ciudad de México. - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=fB6p3hLXkkc>

Peter Senge Introduction to Systems Thinking - YouTube

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

La Quinta Disciplina - Peter Senge - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=UBt2kBZwcJ8>

LA "QUINTA DISCIPLINA" DE PETER SEN - YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=mhLT_o3K76A

Peter Senge: "Systems Thinking for a Better World" - Aalto ...

<https://www.youtube.com/watch?v=0QtQqZ6Q5-o>

How do you define a learning organization? by Peter Senge ...

<https://www.youtube.com/watch?v=vc2ruCErTok>



Peter Senge: Systems Thinking and The Gap Between ...

https://www.youtube.com/watch?v=_PFo7zdiw34

Peter Senge Presentation - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=GE5lviCN7gA>

Introduction to System Dynamics: Overview - YouTube

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

System Dynamics Tutorial 1 - Introduction to Dynamic ...

<https://www.youtube.com/watch?v=ybGbPeiXLe4>

Introduction to System Dynamics - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=iwrni8BvrbY>

Introduction to System Dynamics – Session 1: Causal Loop ...

<https://www.youtube.com/watch?v=V3pPQk50pc8>

Systems Dynamics and Control: Module 2 - Introduction to ...

<https://www.youtube.com/watch?v=vwso-xHLNGc>

System Dynamics and Control: Module 4 - Modeling ...

<https://www.youtube.com/watch?v=MN3RJWcJKnk>

Introduction to System Dynamics #8: Building a Simulation ...

https://www.youtube.com/watch?v=CfNtckLrB_Q

Videos « System Dynamics Society

www.systemdynamics.org/videos/



Referencias bibliográficas

De Bono Edward (1996) *Lógica fluida. La alternativa a la lógica tradicional*. Editorial Paidós Mexicana S.A. México.

Emery Merrelyn (1993) *Participative Design for Participative Democracy*, Centre for Continuing Education, Australian National University.

McDermott Ian y O'Connor Joseph (1996) *PNL para la salud*. Ediciones Urano, España.

O'Connor Joseph y McDermott Ian (1998) *Introducción al pensamiento sistémico*. Ediciones Urano, España.

Richardson George P and Pugh III Alexander L (1981) *Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.

Senge Peter (2012) *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Ediciones Granica, Argentina.

Senge Peter, Roberts Charlotte, Ross Richard, Smith Bryan y Kleiner Art (2010) *La quinta disciplina en la práctica: estrategias y herramientas para construir la organización abierta al aprendizaje*. Ediciones Granica, Argentina.

Terninko John, Zusman Alla and Zlotin Boris (1998) *Systematic Innovation. An Introduction to TRIZ*, CRC Press LLC, USA.



Capítulo

2

INTRODUCCIÓN A LA CREATIVIDAD

“Todas las personas se han topado con la clase de problema que parece imposible de resolver hasta que de repente se revela una solución sorprendentemente simple. Una vez que se piensa en ella, parece tan obvia que no se puede entender por qué fue tan difícil descubrirla.”

Edward De Bono

Conteste las preguntas siguientes

- ¿La creatividad es algo innato o se trata de una capacidad que puede desarrollarse?
- ¿Qué aspectos pueden influir en el desarrollo de la creatividad?
- ¿Existen principios que permiten generar ideas?
- ¿Cuáles son esos principios?
- ¿Cuáles son algunas técnicas para resolver creativamente los problemas?

El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de

- Analizar los diferentes aspectos que pueden influir en el desarrollo de la creatividad, así como los antecedentes de esta.
- Identificar aquellos factores que evitan que las personas sean creativas y determinar las acciones para contrarrestarlos.
- Aplicar los principios para construir las habilidades y actitudes de pensamiento creativo para la generación de ideas.

Importancia de la creatividad y la innovación para la persona, el profesionalista y la humanidad



La bonanza de los países depende de sus sistemas educativos, de sus ingenieros, científicos e innovadores. Los países más desarrollados son los que hacen que evolucionen las mejores mentes de sus ciudadanos y en consecuencia producen y exportan productos con mayor valor agregado.

Alcaraz (1991) en su libro *La creatividad en la ingeniería* pregunta ¿por qué debemos ser creativos?, y contesta mencionando que una de las razones más importantes es el cambio. El mundo, la tecnología, el crecimiento poblacional, el cambio climático, todo está cambiando constantemente. Podemos concluir que lo único que permanece es el cambio, con cambios muy rápidos, donde las soluciones de ayer ya no sirven para resolver los problemas actuales y se requiere de un pensamiento más constructivo, creativo y eficaz.

Es preferible generar muchas ideas para poder seleccionar las mejores aunque algunas estén equivocadas, que tener siempre la razón aunque no se produzca ninguna idea ni ningún diseño nuevo.

De Bono (1986) establece que la capacidad de la mente para generar nuevas ideas y formas de enfocar las cosas es la base del progreso y que las ideas nuevas constituyen el motor de la ciencia, la tecnología, el arte, la organización política, hablando en gran escala, y la organización de la felicidad personal, hablando en menor escala.

Asimismo, Oppenheimer (2015) menciona que hoy en día, la prosperidad de los países depende cada vez menos de sus recursos naturales y cada vez más de sus sistemas educativos, sus científicos y sus innovadores y que los países más exitosos no son los que tienen más petróleo, o más reservas de agua, o más minerales preciosos, sino los que desarrollan las mejores mentes y exportan productos con mayor valor agregado. También comenta que Diamandis y Kotler afirman que la humanidad está entrando ahora en un periodo de transformación radical, en el que la tecnología tiene el potencial de mejorar sustancialmente los niveles de vida promedio de cada hombre, mujer y niño en el planeta y que dentro de una generación seremos capaces de darles bienes y servicios, que en el pasado estaban reservados para unos pocos ricos, a todos los que los necesiten o los deseen. Obviamente el que exista el potencial no precisamente determina que ello vaya a ocurrir.

Por otra parte, como menciona De Bono (1994) los fundamentos del pensamiento empresarial son: la eficiencia en el capital, el personal, los recursos y la energía; la resolución de problemas; y el análisis de la información y de la competencia. Actualmente, estos fundamentos son necesarios para que la empresa sobreviva y progrese, pero no son suficientes. Por ejemplo, además de pensar en solucionar los problemas hay que tener un pensamiento creativo y constructivo sobre puntos que no son problemas que se pueden cambiar o mejorar. Asimismo, lo que va bien es debido a una combinación de las condiciones del mercado y de lo que hacemos, de manera que aplicando el pensamiento creativo podremos beneficiarnos aún más.



Antecedentes históricos

Temple (1987) describe inventos y descubrimientos en China sobre agricultura, astronomía y cartografía, ingeniería, tecnología doméstica e industrial, medicina y salud, matemáticas, ciencias físicas, transporte, exploración, sonido, música y guerra. Mencionaremos brevemente nueve de dichos inventos y descubrimientos en ingeniería, para después continuar con los del mundo occidental.

1. Los chinos conocían la técnica para la **fundición del hierro** mediante altos hornos al menos desde el siglo IV a. C. Poseían buenas arcillas refractarias para la construcción de las paredes de los altos hornos y además sabían reducir la temperatura de fusión del hierro, para lo cual, añadían una sustancia que ellos llamaban “tierra negra” que contenía un elevado porcentaje de fosfato de hierro. Si se le añade hasta un seis por ciento de fósforo a una mezcla de hierro, el punto de fusión se reduce pasando de 1130 °C a 950 °C. Esta técnica se empleó hasta el siglo VI d. C., fecha en que empezaron a construirse altos hornos que no la necesitaban.

El hierro fundido permitía la fabricación de cacerolas y sartenes de paredes muy delgadas. Una de las consecuencias de gran trascendencia fue que pudo producirse sal a escala masiva mediante la evaporación de salmuera, proceso que solo puede realizarse en recipientes de paredes muy delgadas. Al mismo tiempo, los chinos explotaron el gas natural mediante perforaciones a gran profundidad, con el fin de obtener la energía que desprende el gas al quemarse y aplicarla a la evaporación de las enormes cantidades de salmuera necesarias para la gigantesca industria de la sal. Las industrias de la sal y el gas no hubieran existido sin la del hierro fundido.

En el siglo III a. C. los chinos descubrieron un procedimiento para fabricar hierro fundido maleable mediante el temple, manteniéndolo a temperatura elevada durante una semana aproximadamente. Así no se quiebra ni se rompe al recibir un golpe fuerte. El hierro fundido posee casi la misma elasticidad que el forjado, pero es mucho más resistente y sólido, casi tanto como el acero.



2. El uso del **fuelle de pistón de efecto doble** estaba ya muy extendido en el siglo IV a. C. Este fuelle es una bomba para aire o fluidos que permite expeler una corriente continua. Poder producir ráfagas continuas de aire es un factor crucial que proporcionó a los chinos detentar la superioridad en el terreno de la metalurgia durante muchos siglos. En la figura 2.1 se muestra el funcionamiento de dicho fuelle.

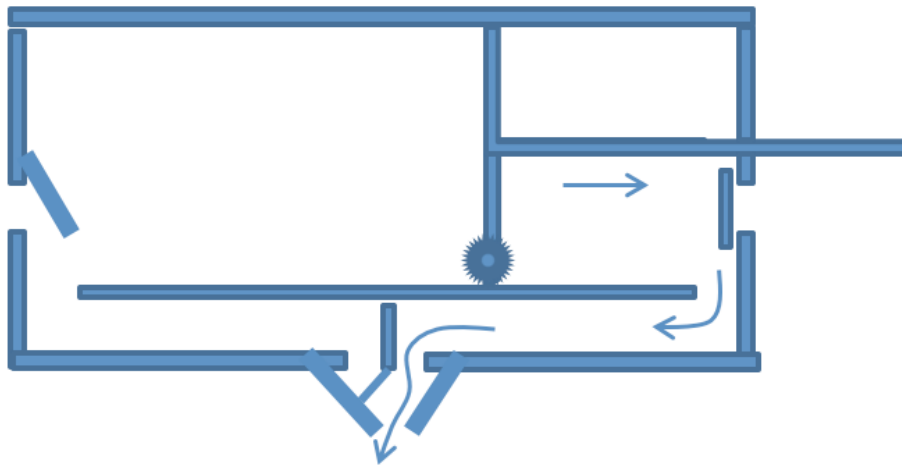


Figura 2.1 Diagrama del fuelle de pistón de efecto doble

Como puede observarse en el diagrama en el momento que se saca el pistón a la derecha se cierra la puerta que permite la entrada de aire en el extremo derecho y se comprime este aire obligándolo a salir por la boca del fondo. Cuando el pistón se envía a la izquierda, el aire se comprime ahora en la cámara de la izquierda y sale por la boca de abajo una vez más. El fuelle es de doble efecto, tanto si el pistón entra o sale comprime el aire cada vez en una cámara, de manera que sale continuamente por la boca. En la boca se tiene una puerta batiente que permite que salga el aire y no regrese a ninguna de las cámaras. Alrededor del pistón se colocan plumas o trozos de papel blando con la finalidad de que quede hermético y lubricado.



3. La **manivela** (se encaja un palo en una rueda y se la hace girar) fue inventada por los chinos en el siglo II a. C.
4. La **suspensión Cardán** lleva este nombre en honor de Girolamo Cardano que publicó un libro en 1550 donde la describe, pero ni inventó el aparato ni se adjudicó su invención. Este aparato fue inventado en China en el siglo II a. C. En él está basado el giróscopo moderno, al que deben su existencia la navegación y los pilotos automáticos de la aviación actual. La idea básica de la suspensión Cardán es la unión de una serie de anillos que van unos dentro de otros en dos puntos opuestos, lo que les permite girar libremente. Por este motivo, si en el centro se coloca erguido un objeto pesado, mantendrá siempre la misma posición. En el siglo XVIII los marinos chinos utilizaban una brújula montada mediante suspensión Cardán, pues la brújula magnética de un barco sujeta con este sistema no sufre las perturbaciones que producen las olas.

Robert Hooke, científico inglés del siglo XVII, y otros adoptaron el principio de una forma nueva, aplicando fuerza desde el exterior en lugar de estabilizar un elemento central en el interior, lo que dio origen a la junta Cardán, que a su vez desembocó en la transmisión de potencia automotora en los vehículos a motor actuales.

5. Los chinos en el siglo II a. C fueron los primeros en fabricar **acero** a partir del hierro fundido. El hierro una vez fundido y transformado en lingotes contiene cierto porcentaje de carbono que determina que el metal sea hierro fundido o acero. El hierro fundido es quebradizo porque contiene una elevada proporción de carbono. Si se elimina una gran cantidad de carbono se obtiene acero; si se quita casi todo, se consigue hierro forjado. Los chinos empleaban mucho este último material sobre todo en la construcción de puentes y acueductos grandes.
6. Uno de los inventos de mayor utilidad que se ha extendido por todo el mundo es la **noria de cangilones cuadrados**, inventada en China en el siglo I d. C. Las norias se utilizaron en obras de ingeniería



civil, en drenajes y también en la irrigación y el abastecimiento de agua potable. En 1221, fecha en que unos viajeros chinos introdujeron estos aparatos en el Turkestán, los habitantes de dicho país exclamaron encantados: “¡Que listos sois los chinos para todo!”.

7. Pocas construcciones parecen tan típicas del mundo moderno y de sus logros en el terreno de la ingeniería como el **punte colgante**, inventado en China en el siglo I d. C.
8. Un avance conceptual decisivo se tuvo cuando un ingeniero chino determinó que un arco no tiene que ser necesariamente un semicírculo. Podían construirse puentes basados no en el arco semicircular tradicional, sino en lo que se denomina **arco rebajado**. Este avance tuvo lugar en China, en el siglo VII d. C. La idea fue concebida por Li Ch'un, fundador de una escuela de ingeniería cuya influencia se prolongó muchos años. El primer gran puente que se construyó, en 1610, se conserva intacto y se sigue utilizando en la actualidad, está sobre el río Chiao Shui, es llamado el Gran Puente de Piedra, mostrado en la figura 2.2.



Figura 2.2 El Gran Puente de Piedra

9. En el siglo XI d. C. el puente P'u Chin, que cruza el río Amarillo, quedó destruido por una avenida repentina. Este puente estaba formado por una serie de barcas flotantes unidas firmemente por una



cadena de hierro forjado. Los extremos de la cadena iban sujetos a ocho estatuas enormes de hierro fundido en forma de bueyes acostados y situados en la arena de las orillas.

Cuando el agua arrastró el puente los bueyes cayeron al río y se hundieron a gran profundidad. Los funcionarios emitieron una proclama solicitando ideas para rescatarlos, petición a la que contestó el monje Huai-Ping.

Siguiendo sus instrucciones se llenaron de tierra dos barcas grandes y unos buzos sujetaron los bueyes a las barcas mediante cables. Después sacaron la tierra de las barcas poco a poco, gracias a lo cual se elevaron cada vez más. Todos vieron que con la fuerza ascensional creada con este sistema, los bueyes ascendían. Después condujeron las barcas hacia la orilla y a partir de este momento la operación de rescate fue muy sencilla.

Se cree que fue esta la primera vez en la historia en la que se emplearon técnicas de fuerza de flotación ascensional en una operación de rescate submarino.

Continuamos ahora con inventos y descubrimientos en Occidente.

Iniciamos con los **sistemas de realimentación**, fundamentales en ingeniería. O'Connor y McDermott (1998) mencionan que el primer sistema de realimentación fue inventado por un griego llamado Ktesibios, que vivió en Alejandría durante el siglo III a. C., a quien se le atribuyen diversos inventos, entre los que destaca un reloj de agua con un depósito autorregulable que se muestra en la figura 2.3. El mecanismo se accionaba mediante un flujo constante de agua a una velocidad regular. Como el agua fluía a través de una válvula flotante en forma de cono, a medida que aumentaba el nivel de agua, el cono era empujado hacia arriba hasta el embudo que dejaba entrar el agua y lo bloqueaba parcialmente. De este modo, el flujo disminuía y bajaba el nivel de agua; en consecuencia la válvula caía y volvía a entrar más agua, haciendo que la salida fuese un flujo constante. Como puede observarse en la figura al irse llenando el recipiente inferior se va elevando el marcador que señala las horas desde la una hasta las doce.



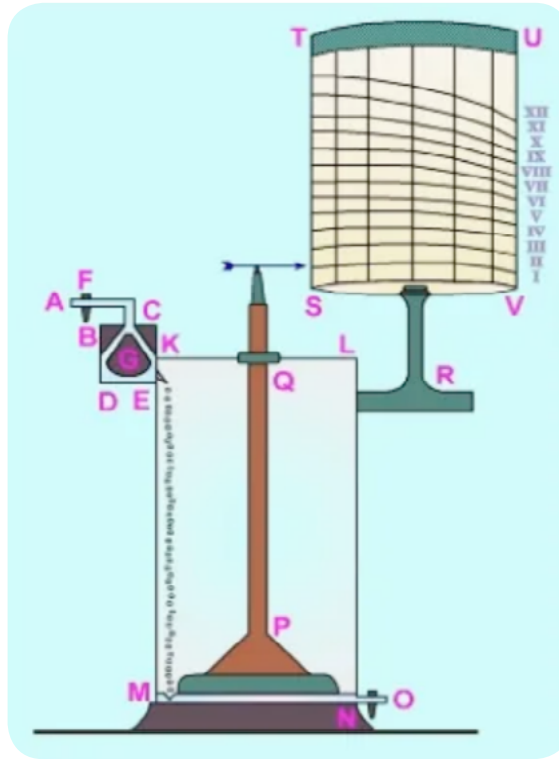


Figura 2.3 Reloj de Ktesibios

Gelb (1999) da un atisbo de los logros más notables de Leonardo da Vinci, quien nació en 1452 y murió en 1519, en los campos del arte, la invención, la ingeniería militar y la ciencia. Escribe que Leonardo fue el primer artista occidental en hacer del paisaje el tema principal de su pintura. Fue pionero en el uso de los óleos y en su aplicación de la perspectiva, del claroscuro, del contraposto, del sfumato y de muchos otros métodos innovadores e influyentes.

La *Mona Lisa* y *La última cena* son aquilatadas mundialmente como dos de las más grandes pinturas, pero Leonardo también hizo otras extraordinarias como *La Virgen de las rocas*, *La Virgen y el Niño con Santa Ana*, *La adoración de los magos*, *San Juan Bautista* y *el Retrato de Ginebra Benci*.

Además de las pinturas, sus dibujos son estupendos y también fue famoso como arquitecto y escultor. Hizo los planos de una máquina voladora, de un helicóptero, de un paracaídas, de la escalera de extensión, un aparato de cambios de tres velocidades, una máquina para cortar los hilos de las hélices, una bicicleta, una llave inglesa ajustable, un esnórquel, un gato hi-



dráulico, el primer escenario giratorio del mundo, esclusas para un sistema de canales, una rueda hidráulica horizontal, muebles plegables, una prensa para aceitunas, una serie de instrumentos musicales automáticos, un reloj de alarma accionado con agua, un asiento terapéutico de brazos y una draga para limpiar. Diseñó miles de máquinas que ahorraban trabajo y aumentaban la productividad, como los telares automáticos.

Asimismo ideó armas que serían empleadas cuatrocientos años después, como el tanque blindado, la ametralladora, el misil dirigido y el submarino.

Fue el primero en dibujar partes del cuerpo en sección transversal y en hacer moldes del cerebro y de los ventrículos del corazón, dibujó las representaciones más detalladas y completas de humanos y caballos, y llevó a cabo estudios científicos sobre el niño en el vientre.

Describió la atracción gravitacional de la Tierra sobre ciertas plantas y la atracción de las plantas hacia el Sol. Descubrió que la edad de un árbol corresponde al número de anillos de la sección transversal de su tronco, documentó el fenómeno de la erosión del suelo.

400 años antes de Darwin, Leonardo escribió: “el hombre no se diferencia de los animales excepto en lo que es accidental”; 200 años antes de Newton anotó: “todo peso tiende a caer hacia el centro por la ruta más corta posible” y “toda sustancia pesada hace presión hacia abajo y no puede sostenerse erguida perpetuamente, la Tierra toda debe volverse esférica”; 60 años antes de Galileo sugirió que se usara una “gran lente de aumento” para estudiar la superficie de la Luna y de otros cuerpos celestes; y 40 años antes que Copérnico, asentó: “el Sol no se mueve” y “la Tierra no está en el centro del círculo del Sol ni en el centro del universo”.

Por su parte Gardner (1995) afirma que siete individuos que analizó y los campos que representan constituyen una muestra significativa y acertada, extraída de un conjunto más amplio de individuos cuyos descubrimientos dieron origen a una u otra versión de la era moderna.

Estas siete personas fueron: el neurólogo austriaco, convertido en psicólogo, Sigmund Freud (1856-1939); el físico teórico alemán Albert Einstein (1879-1955); el pintor español Pablo Picasso (1881-1973); el compositor ruso Igor Stravinsky (1882-1971); el poeta norteamericano T. S. Eliot (1888-1965); la bailarina norteamericana Martha Graham (1894-1991); y el líder político y espiritual hindú Mahatma Gandhi (1869-1948).



Concepto de creatividad

Csikszentmihalyi (1988) establece que tres elementos son centrales en cualquier consideración de la creatividad: la persona o talento individual, el campo o disciplina en que ese individuo está trabajando, y el ámbito circundante que emite juicios sobre la calidad de individuos o productos. Lo anterior se presenta en la figura 2.4.



Figura 2.4 Elementos de la creatividad

Se inicia con una serie de personas con diferentes capacidades, talentos e inclinaciones en un campo particular. Ese campo presenta sus propias reglas, estructuras y prácticas. Tales individuos dirigen su trabajo al ámbito que examina los diversos productos que se le presentan. De los muchos individuos y obras que son sometidos a escrutinio por el ámbito, solo unos pocos son considerados dignos de una atención y evaluación continua. De esas obras que son apreciadas solo una pequeña parte son consideradas siempre sumamente originales y aptas para el campo. La siguiente generación de personas trabaja ya en un campo que es diferente gracias a los logros de individuos sumamente creativos.

Gardner (1995) define al individuo creativo como una persona que resuelve problemas, elabora productos o define cuestiones nuevas en un campo, con regularidad, de un modo que al principio es considerado nuevo, pero que al final llega a ser aceptado en un contexto cultural concreto.



En esta definición la creatividad implica:

- La resolución de problemas o la elaboración de una nueva clase de producto o el descubrimiento de una serie desconocida de cuestiones o temas que exigen una nueva exploración.
- Que se realiza de modo regular (no es un arranque de creatividad una vez en la vida).
- Que una persona es creativa en un campo y no necesariamente en todos.
- La connotación de novedad inicial.
- La aceptación final en una cultura concreta.

El ser humano que resuelve problemas debe seleccionar el problema por investigar; determinar cuáles, entre una serie infinita de datos potenciales, son pertinentes para la solución de un problema; y averiguar qué tipos de análisis hay que realizar sobre esos datos para alcanzar una solución, inventando laboriosamente nuevos métodos de análisis cuando es necesario.

Obstáculos para la creatividad

Von Oech (1987) considera que existen actitudes que son trabas mentales que se constituyen como obstáculos para ser creativos. Considera que las diez más importantes son:

- Esta es la respuesta correcta
- Eso es ilógico
- Siga las instrucciones al pie de la letra
- Sea práctico
- Evite la ambigüedad
- Equivocarse es vergonzoso
- Juguetear es mera frivolidad
- Esa no es mi especialidad
- No quiero hacer el ridículo
- No tengo creatividad

Describiremos estas actitudes y daremos las acciones que sugiere Von Oech para contrarrestarlas.

Esa es la respuesta correcta. Casi todos los sistemas educativos están dirigidos a enseñar cómo encontrar una única respuesta correcta. A lo largo



de nuestra vida estudiantil hemos tenido que resolver una gran cantidad de exámenes donde solo existe una sola respuesta. De manera que “la respuesta correcta” arraiga profundamente en nuestro pensamiento. Sin embargo, la vida nos plantea situaciones muy diferentes, es ambigua, y ofrece muchas respuestas correctas dependiendo de nuestros objetivos. Si solo disponemos de una idea nos encontramos en una situación muy vulnerable.

Una técnica para encontrar varias soluciones a un problema consiste en preguntarnos cuáles son las respuestas, en vez de cuál es la respuesta. Una segunda técnica para tener más de una solución se tiene al cambiar las palabras con que se formulan los interrogantes, dependiendo de los objetivos. Lo realmente importante es mantener la actitud de no conformarse con la primera respuesta que aparentemente satisface todas las condiciones del problema.

De Bono (2015) señala que, en ocasiones, no se buscan soluciones nuevas por creer que la obtenida es la idónea y que el pensamiento puede ser obstruido de tres maneras.

Uno, falta un tramo de carretera. No se puede continuar porque la carretera llega a un punto muerto; está cortada por el cauce de un río o aún no está terminada. Hay que buscar otro camino o un puente que salve el río. Equivale a tener que buscar más información o a crearla mediante una investigación oportuna.

Dos, la carretera está obstruida. Un obstáculo definido impide seguir adelante. Para proseguir hay que bordearlo o apartarlo. Luego se tiene otra vez el camino abierto. El esfuerzo puede concentrarse en la superación del obstáculo.

Y tres, la visión es obstruida por la misma carretera libre. La carretera es en sí impecable y no se presta atención a las bocacalles; así se rebasa un atajo valioso. Lo obvio y adecuado obstruye la visión de lo mejor. Porque la situación es satisfactoria, no se considera otra mejor y mucho menos se busca. En vez de acomodarse a los modelos establecidos en la memoria hay que intentar reestructurarlos y encontrar soluciones mejores.

Eso es ilógico. De Bono (1996) da el ejemplo de un niño Johnny que vive en Australia. Ahí la moneda de un dólar es de un tamaño considerablemente mayor que la de dos dólares. Un día sus amigos le dijeron a Johnny que le iban a dar una moneda, que escogiese entre la más grande y la más pequeña. Johnny escogió la más grande, o sea, la de un dólar, lo que causó



hilaridad a sus amigos. Cada vez que querían demostrar que Johnny era un tonto repetían el juego. Parecía que Johnny no aprendía. Un día, un transeúnte presenció la escena y sintió pena por el niño. Lo llamó aparte y le dijo que la moneda pequeña valía más. El niño le contestó que ya lo sabía, pero que no creía que le fueran a dar más monedas de un dólar si escogía la de dos. Una computadora programada para seleccionar por valor de la moneda hubiese tenido que escoger la de dos dólares la primera vez, pero las decisiones humanas están basadas en lo que se percibe. Johnny percibió que actuando de manera “ilógica” podría conseguir varias monedas de un dólar.

El principio más importante de la lógica tradicional es no admitir contradicciones. Sería ideal que muchos aspectos de la vida cotidiana no fuesen totalmente ambiguos. Para contrarrestar esta actitud es conveniente formular metáforas. Por ejemplo, podemos comparar nuestra mente con una computadora, tenemos una entrada, una salida y algo que procesa la información. Pero la mente es algo más, es un museo que guarda nuestras experiencias, un codificador de hologramas, un músculo al que hay que fortalecer, un taller para hacer pensamientos y muchas otras cosas más.

Cuando tengamos un problema hagámosle una metáfora para verlo desde una nueva perspectiva.

Siga las instrucciones al pie de la letra. En nuestra cultura se ejerce una gran presión sobre la necesidad de seguir las instrucciones. El sistema educativo nos induce a ello. Solemos premiar al estudiante que repite la información en vez de aquel que baraja las ideas y piensa nuevos usos de lo común. Casi todos los avances en arte, ciencia, tecnología, negocios, mercadotecnia, cocina, medicina, agricultura y diseño se han dado porque alguien ha desafiado las instrucciones o reglas e intentado un nuevo enfoque. Alejandro Magno, Copérnico, Napoleón, Beethoven, Picasso, Einstein y Gandhi rompieron con los convencionalismos existentes en sus campos respectivos.

Hay que buscar los motivos que originaron las reglas, quizá ya no existen, sin embargo aún continúan estas. Podemos lograr grandes mejoras si identificamos reglas que ya no tienen razón de ser y proponemos acciones que mejoren las situaciones. Recordemos aquel corredor que cuando pasaba delante de una cierta casa, dejaba de correr y pasaba caminando. La razón de ello era que en esa casa vivía un perro muy bravo, pero al pasar el tiempo se llevaron al perro a otra parte, sin embargo, él ya tenía la costumbre de aminorar el paso al transitar por ahí.



Sea práctico. Hemos sido educados para responder a las ideas poco usuales con “eso no es práctico” porque se considera que hay que ser prácticos en casi todas nuestras actividades diarias. Pero esa actitud que es buena en la etapa de evaluar ideas es pésima en la de generarlas.

Para generar ideas hay que contestar a las preguntas ¿qué pasaría si ..? y después usar las contestaciones como trampolín para generar nuevas ideas. La clave verdadera del ¿qué pasaría si? es permitirnos probar las ideas posibles, las imposibles, e incluso las que carecen de utilidad práctica.

Evite la ambigüedad. Casi todos nosotros hemos aprendido a evitar la ambigüedad por los problemas de comunicación que origina. Sin embargo, en las situaciones de generación de ideas un exceso en lo específico ahoga la imaginación. Hay que pensar en algo e imaginarnos algo diferente.

Equivocarse es vergonzoso. Es mejor contar con suficientes ideas para desechar de entre ellas las que estén equivocadas, que no equivocarnos nunca al no producir ninguna idea. El que no hace algo nunca se equivoca, pero también existen los errores de omisión, los cuales pueden ser aún más costosos. Hay ocasiones en las que los errores son inaceptables, pero este no es el caso en la etapa de generación de ideas. Con los errores podemos detectar lo que no funciona y tener la oportunidad de intentar un planteamiento nuevo. Recordemos todas las veces que falló Edison antes de inventar el foco.

Juguetear es mera frivolidad. De Bono (2014) menciona que el humor es, sin duda alguna, el comportamiento más significativo del cerebro humano. El humor demuestra que ciertas percepciones, establecidas ya de una manera, pueden súbitamente reconfigurarse de otro modo.

Fíjense cómo los niños operan una computadora, se ponen a jugar con ella, aprietan diferentes teclas sin miedo y aprenden mucho. Experimentan y en poco tiempo se convierten en expertos en su uso.

Un consejo muy valioso cuando se tiene un problema, es jugar con él. Ya lo decía Platón, la vida hay que vivirla como un juego.

Esa no es mi especialidad. Altshuller (2000) comenta que, en uno de sus seminarios, les ofreció a ingenieros altamente calificados el problema siguiente:

Supongamos que 300 electrones, en varios grupos, deben saltar de un nivel energético a otro. Sin embargo, ha tenido lugar una transferencia cuántica por dos grupos menos que los que se habían calculado inicialmente,



de manera que ahora cada grupo tiene cinco electrones de más. ¿Cuántos grupos de electrones se tienen en total? Este problema complejo no ha sido resuelto todavía.

Los participantes indicaron que no iban a tratar de resolver el problema porque consideraban que se trataba de mecánica cuántica y ya que otros no habían podido resolver el problema sería imposible para ellos.

Después, les leyó un problema algebraico:

Para transportar a 300 niños exploradores a un campo de verano se reservaron varios autobuses, sin embargo, dos de estos autobuses no se tuvieron cuando se requerían. Por consiguiente cada autobús llevó cinco niños más de los que se tenía originalmente planeado. ¿Cuántos autobuses se enviaron?

El problema fue resuelto inmediatamente. Si observamos ambos problemas son idénticos, solo que en el primer caso existió la barrera psicológica que les indicó que no era su especialidad.

Podemos observar en la historia que muchos problemas han sido resueltos por personas que no eran expertas en el área, porque no conocían las mil y una razones de por qué no se podían resolver.

Para contrarrestar los efectos de “esa no es mi especialidad” es conveniente tomar en consideración el consejo que Edison daba a sus colegas: hagan un hábito estar siempre a la expectativa de ideas nuevas e interesantes que otros han utilizado con éxito en otros campos.

No quiero hacer el ridículo. Muchas veces nos da miedo hacer el ridículo y nos volvemos conformistas. La complacencia significa que las cosas nos parecen normales porque estamos acostumbrados a ellas. Un refrán que ha causado mucho daño a las empresas es “si no está roto no lo repare” pero no basta con solucionar los problemas, se puede aplicar un pensamiento creativo y constructivo tanto en puntos que no son problemas como en lo que va bien. Lo que va bien es resultado de una combinación de las condiciones del mercado y de lo que hacemos, por lo que acciones en esa área pueden beneficiarnos aún más. Recordemos que la cultura japonesa invita a una superación permanente, engrandecer aun cuando no tengan fallas. Ellos dicen: esto es perfecto, por lo tanto, ahora mejorémoslo. En la etapa de generación de ideas muchas ideas ridículas pueden servir de trampolín para generar otras valiosas a las que no se habría llegado si no se hubiesen tenido las primeras.



No tengo creatividad. Grossman *et al.* (1992) señalan que todos somos creativos aunque muchas personas creen que porque nunca han tocado un instrumento musical ni dibujan bien, ni han inventado nada, no son creativas y deben resignarse a ello. Probablemente somos diez veces más creativos de lo que pensamos. Esto no quiere decir que no podamos ser más creativos de lo que somos, ya que podemos todavía ser mejores. Podemos mejorar la calidad y la originalidad de nuestras ideas.

Pero como señala De Bono (2014) no basta con eliminar las inhibiciones de una persona para que sea creativa, habrá que practicar ciertas técnicas que veremos posteriormente.

Principios para desarrollar la inteligencia y ser creativos

Los principios de Leonardo Da Vinci (Gelb,1999) son siete: tener curiosidad, experimentar, aguzar los sentidos: oído, vista, tacto, olfato y gusto, tolerar la ambigüedad, conectar el arte con la ciencia, ejercitar el cuerpo y combinar elementos dispares.

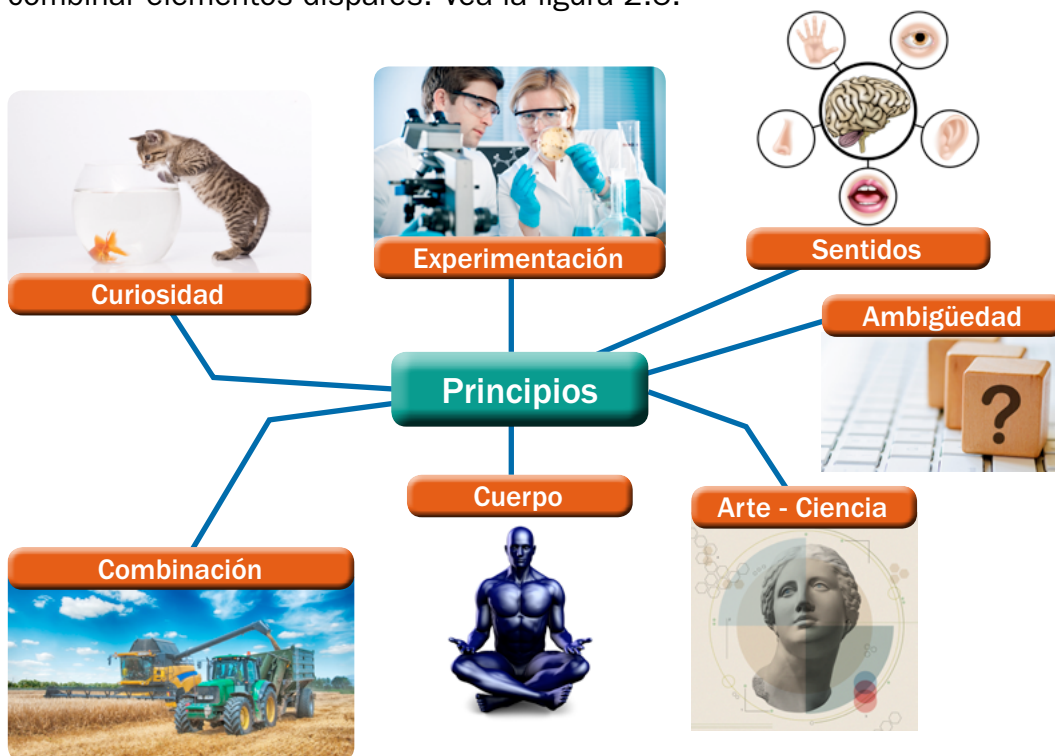
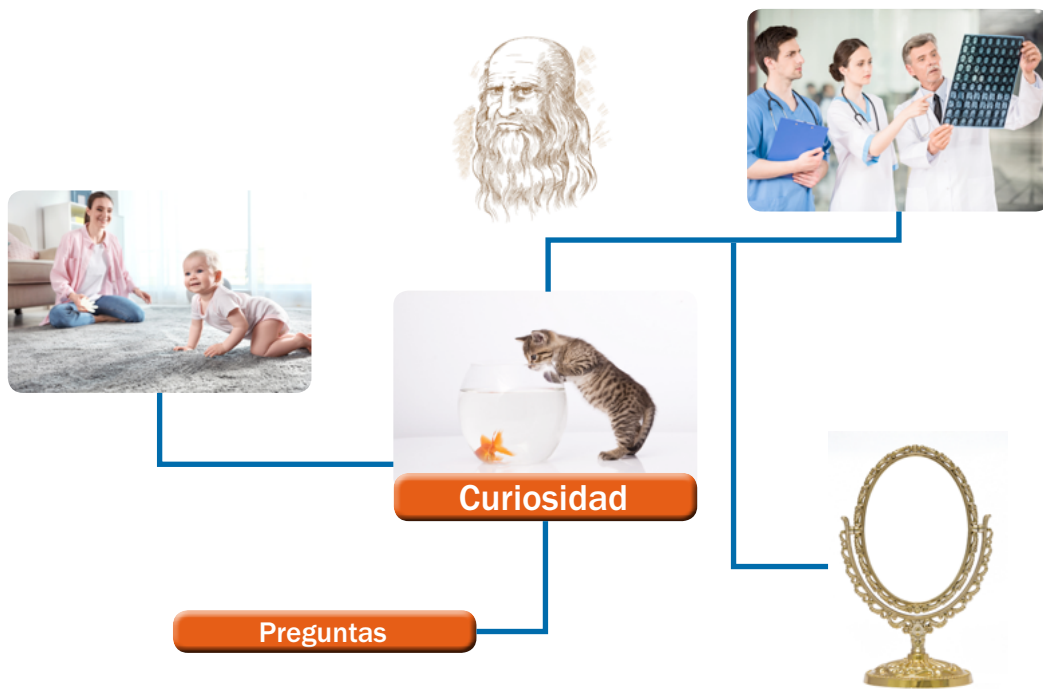


Figura 2.5 Principios de Leonardo da Vinci



A continuación se describirá cada uno de ellos.

Curiosidad. Cuando éramos niños sentíamos una curiosidad muy amplia por todo lo que veíamos y hacíamos preguntas queriendo conocer más. Leonardo poseía esta capacidad cuando adulto y se formulaba preguntas sobre diversos temas. Para responderlas inclusive hacía disecciones de personas y animales. Mencionaba que en ocasiones no detectamos nuestros errores, pero que si los vemos al través de un espejo, ello nos da una visión nueva pareciendo que otra persona es el autor lo que facilita su descubrimiento. Nos pide entonces que hagamos preguntas que inicien con qué, quién, cómo, cuándo, dónde, por qué, qué pasaría si; que las escribamos en un cuaderno sin preocuparnos si conocemos o no la respuesta. Vea la figura 2.6.



¿Qué..., ¿quién..., ¿cómo..., ¿cuándo..., ¿dónde...,
¿por qué..., ¿qué pasaría si...

Figura 2.6 Curiosidad

El asombro infantil de Leonardo y su insaciable curiosidad, la amplitud y la profundidad de su interés y su intención de cuestionar el saber aceptado nunca menguaron. Kenneth Clark dijo de él que era el hombre más curioso



que jamás haya existido. Por ejemplo, al hacer disecciones del cuerpo humano, las veía desde diferentes aspectos y las examinaba por debajo, por encima y por los lados.

Los grandes intelectos se hacen grandes interrogantes. Las cuestiones que habitan nuestro pensamiento manifiestan nuestras metas y repercuten en la calidad de nuestra vida. Al cultivar una actitud mental davinciana, abierta e inquisitiva, ampliaremos nuestro universo y mejoraremos nuestra capacidad de viajar a través de él.

Experimentación. En cuanto a este segundo principio, Leonardo nos recomienda experimentar, o sea, no aceptar las ideas de otros solo porque aparezcan en artículos o libros, o que vengan precedidas por la fama de quien lo dice, de tal manera que habrá que pensar por nosotros mismos, aprender de nuestros errores y sobre todo perseverar. Vea la figura 2.7.



Figura 2.7 Experimentación

Se trata de poner a prueba el conocimiento a través de la experimentación, la percepción y la disposición a aprender de los errores. Leonardo cuestionó muchas de las teorías aceptadas y el dogma de su tiempo. Escribió: “Muchos pensarán que pueden culparme con razón, alegando que mis pruebas son contrarias a la autoridad de ciertos hombres tenidos en mucho respeto por sus juicios inexpertos, sin considerar que mis estudios son el resultado de la experimentación pura y simple, que es la verdadera maestra”.



Aprender a pensar como Leonardo supone que nos embarquemos en el trabajo revelador de cuestionar nuestras propias opiniones, presunciones y creencias.

Por ejemplo, supongamos que tenemos un triángulo rectángulo cuyos lados que forman 90° tienen longitudes de 3 y 4 metros. Si medimos la hipotenusa encontraremos que mide 5 metros. Si recordamos el teorema de Pitágoras, nos dice que el cuadrado de la hipotenusa en un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados. Si elevamos 3 y 4 al cuadrado obtenemos 9 y 16, que sumados nos da 25. Por otra parte el cuadrado de la hipotenusa es 5 al cuadrado, es decir, 25. Con esta experimentación hemos encontrado el cumplimiento de dicho teorema de Pitágoras. Por cierto, esta relación de 3, 4 y 5 es muy utilizada en construcción para determinar ángulos rectos.

También el Dr. Miguel Ruiz (1998) en uno de sus acuerdos, establece que no es conveniente tomar las suposiciones como verdades, sino que hay que comprobarlas mediante la experimentación.

Sentidos. En este principio sobre los cinco sentidos: vista, oído, gusto, olfato y tacto, la recomendación es agudizarlos mediante su uso, para percibirlos y disfrutarlos, ya que como menciona Leonardo muchas personas miran sin ver, oyen sin escuchar, comen sin degustar, no distinguen los aromas ni gozan del tacto de diferentes materiales, incluso de la piel humana. Vea la figura 2.8.



Figura 2.8 Los sentidos

Leonardo tenía una asombrosa agudeza visual que le permitió describir minucias sobre el movimiento de las plumas y de las alas en vuelo de los pájaros, que no pudieron ser confirmadas hasta el desarrollo de la cámara lenta. Así como un atleta desarrolla sus músculos, él entrenó sus sentidos y educó sus facultades de observación.

Ambigüedad. Este principio implica tolerar la ambigüedad ya que en la vida existe la incertidumbre sobre lo que puede acontecer. Comentan que cuando Leonardo estaba pintando la Última cena se había tardado ya mucho porque deseaba plasmar los caracteres de los apóstoles en el momento en que Jesús les informa que uno de ellos lo va a traicionar y le estaba costando trabajo encontrar los modelos de Judas y de Jesús. El prior lo presionaba para que terminase, porque lo veía que tenía muchos periodos de meditación. Su contestación fue que “los grandes genios a veces logran más cuando trabajan menos”, lo cual no convenció mucho al prior. Leonardo comentó que si lo seguían presionando iba a tener que utilizar el rostro del prior como Judas.

También la tolerancia a la ambigüedad implica que utilicemos a nuestro subconsciente, el cual funciona mejor si después de un trabajo intenso tomamos un descanso. Como se menciona constantemente debemos “afilarse el hacha”. Vea la figura 2.9.



Figura 2.9 Ambigüedad



Así, este principio establece la disposición para aceptar la ambigüedad, la paradoja y la incertidumbre. A medida que despertamos los poderes de nuestra curiosidad, exploramos las profundidades de la experiencia y agudizamos nuestros sentidos, nos encontraremos con lo desconocido. Cuanto más aprendía sobre todas las cosas, Leonardo se sumía más y más en la ambigüedad.

Como señala Gelb, la habilidad de admitir la ambigüedad debe volverse parte de nuestra vida diaria. La serenidad ante la paradoja es clave no solo para la eficiencia y la eficacia, sino también para la salud mental en un mundo rápidamente cambiante.

Arte/ciencia. Leonardo estaba interesado en conjuntar la ciencia con el arte, buscaba la verdad y la belleza. Utilizaba los dos hemisferios de su cerebro, el izquierdo para la ciencia, contemplando los aspectos secuenciales, lógicos y analíticos; y el derecho para el arte, considerando los aspectos artísticos, creativos e intuitivos. En la figura 2.10 se ha escrito una frase de Leonardo: “Estudiemus la ciencia del arte y el arte de la ciencia”.

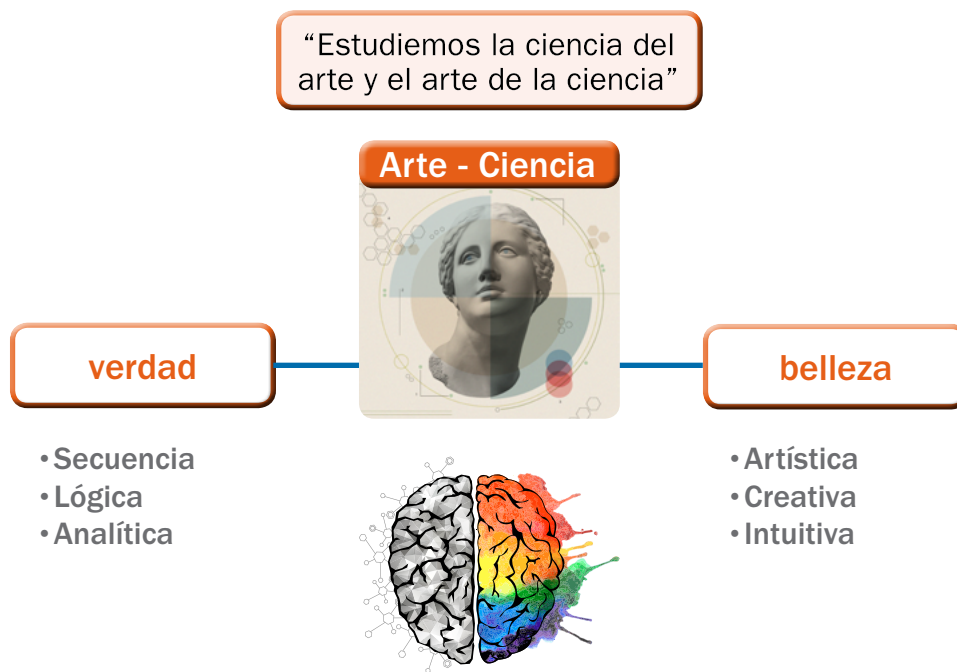


Figura 2.10 Arte/Ciencia



Es interesante lo que comenta Buzan (2003) sobre los hemisferios cerebrales. En la década de los cincuenta del siglo XX, el profesor Roger Sperry (premio Nobel en 1981) llevó a cabo investigaciones sobre el funcionamiento del cerebro. Encontró que este dividía sus actividades de manera muy distinta entre actividades del hemisferio izquierdo y del hemisferio derecho. Las actividades del izquierdo eran sobre palabras, lógica, números, secuencia, linealidad, análisis y listas de cosas; y las del derecho eran sobre ritmo, conciencia espacial, dimensión, imaginación, soñar despierto, color y conciencia holística.

Sperry también descubrió que cuando la corteza cerebral derecha estaba activa, la izquierda tendía a un estado relativamente tranquilo o meditativo. De la misma forma, cuando la corteza cerebral izquierda estaba activa, la derecha estaba más relajada y en calma.

Investigaciones posteriores han puesto de manifiesto que cuando se entrenaba a las personas en esas áreas de destreza que suponían débiles, de pronto mejoraban mucho en las mismas, pero que además mejoraban en las áreas del otro hemisferio. Lo que al parecer sucedía era que los hemisferios izquierdo y derecho del cerebro conversaban entre ellos. Un hemisferio recibía la información y se la enviaba al otro, que a su vez la procesaba a su estilo y la volvía de regreso al hemisferio original, y así sucesivamente. Mediante este proceso el cerebro construía sinérgicamente información y aumentaba su propio poder intelectual y creativo combinando los diferentes elementos.

Ahora al inicio del siglo XXI nos damos cuenta que el cerebro creativo es todo el cerebro. Cuando usamos solo una parte de nuestras habilidades corticales, nuestra creatividad no es nada en comparación con lo que puede llegar a ser si usamos ambos hemisferios.

Ejercitar el cuerpo. En cuanto al desarrollo del aspecto físico del cuerpo, Leonardo practicaba equitación, natación y esgrima. El tenía flexibilidad y fuerza. Se comenta que podía a pie detener un caballo desbocado y doblar herraduras con solo el uso de sus manos. Se recomienda, por tanto, fortalecer el cuerpo teniendo una postura erguida mediante la técnica Alexander o bien practicar artes marciales como pueden ser el aikido o el tai chi. Vea la figura 2.11. Cruz (2001) considera que los antiguos sistemas de movimiento corporal como el tai chi y el yoga determinan cambios químicos endohormonales que estimulan determinadas capacidades de imaginación, fantasía, creatividad e inteligencia.





Figura 2.11 Ejercitar el cuerpo

Combinar elementos dispares. Uno de los secretos de la creatividad sin igual de Leonardo fue la costumbre de combinar y conectar elementos dispares para formar nuevos diseños. La habilidad de ver relaciones y patrones, y de hacer combinaciones y conexiones poco usuales es la esencia de la creatividad. Este principio contempla la amalgama de los otros seis, lo cual constituye el enfoque sistémico, es decir examinar al sistema, su entorno y las relaciones entre sus subsistemas, todo ello en el pasado, en el presente y en el futuro. Vea la figura 2.12.



Figura 2.12 Combinar elementos dispares

Creatividad seria. Edward de Bono

De Bono (1998) ejemplifica el pensamiento lateral o pensamiento creativo empleando el dibujo mostrado en la figura 2.13.

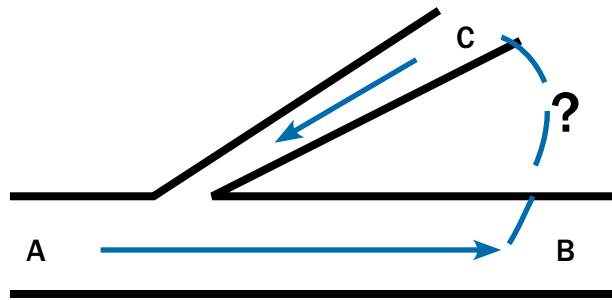


Figura 2.13 Pensamiento lateral

En esta figura tenemos el camino principal de A hacia B y caminamos por él. No podemos ir de A a C, pero podemos acceder fácilmente de C a A. La creatividad implica algún medio de llegar a C y luego, de pronto, ver el camino hacia A. El trayecto de A a C es indirecto, pero el de C a A es directo. Para realizar esos saltos o desplazamientos laterales son de gran ayuda las provocaciones y los movimientos que se dan a partir de ellas para llegar a ideas útiles.

Cuestiones como las anteriores constituyen la creatividad seria. Este pensamiento creativo serio es para obtener ideas utilizables, que pueden conseguirse mediante el cambio de conceptos y percepciones y/o la generación de otros conceptos y percepciones.

Los conceptos son métodos o maneras generales de hacer las cosas y a través de la percepción no vemos el mundo tal como es, sino como lo percibimos. La percepción es un sistema de información auto organizado, cuyos insumos son datos, humor, intuición y provocaciones y cuyas salidas son pautas y secuencias.

Mediante las técnicas del pensamiento creativo podemos desarrollar la capacidad de crear conceptos nuevos, y este pensamiento puede aprenderlo, practicarlo y utilizarlo cualquier persona.

En las empresas con este pensamiento se pueden descubrir mejores maneras de conseguir calidad, reducción de costos y un perfeccionamiento continuo.



De Bono (2014) presenta 15 técnicas del pensamiento creativo. En el capítulo siguiente se verán con todo detalle ocho de esas técnicas, las cuales serán:

1. Pausa creativa
2. Foco simple
3. Cuestionamiento
4. Alternativas
5. Abanico de conceptos
6. Provocaciones y movimiento
7. Aportación del azar
8. Seis sombreros para pensar: blanco, rojo, negro, amarillo, verde y azul

Considera el autor que es ventajoso conservar estas técnicas separadas. Si se combinaran con otros métodos de pensamiento creativo se aminoraría mucho su poder y se podría crear desconcierto.

Haciendo un símil, si nos ponemos a correr físicamente lo hacemos de cierta forma, posiblemente, no muy eficaz. Si nos enseñan técnicas podemos mejorar, pero para sacar aún mejor provecho de dichas técnicas, es necesario practicar, practicar y seguir practicando. Nadie que ha terminado de leer un libro sobre box pide que lo suban al ring para enfrentarse con el campeón del mundo. De igual forma, para mejorar nuestra habilidad de ser creativos será necesario practicar mucho las diversas técnicas.

Mapas mentales



Tony Buzan (2003) fue el creador de los mapas mentales. Sus reglas para construirlos son:

Regla 1. Comience en el centro de una página en blanco puesta en sentido horizontal, para darle a su cerebro la libertad creativa irradiante a fin de que pueda ramificarse en todas direcciones.

Regla 2. En ese centro coloque una imagen que represente su idea original. Se va a elaborar un mapa mental usando dichas reglas. En la figura 2.14 está en el centro la imagen de un mapa.



Figura 2.14 Imagen de un mapa en el centro

Regla 3. Irradie ramas que surjan de la imagen central y conecte segundas y terceras ramas a los niveles siguientes, disminuyendo el ancho de la rama conforme pasa de un nivel a otro. Como puede apreciarse en la figura 2.15.



Figura 2.15 Ramas que irradian del centro

Regla 4. Escribe una palabra en una línea. Se trata de una sola palabra que sintetice una frase o una oración. Es importante recalcar que se trata de una sola palabra. Véase la figura 2.16.





Figura 2.16 Una sola palabra en cada línea

Regla 5. Dibuje las ramas curvas en lugar de rectas, porque un mapa mental con líneas rectas es aburrido para la vista.

Regla 6. Utilice la mayor cantidad de colores, porque el color estimula el pensamiento creativo y capta la atención y el interés de la vista.

Regla 7. Use imágenes, porque son fáciles de recordar y estimulan asociaciones nuevas y creativas. En la figura 2.17 está el mapa mental de estas siete reglas.

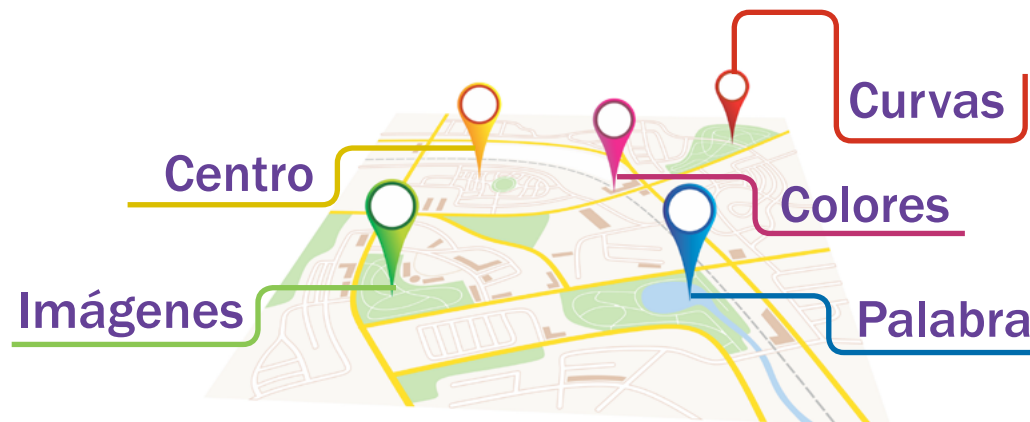


Figura 2.17 Reglas para elaborar mapas mentales

Las figuras 2.5, 2.6 y 2.12 son ejemplos de mapas mentales.

La figura 2.12 también es un mapa mental con imágenes y ninguna palabra. Este tipo de mapa sirve muy bien, aunque tiene la desventaja que si pasa el tiempo y desea uno volverlo a usar, en ocasiones, es difícil recordar la idea que representaba una imagen.

Ejercicios

- 2.1 Mantenga un diario o cuaderno en donde anote sus ideas, sus impresiones y sus observaciones a medida que ocurren.
- 2.2 En este cuaderno escriba una lista de cien preguntas. No intente responderlas, solo escribálas.
- 2.3 ¿Qué aprendí en la escuela sobre cometer errores y qué me enseñaron mis padres sobre lo mismo?
- 2.4 ¿Cuál es el peor error que he cometido? ¿Qué aprendí de él? ¿Qué errores he repetido en mi vida?
- 2.5 Describa un amanecer.
- 2.6 Salga a la naturaleza y explore las texturas que encuentre en ella.
- 2.7 Haga un mapa mental del pensamiento creativo.
- 2.8 Trate de usar su mano no dominante durante un día.
- 2.9 Haga cinco metáforas sobre la salud. La salud es como ... porque ...
- 2.10 Elabore cinco metáforas sobre la vida. La vida es como ... porque ...

Resumen

La bonanza de los países depende de sus sistemas educativos, de sus ingenieros, científicos e innovadores. Hay necesidad de conceptos nuevos en ingeniería, economía, distribución del ingreso, educación, salud, prevención de fechorías, salvaguarda del medio ambiente y para aminorar la pobreza en el mundo.

Se describieron algunos inventos y descubrimientos importantes tanto en China como en Occidente.

En relación a la creatividad, se tienen tres elementos centrales: la persona o talento individual, el campo o disciplina en que ese individuo está

trabajando, y el ámbito circundante que emite juicios sobre la calidad de individuos o productos.

Se expusieron diez actitudes que son trabas mentales, que se constituyen como obstáculos para ser creativos.

Se presentaron los ocho principios de Leonardo da Vinci, que permiten desarrollar la inteligencia y la creatividad.

Se escribió sobre el pensamiento creativo serio (o lateral) desarrollado por De Bono, dando finalmente los títulos de ocho de sus técnicas, las que se verán con todo detalle en el capítulo siguiente.

Finalmente, se dieron las siete reglas de Buzan para crear mapas mentales.

Páginas WEB recomendadas

Home - El Blog de Andrés Oppenheimer

www.andresoppenheimer.com/ Fecha de recuperación: 8 de marzo de 2016.

Creative Think

blog.creativethink.com/ Fecha de recuperación:
8 de marzo de 2016.

Inventos y Descubrimientos que cambiaron el mundo ...

www.taringa.net Fecha de recuperación:
8 de marzo de 2016.

Inventos y descubrimientos, cronología - Profesor en línea

www.profesorenlinea.cl/mediosocial/InventosCronologia.htm
Fecha de recuperación: 8 de marzo de 2016.

Los 10 descubrimientos más importantes de los últimos 50 ...

<http://www.batanga.com/curiosidades/3988/los-10-descubrimientos-mas-importantes-de-los-ultimos-50-anos> Fecha de recuperación:
8 de marzo de 2016.



20 inventos y descubrimientos mundiales que no sabías ...

www.guioteca.com Fecha de recuperación:
8 de marzo de 2016.

Tony Buzan | Inventor of Mind Mapping

www.tonybuzan.com Fecha de recuperación: 15 de marzo de 2016.

Videos WEB

Edward de Bono acerca del pensamiento creativo ...

<https://www.youtube.com/watch?v=4-hRORAKVX8>

Edward de Bono acerca del pensamiento creativo. - YouTube

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

Edward de Bono 6 sombreros - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=wIGeQou2Ghk>

Seis Sombreros para Pensar - Edward De Bono - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=yNNVEn2TEBg>

Los 7 pasos para ser creativo - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=5eazKTQHCLc>

¿Qué es la creatividad? - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=O3wOPluN2WI>

Creatividad e Innovación - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=dof8ah7iXD0>

Los enemigos de nuestra Creatividad - YouTube

https://www.youtube.com/watch?v=IXdj_OXphyw



ANDRÉS OPPENHEIMER CONFERENCIA ... - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=AsS14dK3aC0>

¡Crear o Morir! Andrés Oppenheimer - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=CQhBaVFv-xI>

Andrés Oppenheimer: ¡Crear o morir! - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=v3dR1ogWuu4>

oppenheimerpresenta - YouTube

<https://www.youtube.com/user/oppenheimerpresenta>

Conferencia de Andrés Oppenheimer - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=51TEy9M2fjo>

Inteligencias Múltiples de Howard Gardner - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=ogopvRJu2Ck>

Caricatura de Inteligencias Múltiples-Howard Gardner ...

<https://www.youtube.com/watch?v=2hJnFAysNNs>

Las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=LhkFiY4xGmY>

Entrevista Howard Gardner - La Ciudad de las Ideas ...

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



Referencias bibliográficas

- Alcaraz Lozano Federico (1991) *La creatividad en la ingeniería*, Coedición de Sistemas Técnicos de Edición S.A. de C.V. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Altshuller (2000) *The Innovation Algorithm*, Technical Innovation Center, USA.
- Buzan Tony (2003) *El poder de la inteligencia creativa. 10 formas de despertar tu genio creativo*. Ediciones Urano, España.
- Cruz Ramírez José (2001) *Química del pensamiento*, Editorial Orión. México.
- Csikszentmihalyi (1988) *Society, Culture and Person: A Systems View of Creativity*, en R. J. Stenberg *The Nature of Creativity*, Cambridge University Press.
- De Bono Edward (1986) *Pensar bien. Utilice al máximo el potencial intelectual y creativo de su mente*, Selector, México.
- De Bono Edward (1994) *Más allá de la competencia*, Paidós, Buenos Aires, Barcelona, México.
- De Bono Edward (1996) *Lógica Fluida. La alternativa a la lógica tradicional*. Editorial Paidós Mexicana, México.
- De Bono Edward (1998) *Manual de sabiduría*. Espasa libros, España.
- De Bono Edward (2014) *El Pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas*. Paidós, México.
- De Bono Edward (2015) *El Pensamiento lateral. Manual de creatividad*. Paidós, México.
- Gardner Howard (1995) *Mentes creativas. Una anatomía de la creatividad*. Ediciones Paidós Ibérica, España y Argentina.



Introducción a la creatividad

Gelb Michael J. (1999) *Inteligencia genial. 7 principios claves para desarrollar la inteligencia, inspirados en la vida y obra de Leonardo da Vinci*. Editorial Norma, Colombia.

Grossman Stephen R, Rodgers Bruce E. y Moore Beverly R. (1992) *Innovación* S. A. Panorama Editorial, México.

O'Connor Joseph y Mc dermott Ian (1998) *Introducción al pensamiento sistémico*. Ediciones Urano, España.

Oppenheimer Andrés (2015) *¡Crear o morir!* Debate, México.

Ruiz Miguel (1998) *Los cuatro acuerdos*, Ediciones Urano, México.

Von Oech Roger (1987) *El despertar de la creatividad. Cómo innovar en alta tecnología*. Ediciones Díaz de Santos S. A. España.

Temple Robert K. G. (1987) *El genio de China*, Debate, España.



Capítulo

3

TÉCNICAS DE CREATIVIDAD

“El ojo, nada más abrirse, ve todas las estrellas del hemisferio. La mente en un instante salta de oriente a occidente”

Leonardo Da Vinci

Conteste las preguntas siguientes

- ¿La creatividad es una habilidad innata que no es posible desarrollar?
- ¿Puede mejorarse la creatividad mediante ciertas técnicas?
- ¿En qué situaciones es conveniente usar algunas técnicas?
- ¿Qué diferencia existe entre pensamiento creativo y pensamiento lateral?
- ¿Conocer y practicar las técnicas de creatividad es como conocer y practicar los mejores procedimientos para jugar golf o tenis?
- ¿Conocer y practicar los mejores procedimientos para algún deporte nos convierte automáticamente en campeones?
- ¿Sucede lo mismo en cuanto a creatividad?

El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de

- Emplear técnicas que incrementen su creatividad.
- Utilizar técnicas que puedan favorecer la solución creativa de problemas.
- Usar técnicas para determinar mejores formas de hacer las cosas.

Introducción

En este capítulo veremos primero ocho técnicas del pensamiento creativo elaboradas por De Bono: pausa creativa, foco simple, cuestionamiento, alternativas, abanico de conceptos, provocaciones y movimiento, aportación del azar y seis sombreros para pensar.

Después se presentarán tres técnicas desarrolladas por Grossman, Rodgers y Moore: caleidoscopio, caja paradójica y venta de las soluciones.



Ocho técnicas para generar ideas de Edward De Bono (2012)

Pausa creativa

La pausa creativa es la más simple de todas las técnicas creativas, pero no por eso es menos potente y debe convertirse en un hábito mental.

Podemos hacer esta pausa, en cualquier momento, al tener la intención de ser creativos y producir un esfuerzo creativo. Si uno se detiene mientras come, percibe mejor el sabor de los alimentos, de manera semejante, si nos detenemos mientras pensamos, prestaremos más atención a ese espacio de detención del pensamiento.

Esta pausa es una breve interrupción donde el pensador se dice: ¿existirá otra opción?, ¿será esta la única viable?

Al considerar la contaminación en la Ciudad de México hicimos una pausa creativa y nos preguntamos si el Programa Hoy no circula es la única opción viable y obtuvimos otras ideas, una de ellas fue que todas las oficinas del gobierno federal se cambiaran de dicha ciudad hacia algún sitio alejado de ella, ya sea en algo existente o bien en una ciudad nueva que se creara con dicho propósito. En este último caso debería construirse la infraestructura requerida. También podrían cambiarse las universidades, como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Autónoma Metropolitana. Con ello, muchas familias y empresas también se irían de la ciudad, porque ya no les resultaría tan atractiva.

Foco simple

Consiste en concentrar nuestra atención en algo en lo que nadie se ha molestado antes en pensar. Por ejemplo, cuando estamos en un congestionamiento de tránsito donde la velocidad de recorrido es tan solo de cinco kilómetros por hora, no obstante encontrarnos en una vía rápida, podemos utilizar el tiempo pensando en formas en que los conductores podrían aprovechar el tiempo.

Esta técnica nos proporciona la disposición para pensar en cosas que no requieren pensamiento. Se tienen dos tipos de foco, el de área general y el de propósito.



El único objetivo del foco de área general es generar ideas dentro de cierto campo. Por ejemplo, deseo ideas nuevas en el área de ingeniería. No se requiere que exista algún problema o dificultad. No es necesario que se espere conseguir algún beneficio. Simplemente, uno decide pensar creativamente en determinada área.

En el de propósito definimos nuestro objetivo, nuestro blanco o a dónde queremos llegar. Por ejemplo, buscamos ideas para reducir la deserción escolar en las escuelas y facultades de ingeniería.

Cuestionamiento

El cuestionamiento creativo no critica, ni juzga, ni busca defectos. Si bien lo que estoy observando parece ser lo mejor ¿habrá otra forma de llevarlo a cabo?

Por ejemplo, una persona fue a ver a un traumatólogo porque en el lado derecho de su cadera, en la articulación de pelvis con fémur, no tenía ya cartílago. La prescripción del médico fue que el deterioro estaba muy avanzado y que la única opción era una prótesis. Aquí el cuestionamiento creativo no reside en que esta sea una mala solución, sino en que sea la única. Esta persona fue a ver a otro médico y mediante un tratamiento logró regenerar el cartílago.

Generalmente el cuestionamiento creativo se expresa por medio de la pregunta ¿por qué? Al hacer esta pregunta no solo indagamos un esclarecimiento sino que estamos averiguando también por qué la manera actual de hacer las cosas debe ser la única. No se trata de un ataque a lo establecido sino solo una indagación de nuevas posibilidades.

Habría que cuestionar todo, la continuidad, los conceptos dominantes, los supuestos, los límites, los factores esenciales, lo que pensamos se debe evitar y las polarizaciones extremas.

Continuidad

Esta idea aparece cuando al preguntarnos por qué hacemos las cosas como las hacemos, decimos: porque siempre se ha hecho así y nunca ha habido la necesidad, ocasión ni presión para cambiar.



Esta continuidad puede darse porque nos negamos a pensar en ello, por compromiso, por complacencia o por secuencia temporal.

A veces nos negamos a concebir otras opciones porque seguimos el proverbio “si no está roto no hay que componerlo” o porque nadie ha pensado en el tema. Aun cuando no haya problemas es conveniente analizar las situaciones.

La continuidad por compromiso significa que no efectuamos cambios porque tenemos que satisfacer a alguien o ajustarnos a ciertas exigencias. En sus inicios, en una cierta ciudad, se instrumentó un Programa “Hoy no circula” para disminuir la contaminación. Con este Programa dejó de circular el 20% de los vehículos diariamente. El Programa era temporal, cuando bajó la contaminación se iba a cancelar, pero hubo presiones por parte de ciertos grupos para que fuese permanente. Lo que ocurrió fue que, como el servicio de transporte público era pésimo, la población adquirió otro vehículo y al poco tiempo estaba circulando el 100% anterior y como algunos de estos vehículos no eran nuevos aumentó la contaminación.

La continuidad por complacencia se da porque al funcionar bien un concepto durante largo tiempo es comprensible que pensemos que seguirá funcionando bien siempre. Existe una anécdota de un corredor que hacía su recorrido todas las mañanas y cuando llegaba cerca de cierta casa dejaba de correr, pasaba caminando y luego reanudaba su carrera. La razón por la que tenía ese comportamiento era que en esa casa tenían un perro muy bravo y si pasaba corriendo lo podría seguir y quizá inclusive morder. Pero resulta que los dueños de esa casa se mudaron hace tiempo y se llevaron al perro con ellos, sin embargo el corredor continuó con su costumbre.

En otro ejemplo, en un país, para abrir una empresa la Secretaría de Relaciones Exteriores tenía que dar el permiso para que tuviera su denominación. Esto se instituyó en un inicio porque en la Segunda Guerra Mundial había que investigar que los dueños de las empresas no fuesen de países antagonistas, pero la guerra terminó, sin embargo continuó dicha reglamentación.

La continuidad de la secuencia temporal se da porque en el transcurso del tiempo se van dando situaciones y formas de actuar que uno considera válidos para otras situaciones. Por ejemplo, se tuvo la navegación en el agua y para tratar de construir aparatos que volaran se decía que el agua era un fluido y el aire también, por lo que los conceptos utilizados donde se tenía mucha experiencia deberían ser válidos en los aviones. No fue hasta que



se cambiaron dichos conceptos cuando se pudieron construir aparatos que surcaran el cielo.

Puede suceder que ciertos conceptos e ideas que fueron adecuados en cierta época sean ya innecesarios y sin sentido.

Conceptos dominantes

Primero hay que determinar el concepto básico que sustenta las acciones y la manera como se ejecuta. Después habrá que preguntar si todavía es válido, así como la forma en que se ejecuta.

Supuestos

Como dice Ruiz (2015) tendemos a hacer supuestos sobre todo y al hacerlo creemos que lo que suponemos es cierto. Después los defendemos e intentamos que sea otro el que no tenga razón. Nos da un ejemplo, cuando en un sitio vemos a una persona que nos gusta, se vuelve hacia nosotros, nos sonrío y después se aleja. Sólo con esta experiencia podemos hacer muchos supuestos. Con ellos es posible crear toda una fantasía. Y verdaderamente queremos creernos la fantasía y convertirla en realidad, quizá en nuestro mundo de fantasía hasta lleguemos a casarnos con esa persona.

Habría que preguntarnos cuáles son los supuestos básicos y qué estamos dando por sentado. Por medio del cuestionamiento los dejamos de lado y tratamos de escapar de las ideas preconcebidas.

Límites

En primer lugar hay que encontrarlos para después cuestionarlos. ¿Cuáles son los límites en nuestro pensamiento, sobre lo factible o lo aceptable, y cuáles nos detienen?

Factores esenciales

Existen ciertos factores que siempre deben tomarse en cuenta, pero incluso los más justificados pueden ser objeto del cuestionamiento creativo.



Factores que pensamos se deben evitar

Existen factores que generalmente tratamos de librarnos de ellos, nos asustan, tomamos caminos diferentes a aquellos que pensamos nos llevan a ellos. Hay que identificarlos y después analizar si es conveniente evitarlos.

Polarizaciones extremas

Estas polarizaciones sugieren que una situación solo puede considerarse de una de dos maneras.

Por ejemplo, tengo que llevar el coche a la agencia para que se encargue de que le hagan la verificación o tengo que conducirlo personalmente al centro de verificación.

Es posible cuestionar estas polarizaciones ¿será esta la única manera de hacer las cosas?

Alternativas

Es muy difícil detenerse para buscar alternativas cuando no hay inconvenientes y cuando al parecer tampoco hace falta alternativa alguna. No obstante, debemos ser capaces de buscar opciones en cualquier momento, sin sentirnos obligados a demostrar que algo está mal. Podemos ser capaces de reconocer que el modo actual de actuar es maravilloso y ponernos a buscar otro.

Tenemos que esforzarnos para crear nuevas posibilidades. Las posibilidades solo están limitadas por nuestra imaginación.

Cuando se han examinado todas las alternativas disponibles, es necesario hacer algo para presentar otras.

Abanico de conceptos.

Para construir un abanico de conceptos se empieza por el propósito y después se trabaja retrocediendo hacia las direcciones. De ahí a los conceptos y de estos a las ideas, como se muestra en la figura 3.1.



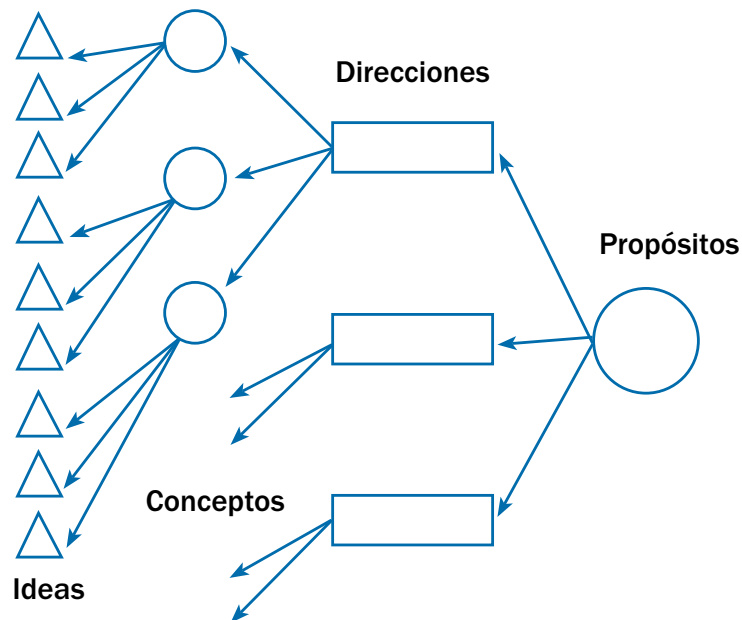


Figura 3.1 Abanico de conceptos

El propósito es el objetivo por lograr. La dirección es el concepto más amplio que uno pueda concebir. Los conceptos son métodos generales para hacer algo y las ideas son formas concretas y específicas de hacer algo.

Por ejemplo, si nos interesara el funcionamiento de una escuela de ingeniería, podríamos establecer como uno de sus propósitos: formar personas que tengan los conocimientos, habilidades y aptitudes para planear, diseñar, construir y operar sistemas que satisfagan necesidades humanas, mediante la aplicación de la ciencia.

Conociendo el propósito nos preguntamos ¿cómo podemos conseguirlo? En este ejemplo las direcciones podrían ser: tener profesores que tengan la motivación y la capacidad para que los alumnos aprendan a planear, diseñar, construir y operar sistemas de ingeniería; contar con alumnos que tengan la motivación y la capacidad para aprender los contenidos de las asignaturas; tener equipos e instalaciones que coadyuven al proceso de aprendizaje; poseer una administración eficaz.

En cada dirección nos volvemos a preguntar ¿cómo podemos conseguirla o cómo podemos llegar a este punto?

Para “tener profesores que tengan la motivación y la capacidad para que los alumnos aprendan a planear, diseñar, construir y operar sistemas de ingeniería” podríamos tener como conceptos:



Una actualización permanente de los profesores.

Que exista comunicación entre los profesores de ciencias básicas (matemáticas, física y química) con los de ciencias de la ingeniería y con los de ingeniería aplicada.

Que los profesores cuenten con el apoyo para que puedan ir a congresos donde expongan los resultados de sus investigaciones y establezcan relaciones con sus pares de otras universidades.

Trabajar con los alumnos en la elaboración de proyectos reales de ingeniería.

Hacer concursos donde participen los alumnos con la asesoría de sus profesores, dándoles premios tanto a los alumnos ganadores como a los docentes que les ayudaron.

Para “contar con alumnos que tengan la motivación y la capacidad para aprender los contenidos de las asignaturas” podríamos tener:

Selección de los alumnos que serán admitidos en la escuela.

Actualización continuada de los contenidos de las asignaturas.

Ejercicios y ejemplos en ciencias básicas que contemplen el uso de las ciencias de la ingeniería.

Ejercicios y ejemplos en ciencias de la ingeniería que consideren el uso de la aplicación de la ingeniería.

Para “gozar de equipos e instalaciones que coadyuven al proceso de aprendizaje” podríamos tener:

- Aulas con pizarrón electrónico
- Aulas con aire acondicionado
- Salones con mobiliario que pueda tener diversas formas dependiendo de las actividades (en forma de U, mesas para que trabajen los alumnos en equipo, etc.)
- Aulas con acceso a Internet
- Bibliotecas con acceso a libros y artículos, impresos y electrónicos
- Bibliotecas con préstamos de libros con otras bibliotecas
- Salas de cómputo
- Instalaciones deportivas



Para “poseer una administración eficaz” podríamos tener:

- Limpieza
- Seguridad
- Vigilancia
- Pago oportuno de salarios de profesores
- Registros de alumnos
- Número mínimo de trámites
- Asignación semestral de salones

Al finalizar esta etapa tenemos diecinueve “conceptos” alternativos. Para cada uno de los conceptos buscaremos maneras alternativas de realizarlos.

Por ejemplo, para el concepto “una actualización continua de los profesores” podríamos obtener las siguientes ideas alternativas:

Comparar los temarios de las asignaturas que se imparten con los que se enseñan en las mejores universidades del mundo, para encontrar los faltantes y enviar profesores a que aprendan dichos faltantes.

Comparar los temarios de asignaturas con la práctica profesional para ver en qué temas existe desactualización. Establecer convenios con empresas para que docentes se actualicen en dichos temas.

Que los profesores que se han actualizado preparen cursos en plataformas educativas para que otros profesores interesados puedan también actualizarse en los tiempos que tengan disponibles.

Modificar el esquema que se utiliza generalmente para la actualización de planes y programas de estudio, porque existe el peligro que se puedan quitar temas importantes y trascendentes por desconocimiento.

Disminuir el número de trámites requerido para la actualización de asignaturas ya que si son muchos y tardados los trámites puede darse el caso que cuando se consigue modificar el temario, dicha modificación es obsoleta.

Se puede llevar a cabo el mismo proceso de generación de ideas para cada uno de los conceptos.

Es conveniente recordar que esta técnica tiene como propósito la generación de ideas sin evaluarlas, algunas serán buenas, otras malas y otras regulares, pero todas al final deberán ser juzgadas en cuanto a su factibilidad, beneficios, recursos requeridos y conveniencia para quienes tienen que aplicarlas.



Provocaciones y movimiento

Como señala De Bono nuestro sistema de pensamiento tiene dos etapas. La primera es la etapa de percepción que involucra crear ideas y nuevas formas de mirar las cosas. En la segunda se hace el mejor uso de dichas ideas. En nuestro sistema occidental somos muy efectivos en la segunda etapa pero no en la primera.

Al pensar, percibir viene antes de procesar. No se le ha dado demasiada atención a la percepción porque uno creía que existía solo una forma de ver las cosas y que era la mejor. Pero si escapamos de esa manera obvia, encontraremos que existen otras que pueden ser útiles.

Para solventar esta deficiencia, De Bono (1973) inventó la palabra PO, diseñada como una herramienta de pensamiento para la etapa de percepción, con la que se hacen provocaciones.

La trayectoria de la pobreza, la contaminación, los conflictos bélicos, el narcotráfico y algunas otras complicaciones que apremian al mundo es a empeorar. Tenemos que mejorar nuestro pensamiento y cambiar nuestras ideas con la finalidad de detener dichos problemas. Las ideas habrá que examinarlas constantemente sin importar cuán correctas nos parezcan. El propósito de PO es proveer algo de lo que siempre hemos carecido, un método para cambiar ideas.

Las ideas son mucho más poderosas que nuestros sentimientos porque ellas los dirigen. Para cambiar las ideas se requieren ambos, pensamiento y sentimiento.

Una de las funciones principales de PO es servir como un mecanismo para evitar la arrogancia y el dogmatismo.

El primer uso de PO es permitir que se emplee un intermedio imposible y se le ha llamado PO-1. Actúa como una protección para evitar que se rechace una idea, la protege. Por ejemplo, PO la mejor forma de mantener las ciudades limpias es ensuciándolas más.

Existen tres ocasiones diferentes en las que puede usarse un intermedio imposible:

1. Cuando llega a nuestro pensamiento una idea equivocada que normalmente desecharíamos, en lugar de ello la protegemos con PO-1 y vemos si es posible usarla como un trampolín para generar otras ideas.



2. Cuando otras personas llegan con una idea que rechazaríamos, en lugar de ello usamos PO-1, escuchamos y vemos si encaja en alguna parte.
3. Cuando deliberadamente elaboramos un intermedio imposible para resolver un problema que requiere creatividad.

Para elaborar un intermedio imposible se gira una idea hacia arriba, hacia abajo, de atrás para adelante, se invierte una situación, se exagera o se distorsiona, lo más improbable o extraño. Por ejemplo, si estuviéramos elaborando un intermedio imposible para generar ideas sobre un restorán podríamos tener:

- PO en vez de cobrar por la comida se les paga a los comensales
- PO al llegar los clientes se les mide y pesa, y de acuerdo con ello es el menú que se les presentará y solo se les servirá comida de su menú
- PO a los diabéticos se les darán refrescos dulces y pasteles
- PO los clientes servirán a los meseros
- PO al comedor se traerán cucarachas vivas
- PO para que se les de servicio a los clientes deberán cantar una melodía y tocar un instrumento musical

Cada uno de los enunciados anteriores es inaudito e imposible en términos de la práctica actual de los restaurantes, pero puede usarse cada uno como un trampolín para una idea útil.

El segundo uso de PO, nombrado PO-2, consiste en la yuxtaposición aleatoria de ideas que provoquen nuevas ideas. Se tiene una idea y se va a un diccionario y se obtiene aleatoriamente una palabra de él y se une la idea con la palabra mediante PO, para generar un enfoque fresco. Existen muchas ideas almacenadas en nuestro cerebro de manera que si partimos de dos ideas en puntos separados, eventualmente se relacionarán.

Suponga que se está considerando cómo se podría resolver la inflación, se va a un diccionario y se obtiene de manera aleatoria una palabra. Suponga que dicha palabra fue zapatos, entonces la yuxtaposición aleatoria es: inflación PO zapatos.



Las ideas que podrían surgir son:

- Con inflación el dinero vale menos cada día y las cosas cuestan más
- Los zapatos protegen los pies
- Los zapatos pueden ser un adorno
- Los zapatos vienen en tamaños diferentes para que se ajusten a los pies
- Los zapatos se venden a un cierto precio
- Los zapatos tienen diferentes modelos
- Para fabricar zapatos no hay que especular

Si se le paga más a quienes fabrican los zapatos tendrán el estímulo de hacerlos mejor y tendrán más dinero para comprar otras cosas.

Al tener más personas con poder adquisitivo, serán un estímulo para aumentar la producción. Al aumentar la producción se incrementa la oferta sobre la demanda y ello hace que disminuyan los precios.

Una idea que podría surgir de lo anterior sería: para combatir la inflación hay que evitar la especulación, producir más bienes y servicios e incrementar los salarios.

En un segundo ejemplo, el problema por analizar podría ser la seguridad del automóvil. Se saca aleatoriamente de un diccionario una palabra. Suponga que fue mantequilla. Así la yuxtaposición aleatoria sería: seguridad del automóvil PO mantequilla.

Las ideas que pueden surgir son:

- La mantequilla se derrite y no golpea
- La mantequilla protege cuando está dura

De manera que se podría tener un automóvil construido con un material resistente que después de un impacto se derritiera, posiblemente en los cristales, con lo cual se mejoraría la seguridad de los ocupantes del vehículo.

El tercer uso de PO, llamado PO-3, es desafiar un cambio. Cuando una idea se desafía con PO no significa que la idea sea correcta o equivocada o que necesita cambiarse. Uno pone la idea original de lado, sin rechazarla, y comienza buscando nuevas ideas.



Una vez que se ha introducido PO, entonces la flexibilidad, el movimiento y las alternativas se convierten en algo más importante que tratar de estar en lo correcto todo el tiempo. Así nos protegemos de la arrogancia y el dogmatismo.

Después de plantear una provocación, esta se utiliza para llegar a otra idea que sea conveniente. A este uso se le ha llamado movimiento, donde solo nos interesa saber hacia dónde podemos desplazarnos a partir de la provocación.

El movimiento significa la disposición a desplazarnos de una manera positiva e indagadora, en vez de detenernos para juzgar si algo es correcto o erróneo.

Hay cinco técnicas para ponerse en movimiento: extraer un principio, enfocarnos sobre la diferencia, minuto a minuto, aspectos positivos y las circunstancias.

En la primera técnica, extraer un principio, uno examina una provocación y trata de extraer de ella un concepto. Después se intenta construir una idea útil alrededor de este principio.

Por ejemplo. Suponga que se está tratando de elegir el mejor sitio para la construcción de un aeropuerto y se ha llegado a la provocación siguiente:

PO los aviones pueden aterrizar y despegar sin ruedas en el tren de aterrizaje. El principio puede ser navegar sin ruedas. Existen aviones que pueden aterrizar y despegar en el agua, sin ruedas. Entonces una idea podría ser construir canales con agua que sustituyan a las pistas actuales. Tal vez se podría elegir construir aeropuertos cerca del mar.

En la segunda técnica, enfocarnos sobre la diferencia, se compara la provocación con la manera actual de hacer las cosas, nos concentramos en las diferencias y las examinamos con el propósito de ver si podrían conducirnos a otras ideas interesantes.

Considere un estacionamiento para los automóviles de los profesores de ingeniería, donde cruza una vía para que circulen bicicletas y donde pasan además, a pie, estudiantes, profesores y trabajadores de otras facultades en una cierta universidad. Vea la figura 3.2.



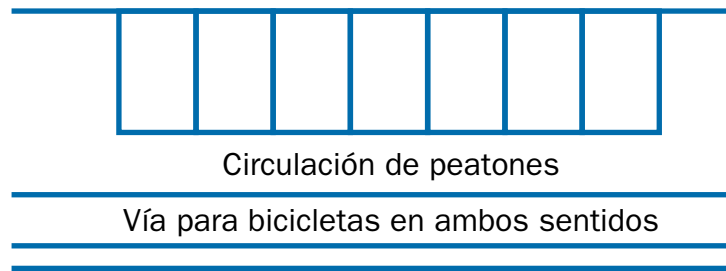


Figura 3.2 Estacionamiento para vehículos, vía para bicicletas y paso peatonal

En el extremo izquierdo de la figura está la única entrada donde llegan y salen los automóviles de los profesores. Los peatones circulan invadiendo la vía para bicicletas. Existen otros estacionamientos, pero, generalmente, están muy ocupados.

Se ha elaborado la provocación siguiente: PO se prohíbe la entrada de vehículos, peatones y bicicletas al estacionamiento.

La diferencia es que se tendría un espacio cerrado, en vez del abierto que existe actualmente. Una idea que surge es dejar el estacionamiento para profesores ya que los otros están saturados. Permitir que pasen peatones y hacer que la vía para bicicletas pase por arriba. Esta solución tendría varias ventajas para profesores, ciclistas y peatones: las bicicletas podrían circular sin interferencias con los vehículos que se van a estacionar y los peatones que invaden su vía; otra, los peatones tendrían más espacio y solo deberían cuidarse de los vehículos que hacen maniobras al estacionarse y al salir, pero ya no se preocuparían porque los pueda atropellar una bicicleta que es silenciosa.

En la tercera técnica de movimiento, minuto a minuto, imaginamos la provocación hecha realidad, aunque eso signifique entregarnos a la fantasía. Visualizamos lo que sucedería minuto a minuto. Luego a partir de esta observación tratamos de desarrollar un concepto o una idea interesante.

Consideraremos el problema de la alta concentración de la contaminación en la Ciudad de México, debida principalmente a los vehículos de gasolina que circulan en ella.

El M. en I. Francisco José Álvarez y Caso propuso la provocación: PO Los vehículos de gasolina son nocivos para la salud y por tanto hay que prohibir su circulación en la Ciudad de México.



¿Qué pasaría si se instrumentase esta prohibición? Que los dueños de los vehículos estarían sumamente enojados, posiblemente con justa razón, ya que necesitan desplazarse de sus casas al trabajo, a las escuelas de sus hijos, a realizar compras de alimentos, a ir a la lavandería y a la tintorería y no existe un sistema de transporte público que sea limpio, seguro, eficaz y eficiente. El mismo maestro sugiere que para evitar esto el gobierno de la ciudad podría crear una empresa de vehículos eléctricos que realizase convenios con las empresas fabricantes y distribuidoras de automotores, donde se recibirían los vehículos de gasolina y a cambio se darían los eléctricos. A dichos vehículos de gasolina se les confeccionarían las adaptaciones requeridas. Estos cambios procederían de manera gradual y con el mínimo de ganancias para la empresa. Se cerrarían los Centros de Verificación ya que no se necesitarían. Las gasolineras también tendrían que adaptarse para que en vez de gasolina o diésel proporcionasen energía eléctrica. Los autobuses y camiones de carga llegarían a terminales en la periferia de la ciudad donde se harían los transbordos de personas y mercancías.

En la cuarta técnica de movimiento, aspectos positivos, se buscan directamente las ventajas de la provocación y se trata de avanzar con ellas a una nueva idea.

Considere la provocación siguiente: PO a las personas que llegan con retraso a su trabajo se les deberían dar toques eléctricos moderados.

Esta provocación tiene las ventajas siguientes:

- La puntualidad se incrementaría
- Aumentaría la demanda de máquinas que dan toques
- No habría interrupciones en las sesiones de trabajo
- Las personas puntuales gozarían al ver la cara de la persona que llegó tarde
- Las personas despertarían completamente al sentir los toques
- Tal vez algunas personas se acostumbrarían a los toques
- Mejoraría la circulación de la sangre de las personas a quienes se les dieran los toques
- Una idea que podría surgir sería fundar una empresa que vendiera máquinas para dar toques.



En la quinta técnica, circunstancias, se observa el entorno en busca de las circunstancias especiales que otorgarían validez a la provocación.

En la provocación PO una autopista debe tener muchas curvas, las circunstancias que le darían validez sería un terreno montañoso, muy accidentado.

Aportación del azar

Supongamos que tenemos una situación donde necesitamos la aportación de ideas nuevas. Entonces introducimos una palabra seleccionada al azar y la unimos a esta. Por ejemplo, se está considerando la situación en los supermercados donde los clientes comen la fruta sin pagarla.

Algunas ideas para solventar este problema son:

- Poner un policia que les llame la atención a las personas que vea comiendo fruta.
- Tener una cámara que capte a las personas que comen la fruta.
- Colocar la fruta en un lugar donde no puedan acceder los clientes y que existan despachadores que la proporcionen en las cantidades que les pidan los clientes y la cobren de inmediato.

Pero se desean nuevas ideas. Entonces, se recurre a la técnica de aportación del azar. Para ello se escoge una palabra al azar. Una forma de escogerla es utilizar un libro y con los ojos cerrados se abre en una página y con un dedo se señala una palabra que sea un sustantivo. Si no es sustantivo, se repite el procedimiento hasta encontrarlo.

Al hacer esto obtuvimos bolsa de valores. Se utiliza PO para unir la situación con la palabra al azar, quedando:

- Los clientes comen fruta sin pagarla PO bolsa de valores

La primera característica que se nos ocurre de la bolsa de valores es que en ella las acciones suben y bajan de valor. Una idea nueva es colocar la fruta que se descompondría al día siguiente en un lugar donde se tuviera un anuncio “Pruebe esta fruta, está deliciosa y es gratis”.



En esta técnica no hay que enumerar todas las características de la palabra al azar, sino solo tomar la primera que se nos ocurra y tratemos de que funcione.

En este ejemplo hemos utilizado una palabra al azar, porque una palabra contiene muchas funciones, conceptos, detalles y asociaciones, pero la técnica no se limita solo a palabras, pueden ser ilustraciones, fotografías, dibujos u objetos.

Seis sombreros para pensar

De Bono (1991) comenta que la dificultad principal para el pensamiento es el desconcierto. Pretendemos realizar demasiado al mismo tiempo. Las emociones (color rojo), la información (color blanco), la lógica (color negro), la esperanza (color amarillo) y la creatividad (color verde) nos abruman si las utilizamos juntas. Con el uso de seis sombreros, cada uno con un color diferente, podemos pensar sin interferencias.

Esos seis sombreros son:

Sombrero blanco: El blanco es neutro y objetivo. Se ocupa de hechos y de cifras. Una computadora da los hechos sin interpretaciones ni opiniones. Con este sombrero debemos ser como ella.

Hay dos niveles de hechos, los de primer nivel que están verificados y probados y los de segundo, que se piensa son verdaderos pero que es necesario verificarlos. Cuando se presentan hay que especificar a qué nivel pertenecen.

Sombrero rojo: El rojo sugiere ira, furia y emociones. Este da el punto emocional. No requiere de justificación alguna. Las emociones pueden ser las comunes como miedo, disgusto, sospecha, celos, amor o más complejas como presentimientos, intuiciones, sensaciones, preferencias.

Sombrero negro: El negro es triste y negativo. Cubre los aspectos negativos, por qué algo no se puede hacer. Cuando se usa este sombrero se puede dar rienda suelta a la negatividad. Una de las obligaciones del pensamiento de sombrero negro es señalar los riesgos, peligros, déficits y problemas potenciales.



Al sombrero negro le incumbe señalar lo que está mal, lo erróneo y lo incorrecto, pero no le corresponde solucionar dichos problemas.

Sombrero amarillo: El amarillo es alegre y positivo. Es optimista y cubre la esperanza y los aspectos positivos. Los aspectos generativo y constructivo del pensamiento son materia de este sombrero. De él surgen propuestas concretas y de hacer que las cosas ocurran. Puede ser buscador de oportunidades, permitiendo además visiones y sueños.

Sombrero verde: El verde es vegetación y crecimiento fértil. Indica creatividad e ideas nuevas. Del pensamiento de sombrero verde podemos exigir esfuerzo, que se reserve tiempo para generar nuevas ideas. Con este pensamiento hay que ir más allá de lo conocido, lo obvio y lo satisfactorio.

El lenguaje del movimiento reemplaza al del juicio. En este lenguaje se tienen las preguntas siguientes: ¿qué es lo interesante de esta idea?, ¿qué tiene de diferente?, ¿qué sugiere?, ¿a qué conduce?

Sombrero azul: El azul es el color del cielo, que está por encima de todo. Se ocupa del control y la organización del proceso del pensamiento y del uso de los otros sombreros. Este pensamiento establece el foco, define los problemas, elabora las preguntas y determina las tareas de pensamiento que se van a desarrollar. Es responsable de la síntesis, la visión global y las conclusiones.

En la práctica de esta técnica uno se refiere siempre a los sombreros por sus colores, no por sus funciones.

Resumiendo, el propósito de los seis sombreros para pensar es desembarrollar el pensamiento, de manera que el pensador pueda utilizar un modo de pensar después de otro, en lugar de intentar hacer todo al mismo tiempo. Este método también nos permite apartarnos de la discusión, obteniéndose así un análisis más provechoso. Con el sombrero negro las personas pueden descubrir los peligros; con el amarillo, investigan los beneficios; con el verde, plantean nuevas posibilidades. En vez de enfrentamientos hay diálogos con cooperación y análisis conjuntos.



Técnicas para generar ideas de Grossman *et al.* (1992)

El caleidoscopio

Esta técnica toma elementos ya existentes y los convierte en algo nuevo. Con esta técnica se generan ideas. Cuando varias personas la aplican llegan a diversas soluciones, así como al agitar un caleidoscopio cada persona forma sus propias figuras. Comprende tres partes: la descripción del problema, el trazo de imágenes del futuro y el uso de analogías.

Parte 1. Descripción del problema

- Narración breve
- ¿Qué se perdería si no se hiciera nada?
- ¿Qué se ha intentado hasta ahora?
- ¿Qué beneficios ofrece la situación actual?
- Resuma su problema con una formulación de “¿Cómo ... ?”

Parte 2. Trazo de imágenes del futuro

- ¿Quién se está beneficiando?
- ¿Quién está perdiendo?
- Los recursos humanos
- Viaje al salón de la fama
- Todos a trabajar
- ¿Qué es lo excitante de todo esto?
- Principios generales

Parte 3. Uso de analogías

- Mundos paralelos
- Excavando en busca del oro
- Puliendo para la perfección

Se ejemplificarán cada una de estas partes.



Parte 1. Descripción del problema.

Narración breve: Congestionamiento de vehículos en la Ciudad de México.

¿Qué se perdería si no se hiciera nada? Los habitantes de la ciudad perderán mucho tiempo para trasladarse; los vehículos gastarán más combustible y consecuentemente contaminarán más; habrá mayor posibilidad de accidentes por personas imprudentes que quieren avanzar a como de lugar; los congestionamientos se incrementarán; crecerá el comercio ambulante en detrimento del comercio establecido y por tanto se colectarán menos impuestos; habrá contaminación por ruido porque algunas personas tocarán el claxon; aumentará el estrés en los conductores; los vehículos de emergencia llegarán más tarde a prestarle ayuda al herido; los tiempos de traslado de la vivienda al trabajo aumentarán exponencialmente; los conductores de automóvil continuarán manejando su vehículo ya que no tienen otra opción puesto que el servicio público de transporte no les satisface.

¿Qué se ha intentado hasta ahora? Se han construido segundos pisos de periférico, varias líneas de metrobús, servicio de préstamo de bicicletas y un Programa “Hoy no circula” para que el 20% de los vehículos deje de circular un día.

¿Qué beneficios ofrece la situación actual? En algunos tramos del segundo piso del periférico se cobra peaje lo cual genera beneficios a las compañías que tienen la concesión. Las empresas concesionarias del metrobús obtienen muchas ganancias porque sus vehículos tienen porcentajes de ocupación altos. Con el Programa “Hoy no circula” obtienen beneficios las compañías distribuidoras de automóvil porque los autos nuevos pueden transitar todos los días, así como los que venden autos usados para personas que quieren disponer de otro vehículo el día que les toca no circular en el suyo.

Resuma su problema con una formulación de “¿Cómo ... ? ¿Cómo resolver el problema de congestionamiento vial?, ¿cómo reducir el número de vehículos que transitan?, ¿cómo mejorar la fluidez del sistema vial



actual?, ¿cómo aumentar la superficie vial disponible?, ¿cómo conseguir que cada vehículo lleve a más de una persona?, ¿cómo desanimar a los conductores a conducir por la ciudad?

Parte 2. Trazo de imágenes del futuro, donde se supone que se ha instrumentado ya exitosamente una solución.

Continuaremos ejemplificando esta parte con el problema de congestión vial en la Ciudad de México.

¿Quién se está beneficiando? Las personas que han reducido notablemente sus tiempos de traslado (del hogar al trabajo, a la escuela, a sitios de compras, a lugares de tratamientos médicos y viceversa). Los conductores de vehículos de emergencia (ambulancias, patrullas policíacas, bomberos) que pueden llegar muy rápido a donde se les necesita. Los conductores de vehículos de carga. Los ciclistas que pueden transitar con facilidad de manera segura. Los habitantes de la ciudad que disfrutarán de un aire más puro.

¿Quién está perdiendo? Los vendedores ambulantes porque al fluir los vehículos con rapidez sus conductores no comprarán los artículos que están ofreciendo. Los dueños de gasolineras porque se consumirá menos gasolina. Los médicos y las compañías farmacéuticas porque los habitantes de la ciudad se enfermarán menos al respirar aire no contaminado. Las compañías de seguros porque habrá menos posibilidad de accidentes y por tanto disminuirá el número de asegurados. Los taxistas porque los operadores de autobuses podrán programar sus itinerarios así como los usuarios podrán calcular sus tiempos de viaje y no necesitarán tomar taxi de manera casi regular.

Los recursos humanos: accionistas y directivos de empresas concesionarias del segundo piso del periférico y del metrobús, conductores y usuarios de autobuses y taxis, conductores de automóviles, conductores de camiones de carga, policías de tránsito, planificadores urbanos. Viaje al salón de la fama: en este apartado se debe incluir a personajes ficticios y reales o que ya han desaparecido. Se sugieren al exregente Uruchurtu, a Superman, y a Edison y Tesla.



Todos a trabajar: El exregente estará administrando la ciudad, embelleciéndola, logrando que esté limpia y evitando la construcción de más edificios muy altos; convenciendo al presidente de la República, a los secretarios de Estado y a los rectores de las principales universidades que se cambien a otra urbe para coadyuvar en la solución del congestionamiento vehicular, la falta de estacionamientos y la escasez de agua; coordinando programas para que las distribuidoras de automóviles puedan recibir coches de gasolina y a cambio proporcionen vehículos eléctricos a bajo costo; instituyendo equipos de trabajo que transformen las gasolineras en centros de carga eléctrica para vehículos; dirigiendo equipos de planeación que vean la posibilidad de que se construyan y operen vehículos de transporte público eléctricos como trolebuses y monorrieles elevados, en diversos tramos de la vialidad en la metrópoli. Supermán estará volando, detectando las zonas donde se producen los congestionamientos e informando a las autoridades de tránsito.

Edison y Tesla estarán produciendo innovaciones para que las personas puedan realizar el trabajo en sus casas y se disminuya la necesidad de traslado, así como inventando vehículos que permitan que el servicio público de pasajeros sea más eficiente, con la finalidad de disminuir el tiempo de traslado y aumentar el confort de los pasajeros.

Las autoridades de tránsito se sentirán con la responsabilidad de que los vehículos transiten de la mejor manera posible a fin de cancelar el Programa Hoy no circula.

Los distribuidores de automóviles estarán vendiendo automóviles eléctricos a bajo costo.

¿Qué es lo excitante de todo esto? La posibilidad de que no existan congestionamientos viales en la Ciudad de México.

Principios generales:

Los vehículos circularán todos los días sin contaminar el ambiente.

El servicio público de transporte será económico, cómodo, con itinerarios y horarios establecidos, para que las personas puedan programar cuándo y dónde lo abordarán.

La población disfrutará de mejor salud al no existir contaminación.



Parte 3. Uso de analogías.

Mundos paralelos: Aquí hay que establecer tres o más mundos paralelos a los principios generales que encontró en la etapa anterior, para elegir uno de ellos.

En nuestro ejemplo, se eligió el mundo de la educación.

Excavando en busca del oro: primero se busca información valiosa sobre el mundo paralelo elegido y se plasma en la primera columna de una tabla que consta de dos columnas, en la segunda columna se escribe como encabezado alguno de los cómo encontrados en la Parte 1. Esto puede verse en la tabla 3.1 donde la mayoría de los renglones de la primera columna se captaron de Dryden y Vos (2004).

Tabla 3.1 Excavando en busca del oro

| Educación | ¿Cómo mejorar la fluidez del sistema vial actual? |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Toda comunidad tiene bienes educativos: tierra, construcciones, maestros y administradores. 2. El aprendizaje continuo durante toda la vida será un hecho clave en la vida de todos. 3. El progreso dependerá mucho de la visión y del impulso de los líderes individuales: directores, maestros, padres, administradores y líderes políticos. 4. La educación es un proceso que abarca toda la vida y debe hacer participar a las familias. 5. La educación debe estar fuertemente basada en valores, en el desarrollo del carácter, en la calidad, la alta tecnología y tener un énfasis muy fuerte en el pensamiento positivo, atrevido y creativo. 6. Debe tomar en cuenta todos los tipos de inteligencia y los diferentes estilos de aprendizaje. 7. Ningún cambio en la educación será exitoso si no hace un énfasis importante en la capacitación de los maestros y su capacitación continua. | |



| Educación | ¿Cómo mejorar la fluidez del sistema vial actual? |
|---|---|
| 8. La educación necesita poner mucha más atención a la investigación y el desarrollo. 9. Toda la comunidad necesita estar involucrada. 10. Las evaluaciones de lápiz y papel ponen a prueba solo una parte muy pequeña de la capacidad de una persona en casi todos los temas. 11. Se debe utilizar la tecnología del mañana. 12. Es conveniente alejar la enseñanza del salón de clases tradicional. | |

Empleando estos elementos como claves para hacer brotar las ideas, la tabla 3.2 muestra algunas de las ideas que surgieron.

Tabla 3.2 Asociaciones forzadas

| Educación | ¿Cómo mejorar la fluidez del sistema vial actual? |
|---|---|
| 1. Toda comunidad tiene bienes educativos: tierra, construcciones, maestros y administradores. 2. El aprendizaje continuo durante toda la vida será un hecho clave en la vida de todos. 3. El progreso dependerá mucho de la visión y del impulso de los líderes individuales: directores, maestros, padres, administradores y líderes políticos. 4. La educación es un proceso que abarca toda la vida y debe hacer participar a las familias. 5. La educación debe estar fuertemente basada en valores, en el desarrollo del carácter, en la calidad, la alta tecnología y tener un énfasis muy fuerte en el pensamiento positivo, atrevido y creativo. | 1. El congestionamiento vial no está en toda la ciudad ni a todas horas, existen puntos de congestionamiento en ciertos lugares y en ciertas horas, por lo que habrá que detectarlos, para determinar sus causas. 2. Examinar continuamente las horas y los lugares donde se presentan los mayores congestionamientos, así como las repercusiones que tienen. 3. Realizar reuniones con los líderes de la ciudad para determinar su visión sobre el funcionamiento del sistema vial. 4. Hay que hacer participar permanentemente a las familias para determinar las acciones que mejoren la fluidez del sistema vial. Existen rutas no congestionadas pero que no son conocidas por los usuarios, por lo que es conveniente hacer un sistema que indique por dónde se puede circular más rápido. |





| Educación | ¿Cómo mejorar la fluidez del sistema vial actual? |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 6. Debe tomar en cuenta todos los tipos de inteligencia y los diferentes estilos de aprendizaje. 7. Ningún cambio en la educación será exitoso si no hace un énfasis importante en la capacitación de los maestros y su capacitación continua. 8. La educación necesita poner mucha más atención a la investigación y el desarrollo. 9. Toda la comunidad necesita estar involucrada. 10. Las evaluaciones de lápiz y papel ponen a prueba solo una parte muy pequeña de la capacidad de una persona en casi todos los temas. 11. Se debe utilizar la tecnología del mañana. 12. Es conveniente alejar la enseñanza del salón de clases tradicional. | <ol style="list-style-type: none"> 5. En vez de reglamentos de tránsito restrictivos con multas, se deberá concientizar a la población sobre los beneficios de lograr un sistema vial con el mínimo de congestiones. 6. Se deberán contemplar todos los tipos de viaje y los diferentes modos de satisfacerlos. 7. Capacitar a las autoridades para que las medidas que tomen no afecten negativamente a la mayoría de la población. 8. Los funcionarios de planeación y operación del transporte en la ciudad deberán prestar más atención a la investigación y desarrollo. 9. Se deberá involucrar a toda la comunidad pidiéndole a los habitantes de la Ciudad de México sus sugerencias para mejorar al sistema vial. 10. Las autoridades deberán evaluar el funcionamiento del sistema vial, pero también lo deberán evaluar los usuarios, con el fin de determinar lo que está bien, lo que está mal y lo que pueden ser oportunidades para que funcione aún mejor el sistema. 11. Habrá que usar la mejor tecnología. 12. Habrá que cambiar el concepto que los expertos saben lo que debe hacerse y que la comunidad debe sufrir los resultados de las acciones que toman. |

Puliendo para la perfección: En este momento se reúnen todas las ideas, para seleccionar aquellas que tengan el mayor potencial para pulirlas eliminando sus imperfecciones. Comenzamos con la idea más prometedora y se contestan dos preguntas: ¿qué es útil? y ¿qué le falta?

Para el ejemplo que se está desarrollando se tomó la idea: mejorar el sistema de transporte público, usar vehículos eléctricos, detectar las zonas congestionadas y hacer participar a la comunidad.

¿Qué es útil?

- A. Si el sistema de transporte público tiene itinerarios con rutas y horarios establecidos, con asientos cómodos y lugares vacíos, los conductores de automóviles estarán motivados para usarlo.
- B. El uso de vehículos eléctricos (trolebús, monorriel y autos) hará que disminuya notablemente la contaminación del aire en la ciudad, mejorando la salud de sus habitantes.
- C. Si de manera continua la comunidad está detectando las zonas congestionadas y se lo hace saber a las autoridades responsables, estas podrán determinar sus causas, con la finalidad de que los agentes de tránsito puedan actuar en esos casos (quizá desconectando algún semáforo, desviando el tránsito hacia rutas sin congestionamiento, llamando a grúas para que quiten algún vehículo que esté obstaculizando el movimiento fluido de los demás, etc.).

¿Qué le falta?

Coordinar los diferentes modos de transporte, metro, metrobús, monorriel, trolebús, motocicletas, bicicletas, patinetas, patines, a pie, para que sea factible diseñar rutas donde se puedan hacer transbordos convenientes.

Construir vías para que las motocicletas, las patinetas, los patines y los peatones puedan circular con seguridad.

Elaborar y colocar señalamientos para que los conductores no se pierdan y puedan llegar a su destino con facilidad.

Sustituir las gasolineras con sitios donde sea posible recargar los vehículos eléctricos.

Calcular las nuevas cantidades de energía eléctrica que se requerirán, con el fin de generarla y que se satisfaga la demanda.

Incrementar los trabajos en casa y la educación a distancia.



La caja paradójica

Esta técnica consta también de tres partes.

Parte 1. Describiendo la situación en el futuro

- Imagine que su problema está resuelto
- ¿Quiénes están involucrados?
- ¿Qué están haciendo?
- Seleccionar los renglones interesantes
- Encontrar palabras esenciales

Parte 2. Describiendo la situación en el presente

- Sintetizar su situación actual
- ¿Qué ha intentado?
- Crear una lista de antónimos
- Combinar las listas
- Cambiar el adjetivo por un sustantivo
- Escoger la mejor contradicción

Parte 3. La imagen análoga

- Encontrar un mundo paralelo
- Establecer un formato de asociación forzada
- Lista de características
- Terminar la asociación forzada
- Elegir la mejor idea
- Determinar lo que es útil y lo que falta

Se ejemplificará la técnica con el transporte en el campus de una universidad grande, donde este está funcionando bien pero, obviamente, puede mejorar.

Parte 1. Describiendo la situación en el futuro.

Imagine que su problema está resuelto. Aquí supondremos que se han encontrado formas de mejorar el transporte en el campus universitario, que se han instrumentado y que están dando resultado. Existe una



coordinación entre los diferentes modos de transporte de manera que los estudiantes, los profesores, los investigadores, el personal administrativo y los directivos pasan el menor tiempo para trasladarse de las estaciones del metro, del metrobús y de los estacionamientos a sus respectivos edificios.

¿Quiénes están involucrados? Elabore una tabla con dos columnas y en la primera anote a todos los implicados. Esto se ha realizado en la tabla 3.3

Tabla 3.3 Involucrados

| Personas |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes en 14 facultades • Profesores de asignatura en 14 facultades • Profesores de carrera y ayudantes en 14 facultades • Investigadores y ayudantes en 31 institutos • Investigadores y ayudantes en 12 centros de investigación • El rector • Directivos de las facultades, institutos y centros de investigación • 38 directores generales • Secretario general • 4 secretarios • Personal en las facultades, institutos, centros de investigación, rectoría, direcciones generales, Secretaría General y secretarías • Choferes de autobuses que circulan en el campus sin cobrar a quienes los abordan • Choferes de taxis que circulan solo en el campus • Choferes de taxis que circulan en el campus y van o vienen de fuera • Personal que opera el monorriel • Personal en patrullas para la seguridad del campus • Personal que presta y recibe bicicletas • Personal en cafeterías • Personal en comercios |

¿Qué están haciendo? En este futuro continuamos considerando que todo está exactamente como lo deseamos. Tendremos que imaginar lo que están realizando las personas y anotarlos en la segunda columna de la tabla anterior. Esto se muestra en la tabla 3.4



Tabla 3.4 Transporte en el campus

| Personas | Qué están haciendo |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes en 14 facultades • Profesores de asignatura en 14 facultades • Profesores de carrera y ayudantes en 14 facultades • Investigadores y ayudantes en 31 institutos • Investigadores y ayudantes en 12 centros de investigación • El rector • Directivos de las facultades, institutos y centros de investigación • 38 directores generales • Secretario general y 4 secretarios • Personal en las facultades, institutos, centros de investigación, rectoría, direcciones generales, secretaría general y secretarías • Choferes de autobuses internos en el campus • Choferes de taxis que circulan solo en el campus • Choferes de los otros taxis • Personal del monorriel • Personal en patrullas para la seguridad del campus • Personal que presta y recibe bicicletas • Personal en cafeterías • Personal en comercios | <p>Llegan del metro, del metrobús o de algún estacionamiento, van a su facultad y cuando terminan sus clases hacen el recorrido de regreso. Para llegar a tiempo a sus clases no están teniendo que esperar a que salga el autobús interno o tomar un taxi, de los que solo circulan en el campus.</p> <p>Igual que los estudiantes solo que el tiempo de permanencia en la facultad es menor.</p> <p>Llegan del metro, del metrobús o de algún estacionamiento y van a un cubículo en su facultad y cuando termina su horario de trabajo hacen el recorrido de regreso.</p> <p>Los que solían manejar su coche ya no están dando vueltas en el estacionamiento de su facultad tratando de encontrar lugar para estacionarse, ya que tendrán que dejarlo en alguno de los estacionamientos en la periferia del campus.</p> <p>Igual que en el caso de profesores de carrera solo que en lugar de ir a su facultad van a su instituto.</p> <p>Igual que en el caso anterior solo que van a su centro.</p> <p>Ha analizado, discutido y aprobado, en su caso, los proyectos que se le han presentado para mejorar el funcionamiento del transporte en el campus. Está consiguiendo y asignando los recursos que se requieren para dichos proyectos.</p> <p>Están llegando a sus edificios a pie, en bicicleta o en vehículo eléctrico.</p> <p>Igual que en el caso anterior.</p> |





| Personas | Qué están haciendo |
|----------|---|
| | <p>Han elaborado los proyectos para mejorar el funcionamiento del transporte en el campus.</p> <p>Están llegando a sus edificios a pie, en bicicleta o en vehículo eléctrico.</p> <p>Como ya no hay autobuses que circulen en el campus, han sido reasignados a los lugares donde se prestan o reciben bicicletas o a la operación del monorriel.</p> <p>Como ya no se permite la circulación de taxis en el campus están prestando sus servicios en otro lugar.</p> <p>Están dejando a sus pasajeros en las entradas del campus, ya que no se les permite entrar a él.</p> <p>Están operando el monorriel para que sea puntual en los horarios anunciados.</p> <p>Están circulando en vehículos eléctricos. No se permite la entrada de ningún otro vehículo al campus, durante el día.</p> <p>Están agilizando su trabajo para que los estudiantes y maestros puedan llegar a tiempo a sus clases.</p> <p>Están atendiendo a sus clientes y algunos de ellos recibiendo alimentos de camiones que podrán circular en el campus solo después de las once de la noche.</p> <p>Están atendiendo a sus clientes y algunos de ellos recibiendo mercancías de camiones que podrán circular en el campus solo después de las once de la noche.</p> |

Seleccionar los renglones interesantes. Hay que examinar todas nuestras anotaciones en la segunda columna de la tabla anterior y elegir todas las que consideremos importantes para mejorar la situación o que nos interesen de alguna manera. En nuestro ejemplo se han elegido:

- Los estudiantes y los maestros no están teniendo que esperar a que salga el autobús interno o tomando un taxi, de los que solo circulan en el campus, para llegar puntuales a sus clases.
- Los profesores, investigadores y ayudantes que solían manejar su coche ya no están dando vueltas en el estacionamiento tratando de encontrar lugar para estacionarse.
- Están llegando a sus edificios a pie, en bicicleta o en vehículo eléctrico.
- Ya no hay automóviles ni motocicletas que circulen en el campus, con excepción de las patrullas que serán eléctricas.
- Están operando el monorriel para que sea puntual en los horarios anunciados.

Encontrar palabras esenciales. Aquí hay que crear una lista de palabras que de alguna manera capten la esencia, la percepción o el propósito de los renglones interesantes.

En nuestro ejemplo:

- Puntual
- Eficiente

Parte 2. Describiendo la situación en el presente.

Sintetizar su situación actual. Los estudiantes tienen que esperar el autobús interno que los lleve a su facultad. Si se tarda mucho, toman un taxi interno. Los automóviles, los autobuses, los camiones y los taxis, tanto internos como externos, contaminan el aire en el campus.

En las intersecciones de paso de vehículos y de peatones están instalados semáforos que hacen que los vehículos aceleren y paren y vuelvan a acelerar y parar.



Los autobuses internos tienen un carril exclusivo, Como se prohíbe el estacionamiento en los carriles restantes, se ha generado un problema de escasez de espacio.

No existen carriles exclusivos para bicicletas, inclusive en algunas ocasiones tienen que circular en estacionamientos al lado de coches y peatones. No hay coordinación entre los diferentes modos de transporte.

¿Qué ha intentado? Se introdujeron autobuses internos con varias rutas y carril exclusivo. Se instalaron semáforos en los cruces de alumnos a pie o en bicicleta.

Crear una lista de antónimos. Se desarrolla una segunda lista de palabras que sean antónimos de las palabras esenciales futuras. En nuestro ejemplo:

- impuntual
- ineficiente

Combinar las listas. Se acopla cada uno de los antónimos con cada una de las palabras esenciales. Así tenemos:

- impuntual-puntual
- impuntual-eficiente
- ineficiente-puntual
- ineficiente-eficiente

Cambiar el adjetivo por un sustantivo. En los pares de palabras anteriores se cambia la segunda palabra por su sustantivo correspondiente.

- impuntual-impuntualidad
- impuntual-eficiencia
- ineficiente-puntualidad
- ineficiente-eficiencia



Escoger la mejor contradicción. Se examina la lista anterior y se escoge la que capta mejor la paradoja entre las situaciones presente y futura. Se eligió eficiencia-ineficiente.

Parte 3. La imagen análoga.

Encontrar un mundo paralelo. Hay que elegir un mundo que esté alejado de la situación que se esté analizando. En este caso se escogió La técnica Alexander. Puede verse esta técnica en Alexander (1995a y 1995b) Gelb (1987) y Spindler (2007)

Establecer un formato de asociación forzada. Se construye una tabla de dos columnas, donde en la primera columna está el mundo paralelo y en la segunda la frase “Cómo desarrollar (la paradoja de dos palabras)” Esto se encuentra en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Asociación forzada

| La técnica Alexander | Cómo desarrollar eficiencia ineficiente |
|----------------------|---|
| | |

Lista de características. En la primera columna se deben anotar las características del mundo elegido. Siguiendo nuestro ejemplo, tenemos la tabla 3.6

Tabla 3.6 Transporte en el campus

| La técnica Alexander | Cómo desarrollar eficiencia ineficiente |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Se tiene la coordinación cuerpo-mente • Dejar libre el cuello • Permitir que la cabeza vaya arriba y adelante • Consentir que la espalda se alargue y se ensanche • Autorizar que las rodillas vayan adelante y hacia afuera • Conceder que las articulaciones se liberen | |



Terminar la asociación forzada. Las ideas que surjan se escriben en la segunda columna de la tabla. Esto se ha realizado en la tabla 3.7

Tabla 3.7 Transporte en el campus

| La Técnica Alexander | Cómo desarrollar eficiencia ineficiente |
|---|--|
| Se tiene la coordinación cuerpo-mente. | Los modos de transporte en el campus deberán estar coordinados, de manera que el todo trabaje con eficiencia aunque algunos de ellos lo hagan de forma ineficiente. |
| Dejar libre el cuello. | Detectar los cuellos de botella del transporte en el campus y hacer que fluyan libremente. |
| Permitir que la cabeza vaya arriba y adelante. | Los planeadores y administradores del transporte en el campus deberán tomar en cuenta el bienestar de la comunidad universitaria, así como de los visitantes del campus, tratando de alentarlos para que repitan sus visitas, pensando por adelantado los posibles percances y tomando las acciones para evitarlos, aunque algunas de estas medidas afecten a los directivos. |
| Consentir que la espalda se alargue y se ensanche. | Ampliar la red vial a lo largo y lo ancho del campus. En esta red vial están la ruta del monorriel, los segundos pisos exclusivos para bicicletas, eliminación de semáforos y construcción de pasos peatonales que no interfieran con el tránsito de vehículos. |
| Autorizar que las rodillas vayan adelante y hacia afuera. | En el sistema de transporte las rodillas corresponden a los puntos de articulación de varios modos de transporte, para que, por ejemplo, cuando bajen de una estación del monorriel, esté cerca el lugar para pedir prestada una bicicleta y las vías para llegar de manera eficiente a su destino, o veredas para que puedan hacerlo caminando (lo cual aunque ineficiente, compensa dicha ineficiencia porque se puede disfrutar de la vegetación y respirar aire puro). |
| Conceder que las articulaciones se liberen. | |



Elegir la mejor idea. Se revisará la segunda columna para escoger la idea que pensemos tiene el mayor potencial para mejorar la situación. En nuestro ejemplo se ha seleccionado: Los modos de transporte en el campus deberán estar coordinados, de manera que el todo trabaje con eficiencia aunque algunos de ellos lo hagan de forma ineficiente.

Determinar lo que es útil y lo que falta

¿Qué es útil?

La mayoría de los estudiantes y profesores llegan a tiempo a sus clases. Se ha eliminado la contaminación del aire debido a que ya no circulan vehículos que emitan gases en sus escapes.

Es posible calcular el tiempo para pasar de un sitio a otro del campus. Hay andadores donde se puede disfrutar del campus sin interferencias con vehículos.

Hay ahorros de gasolina y de mantenimiento de los autobuses que antes circulaban casi continuamente en el campus.

Se tienen ahorros porque al no circular vehículos (sólo estarán las patrullas de vigilancia, las ambulancias, los carros de bomberos y las bicicletas) no hay desgaste fuerte en los pavimentos.

No habrá necesidad de contar con semáforos.

¿Qué falta?

Elaborar un mapa donde estén localizadas las rutas del monorriel, vías para bicicletas, andadores, vías para vehículos eléctricos, estacionamientos periféricos y determinar el presupuesto requerido para realizar la idea. También es conveniente hacer una maqueta y un video que muestre los beneficios. Además, se deberán considerar todos aquellos aspectos para hacer la transición de la situación actual a la deseada. Asimismo, habrá que contemplar la posible oposición de los choferes de



autobuses internos de gasolina que circulan actualmente, así como la de los choferes de taxis que solo dan servicio dentro del campus y de los usuarios que van a tener que dejar su vehículo de gasolina y tomar el nuevo sistema de transporte.

¿Qué es útil?

Se tienen todos los elementos para hacer una presentación al rector y si él considera que es adecuada la idea, tomará las acciones que se requieran.

¿Qué falta?

Nada.

Venta de las soluciones

En este punto se verán sugerencias para obtener apoyo para hacer de una idea una realidad.

Henry Ford dijo en una ocasión: “Si existe algún secreto del éxito, consiste en la capacidad de entender el punto de vista de la otra persona y ver las cosas, tanto desde su perspectiva como desde la nuestra”.

Grossman, Rodgers y Moore mencionan que existen cuatro tipos de personas: el analítico, el instrumentador, el imaginativo y el colaborativo.

El analítico piensa secuencial y lógicamente. Las ideas que probablemente aceptan más son aquellas donde existen aspectos que se pueden calcular. Hacen preguntas de “qué” y “cuánto”. Quieren saber: ¿cuáles son los hechos?, ¿cuáles son las características?, ¿cuánto cuesta?, ¿qué dice la investigación?, ¿qué recursos se necesitan?, ¿qué pruebas se han realizado?, ¿qué análisis se ha hecho?, ¿qué justifica el riesgo?, ¿cuánto incrementarán las utilidades?



El instrumentador es una persona activa. Les agradan las estructuras y los sistemas. Ellos desean saber ¿cómo se realizará?, ¿cómo funciona?, ¿cómo podemos ganar dinero con esto?, ¿cómo podemos venderlo?, ¿cómo lo instalaremos?, ¿cómo podemos fabricarlo?, ¿cómo podemos estar seguros que funcionará?, ¿cómo sabemos que alguien lo comprará?

El imaginativo es visionario. Le gustan las ideas que implican un riesgo. Hacen preguntas como: Si esta es una buena idea ¿cuáles son las siguientes posibilidades? Si no hay riesgo ¿por qué es novedosa? Si ya se ha hecho antes ¿cómo podemos añadir un nuevo giro?

El colaborador es empático y se relaciona con las necesidades humanas, le gustan las reuniones. Quieren saber ¿por qué las personas encontrarán satisfacción con esta idea?, ¿por qué producirá una experiencia importante?, ¿por qué le gusta la idea?, ¿por qué le interesa? Usted no puede complacer a todos todo el tiempo, pero algunas veces sí puede complacerlos a todos. La clave en sus presentaciones es complacer alguna vez a todas las personas.

Ejercicios



- 3.1** Use la técnica de aportación del azar con la finalidad de generar ideas sobre grafitis, que afecta a muchas ciudades.
- 3.2** Utilice la provocación siguiente: PO los directivos de las empresas nunca deberán tener vacaciones. Determine qué le gusta de la idea, qué le disgusta y qué encuentra interesante. Escriba al menos cuatro consideraciones en cada uno de los tres aspectos anteriores.
- 3.3** En una ciudad existe un Programa Hoy no circula, que evita que circule el 20% de los vehículos un día a la semana sin gran efectividad para controlar la contaminación del aire. Cuando se presentan contingencias ambientales, ponen a funcionar el Doble Hoy no circula, en el que los vehículos no circulan dos días a la semana. Emplee el abanico de conceptos para generar ideas que posiblemente sean mejores que lo que se tiene actualmente.

- 3.4** Latinoamérica registra muy pocas patentes internacionales. Se piensa que para corregir esta situación se debe contar con un sistema donde florezca la innovación, con un buen sistema educativo, incentivos fiscales para estimular la investigación y el desarrollo, mecanismos financieros para respaldar el capital de riesgo y políticas que favorezcan la movilidad de personas altamente calificadas, para atraer talentos de otros lugares. Aplique la técnica del caleidoscopio para tratar de mejorar esta situación.
- 3.5** En una institución colocaron dos basureros, uno para la basura orgánica y el otro para la inorgánica. Las personas los utilizan de manera conveniente separando el tipo de basura, sin embargo, en el momento de colectarla la mezclan. Use la caja paradójica para obtener ideas que eviten dicha mezcla.
- 3.6** En una población se tiene escasez de agua. Use los seis sombreros para pensar con la finalidad de proponer ideas que coadyuven a su solución.
- 3.7** En una región están utilizando herbicidas para eliminar las yerbas que crecen junto a los cultivos productivos. Se desconocen las consecuencias secundarias de dichos herbicidas. Use provocaciones y movimiento para generar ideas que permitan obtener buenas cosechas sin el uso de herbicidas.
- 3.8** ¿Por qué la mayoría de las veces son redondas las tapas de los drenajes?
- 3.9** Use la yuxtaposición "Inflación PO grupo" para generar ideas con el fin de combatir la inflación.
- 3.10** Utilice la yuxtaposición "Asociación PO Hacer que una institución bancaria sea más atractiva para sus clientes" con la finalidad de obtener ideas que incrementen dicho atractivo.



Resumen

El pensamiento creativo contempla varias técnicas para su uso. Es conveniente practicarlas constantemente como lo hacen, con sus técnicas respectivas, el pianista o el jugador de golf. Así como la práctica de tocar el piano o jugar golf no implica que uno se convertirá en un virtuoso del piano o en un campeón del golf, con las técnicas de la creatividad algunas personas obtendrán ideas excelentes, pero también pueden generarse buenas, mediocres y malas. Aunque no existe garantía sobre la excelencia de las ideas generadas, sin embargo, con el empleo de las técnicas mejora notablemente nuestra capacidad creativa.

Se describieron ocho de las técnicas del pensamiento creativo elaboradas por De Bono: pausa creativa, foco simple, cuestionamiento, alternativas, abanico de conceptos, provocaciones y movimiento, aportación del azar y seis sombreros para pensar y tres de las desarrolladas por Grossman, Rodgers y Moore: caleidoscopio, caja paradójica y venta de las soluciones.

La *pausa creativa* consiste en detenernos para producir un esfuerzo creativo y tener la intención de ser creativos. Nos preguntaremos ¿existirá otra posibilidad de realizar las cosas?

El *foco simple* se basa en concentrar nuestra atención en algo en lo que nadie se ha molestado antes en pensar.

En el *cuestionamiento creativo* no se critica, ni se juzga, ni se buscan defectos, ni se da como un hecho que no exista alguna forma mejor de realizar algo.

Con la técnica de *alternativas* se buscan opciones aunque no haya inconvenientes ni parezca que haga falta alguna. Se buscan alternativas en cualquier momento, sin sentirnos obligados a demostrar que algo está mal.

En el *abanico de conceptos* se empieza con el propósito y después se trabaja retrocediendo hacia las direcciones. De ahí a los conceptos y de estos a las ideas, El propósito es el objetivo por lograr. La dirección es el concepto más amplio que uno pueda concebir. Los conceptos son métodos generales para hacer algo y las ideas son formas concretas y específicas de hacer ese algo.

La técnica de *provocaciones y movimiento* tiene dos etapas, en la primera, se establece la provocación y en la segunda, a partir de ella se genera el movimiento.



En la etapa de provocación se utiliza la palabra PO. El primer uso de PO es permitir que se emplee un intermedio imposible. Actúa como una protección para evitar que se rechace una idea. El segundo uso de PO radica en la yuxtaposición aleatoria de ideas que provoquen nuevas ideas. Se tiene una idea y se va a un diccionario y se obtiene aleatoriamente una palabra de él y se une la idea con la palabra mediante PO. El tercer uso de PO es desafiar un cambio. Cuando una idea se desafía con PO no significa que la idea sea correcta o equivocada o que necesita cambiarse. Uno pone la idea original de lado, sin rechazarla, y comienza buscando nuevas ideas.

Después de plantear una provocación se usa esta para llegar a una idea nueva y conveniente. A este uso se le ha llamado movimiento, donde solo nos interesa saber hacia dónde podemos desplazarnos a partir de la provocación.

El movimiento significa la disposición a desplazarse de una manera positiva e indagadora, en vez de detenerse para juzgar si algo es correcto o erróneo.

Hay cinco técnicas para ponerse en movimiento: extraer un principio, enfocarnos sobre la diferencia, minuto a minuto, aspectos positivos y las circunstancias.

En la *aportación del azar* se escoge aleatoriamente una palabra. Una forma de obtenerla es utilizar un libro y con los ojos cerrados abrirlo en una página y con un dedo señalar una palabra que sea un sustantivo. Si no es sustantivo, se repite el procedimiento hasta encontrarlo. Finalmente, se utiliza PO para unir la situación con la palabra al azar, y esta yuxtaposición se usa para generar nuevas ideas.

Los *seis sombreros para pensar*. Sólo se puede usar uno a la vez. Cuando se usa uno de ellos todas las personas del grupo llevan el mismo sombrero. Esto significa que en ese momento todos piensan en paralelo y en la misma dirección.

El sombrero blanco indica centrarse totalmente en la información.

El sombrero rojo permite la libre expresión de los sentimientos, la intuición, los presentimientos y las emociones sin disculpas ni explicaciones.

El sombrero negro es para la precaución y nos impide hacer cosas que podrían ser peligrosas, perjudiciales o irrealizables.

Con el sombrero amarillo el pensador persigue los valores más benéficos. Busca la forma de trabajar la idea y de ponerla en práctica.



El sombrero verde es de la creatividad, donde se generan diversas posibilidades.

El sombrero azul es el del control, establece la secuencia de los otros sombreros, siendo el organizador del proceso de pensar.

El *caleidoscopio* comprende tres partes.

Parte 1. Descripción del problema

- Narración breve
- ¿Qué se perdería si no se hiciera nada?
- ¿Qué se ha intentado hasta ahora?
- ¿Qué beneficios ofrece la situación actual?
- Resuma su problema con una formulación de “¿Cómo ... ?”

Parte 2. Trazo de imágenes del futuro

- ¿Quién se está beneficiando?
- ¿Quién está perdiendo?
- Los recursos humanos
- Viaje al salón de la fama
- Todos a trabajar
- ¿Qué es lo excitante de todo esto?
- Principios generales

Parte 3. Uso de analogías

- Mundos paralelos
- Excavando en busca del oro
- Puliendo para la perfección

La caja paradójica consta de tres partes.

Parte 1. Describiendo la situación en el futuro

- Imagine que su problema está resuelto
- ¿Quiénes están involucrados?
- ¿Qué están haciendo?
- Seleccionar los renglones interesantes
- Encontrar palabras esenciales



Parte 2. Describiendo la situación en el presente

- Sintetizar su situación actual
- ¿Qué ha intentado?
- Crear una lista de antónimos
- Combinar las listas
- Cambiar el adjetivo por un sustantivo
- Escoger la mejor contradicción

Parte 3. La imagen análoga

- Encontrar un mundo paralelo
- Establecer un formato de asociación forzada
- Lista de características
- Terminar la asociación forzada
- Elegir la mejor idea
- Determinar lo que es útil y lo que falta

Para la *venta de las soluciones* se requieren hacer presentaciones, las que variarán dependiendo del tipo de persona a la que se dirige la presentación.

Las personas pueden usar como su estilo preferido alguno de los cuatro tipos mencionados. El analítico, aquella persona que disfruta con las operaciones matemáticas. El instrumentador, que en cuanto ve la solución de un problema de inmediato piensa en cómo implantarla. El imaginativo, que está generando nuevas ideas y el colaborador, quien está feliz en las reuniones, socializando y proponiendo ideas. Cuando el imaginativo observa al instrumentador piensa que está desperdiciando recursos porque existen mejores maneras de hacer lo que está llevando a cabo. Por otra parte, cuando el instrumentador ve al imaginativo considera que es una persona que pierde el tiempo y no concreta nada, comienza con algo y como percibe una mejor manera de hacer algo cambia y así en varias ocasiones.

El colaborativo cuando está en una reunión se encuentra feliz de la vida, contrastando con el analítico que piensa que él tiene mucho trabajo y está en la reunión perdiendo el tiempo escuchando solamente las ideas de otras personas.

Cuando se hace la presentación ante un grupo, posiblemente estén presentes varios de los tipos de personalidad mencionados anteriormente. La clave en nuestras presentaciones será entonces complacer alguna vez a todas las personas.



Páginas WEB recomendadas

Crea Business Idea. Manual de la Creatividad Empresarial.

<http://4.interreg-sudoe.eu/contenido-dinamico/libreria-ficheros/DF33A901-08F8-95C3-7B03-B527D6991842.pdf>

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Innovación y creatividad en la búsqueda de opciones.

http://www.unido.org/fileadmin/import/71451_5Textbook.pdf

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.

Videos WEB

Camila María. Edward de Bono. 6 sombreros.

<https://www.youtube.com/watch?v=wIGeQou2Ghk>

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.

Diez Sánchez David. Creatividad e Innovación. Guía Neuronilla para generar ideas.

<https://www.youtube.com/watch?v=m-qj01aPSI>

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.

Rajadell Manel. Técnicas de creatividad.

<https://www.youtube.com/watch?v=4cJKShxYdVw>

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.

Yopez Juan Carlos. Los 6 sombreros de Edward Bono es una excelente técnica empresarial

<https://www.youtube.com/watch?v=OmYyGJB6H0k>

Fecha de recuperación: 3 de mayo de 2016.



Referencias bibliográficas

- Alexander Matthias F. (1995a) *El uso de sí mismo* Ediciones Urano, Barcelona.
- Alexander Matthias F. (1995b) *La Técnica Alexander. El sistema mundialmente reconocido para la coordinación cuerpo-mente*. Ediciones Paidós Ibérica, España.
- De Bono Edward (1973) *PO: Beyond Yes and No*. Penguin Books. England.
- De Bono Edward (1991) *Seis sombreros para pensar*. Coedición de Ediciones Juan Granica S.A. y Javier Vergara Editor S.A. Argentina.
- De Bono Edward (2012) *El pensamiento creativo*. Ediciones Culturales Paidós SA de CV. México.
- Dryden Gordon y Vos Jeannette (2004) *La revolución del aprendizaje*. Grupo Editorial Tomo. México.
- Gelb Michael (1987) *El cuerpo recobrado*. Introducción a la Técnica Alexander. Ediciones Urano, Barcelona.
- Grossman Stephen R, Rodgers Bruce E. y Moore Beverly R. (1992) *Innovación* S. A. Panorama Editorial, México.
- Ruiz Miguel (2015) *Los cuatro acuerdos*. Ediciones Urano. México.
- Spindler Sofía (2007) *La Técnica de Matthias Alexander. Un camino hacia el bienestar del cuerpo y la mente*. Lumen, Argentina.





Capítulo

4

TRIZ

“El problema nunca es cómo introducir pensamientos nuevos e innovadores en su mente, sino cómo sacarse de la cabeza las ideas viejas”

Dee Hock

Conteste las preguntas siguientes

- ¿Es TRIZ un conjunto de herramientas?
- ¿Es TRIZ un método?
- ¿Es una forma de pensamiento?
- ¿Es una filosofía?
- ¿Los problemas inventivos se resuelven al disolver las contradicciones?
- ¿En qué consiste una contradicción física?
- ¿Cuáles son los principios que deben aplicarse para resolver las contradicciones físicas?
- ¿Qué es una contradicción técnica?
- ¿Cuáles son los principios que deben aplicarse para resolver las contradicciones físicas?
- ¿Cómo se determina el resultado final ideal?
- ¿Qué diferencia existe entre TRIZ y ARIZ?

El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de

- Detectar las contradicciones físicas y las técnicas.
- Resolver dichas contradicciones aplicando las herramientas adecuadas.
- Aplicar los cuatro principios de separación y los cuarenta principios de Altshuller.
- Determinar el resultado final ideal.
- Usar de la mejor manera los recursos, tanto los visibles como los invisibles.
- Emplear patrones de evolución y efectos físicos para solventar algunos problemas.
- Utilizar el algoritmo ARIZ-71 para solucionar problemas inventivos.



Introducción

TRIZ (acrónimo ruso) Teoría para Resolver Problemas Inventivos fue desarrollada por Genrich S. Altshuller en la antigua Unión Soviética. Sus métodos surgieron del análisis de las invenciones más innovadoras (Altshuller, 2000, 2002, 2004).

TRIZ (Nakagawa, 2001) consiste en reconocer que los sistemas técnicos evolucionan hacia su ideal resolviendo contradicciones, con el uso mínimo de recursos. Entiende el problema como un sistema, hace una imagen de la solución ideal y después soluciona las contradicciones.

TRIZ (Mann (2002) puede verse como el estudio sistemático de la excelencia. Este estudio se enfocó inicialmente sobre patentes, y después evolucionó para mirar la excelencia en las ciencias, y posteriormente, en el arte, los negocios, las ciencias sociales y la política.

De este estudio han surgido cinco elementos filosóficos clave:

- Idealidad. Los sistemas evolucionan hacia lo bueno.
- Recursos. Se debe maximizar la efectividad dentro y alrededor de un sistema.
- Espacio/tiempo. Es muy importante ver los sistemas en términos de su contexto de espacio y tiempo.
- Funcionalidad. La función tiene una importancia avasalladora.
- Contradicciones. El conductor principal de la evolución es la superación de las contradicciones.

TRIZ comprende una serie amplia de herramientas y técnicas: 40 principios inventivos, el resultado final ideal, la matriz de contradicciones, los patrones de evolución, los campos-sustancia, el análisis funcional, los efectos físicos, 76 soluciones estándar y cuatro principios de separación.

Entre la filosofía y esta colección de herramientas está lo que puede describirse como método. A este método se le denominó ARIZ (Algoritmo para resolver un problema inventivo), del cual existen varias versiones.

A continuación se verán con más detalle las contradicciones, los principios, los recursos, el resultado final ideal, los efectos físicos, los patrones de evolución y una versión de ARIZ.



Contradicciones

Las contradicciones pueden ser de dos tipos: técnicas o físicas. Vea la figura 4.1.



Figura 4.1 Contradicciones técnicas y físicas

Una contradicción técnica se presenta cuando al tratar de mejorar "A" puede empeorar "B". Por ejemplo, si se aumenta la presión en un líquido que pasa por una tubería puede producirse una rotura. Mejora la velocidad pero empeora la seguridad. Una contradicción física existe cuando para mejorar el rasgo "A", un elemento deberá tener una cierta propiedad, pero para mejorar el rasgo "B", el mismo elemento deberá tener la propiedad opuesta. Puede requerirse que el elemento sea grande y pequeño; pesado y ligero; con mucho consumo de energía y poco consumo; que exista y que no exista. Por ejemplo, en un avión para mejorar el aterrizaje o el despegue se requiere que exista el tren de aterrizaje; para mejorar el vuelo se necesita que no exista.

En la figura 4.2 se presentan cuatro ejemplos de contradicciones técnicas y físicas.





Figura 4.2 Ejemplos

PRODUCTO. Si se necesita que un producto sea más resistente, posiblemente se haga más pesado, lo cual constituye una contradicción técnica. Una contradicción física se tendría si se requiriera que el producto fuera grueso y delgado.

SOFTWARE. Una contradicción técnica en el caso del software se presenta cuando queremos que sea más fácil de usar, lo cual posiblemente disminuya su versatilidad. La contradicción física existe cuando necesitamos pocas opciones y muchas opciones.

CAPACITACIÓN. En el caso de la capacitación a personal la contradicción técnica la tenemos cuando deseamos que sea más profunda ya que se necesitará más tiempo del personal que se está capacitando. La contradicción física existe cuando establecemos que la capacitación debe ser extensa para que sea efectiva y corta para no distraer al personal de las labores en su trabajo.



BOLSA DE AIRE. Cuando se tiene un accidente y el automóvil tiene una bolsa de aire se desea que la bolsa salga con rapidez para que los ocupantes no sufran daños, pero si es muy rápida se han dado casos de asfixia cuando los niños que viajan son pequeños. Esa es una contradicción técnica. Entonces la contradicción física consiste en que cuando se tiene un accidente y viajan niños pequeños que la bolsa sea rápida para proteger a los ocupantes del vehículo y lenta para que no vaya a asfixiar a los niños.

Principios

Para solucionar las contradicciones físicas se tienen 4 principios y para las contradicciones técnicas 40. A continuación veremos los primeros principios que se conocen como principios de separación.

Principios para resolver las contradicciones físicas. Estos principios son cuatro: separación en espacio, en tiempo, dentro de un todo y sus partes y bajo ciertas condiciones. Véase la figura 4.3.

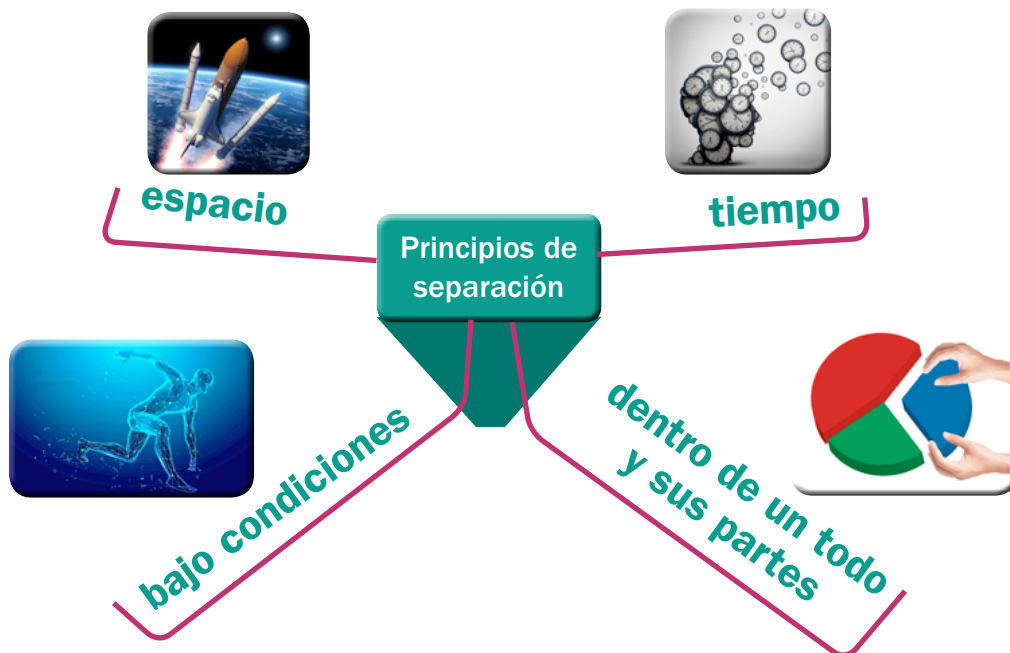


Figura 4.3 Cuatro principios para disolver las contradicciones físicas



Se presentan a continuación seis ejemplos donde se utiliza alguno de estos principios.

En el primer ejemplo se tiene una ampollita donde el resultado deseado es que la parte superior quede sellada, lo que se hace con una temperatura alta; pero dicha temperatura puede conducir a un resultado indeseable: que se dañe la medicina que está en el interior de la ampollita. Véase la figura 4.4.

Entonces, ¿qué mejora el sello?, la temperatura y ¿qué puede dañar al contenido?, la temperatura. Esa es la característica que constituye la contradicción física: la temperatura debe ser alta para sellar la ampollita y debe ser baja para que no dañe la medicina que está dentro. El principio para resolver esta contradicción es separar dicha característica en espacio. La ampollita se sumerge en un líquido frío y sólo queda la parte superior que se va a soldar con una temperatura alta.

¿Qué mejora a “A” y daña a “B”

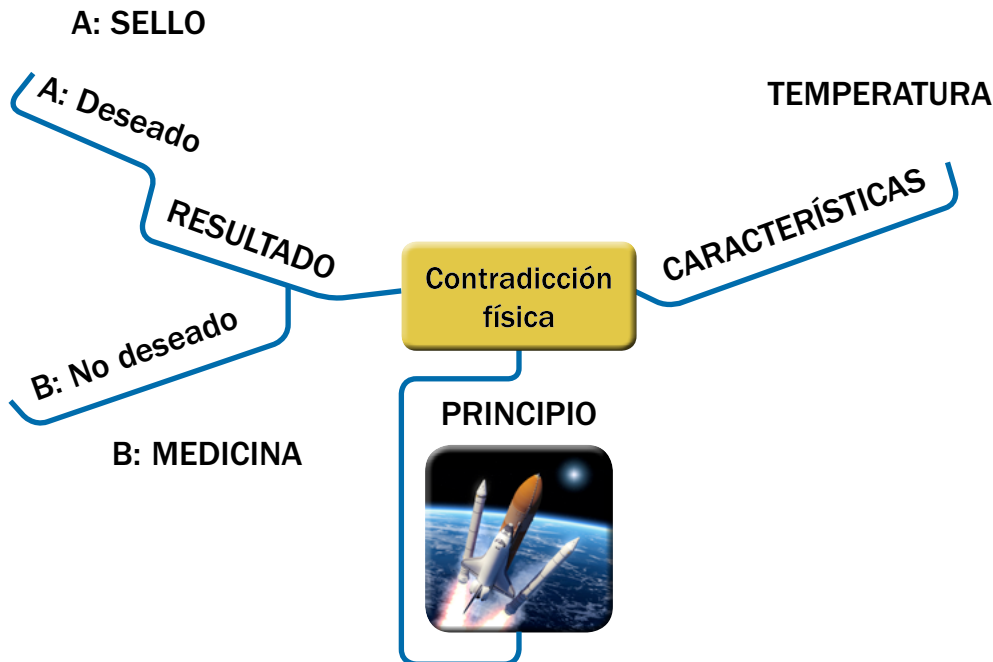


Figura 4.4 Sello de una ampollita

En el segundo ejemplo se tiene una persona que se fracturó el fémur y se le colocó un tornillo para lograr la unión del hueso fracturado. Observe la figura 4.5.

¿Qué mejora a “A” y daña a “B”

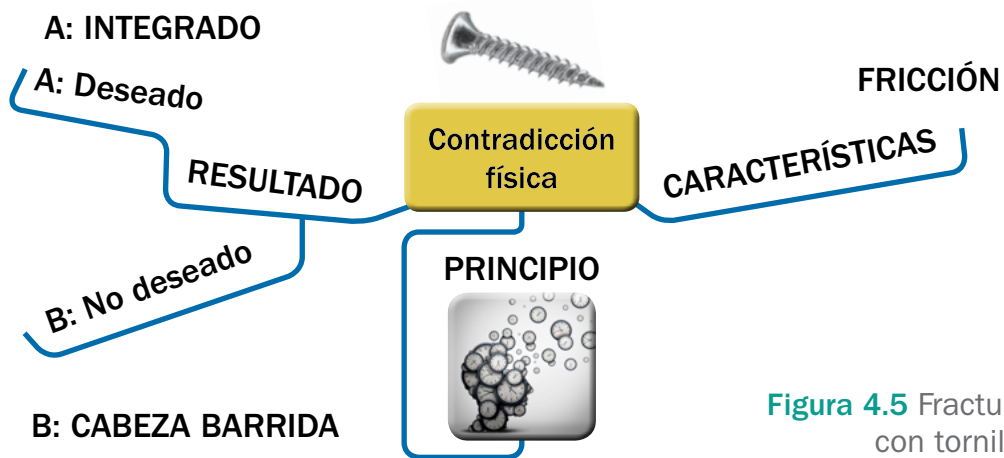


Figura 4.5 Fractura con tornillo

El resultado deseado es que el tornillo y el hueso estén integrados. Cuando ha soldado la fractura hay que quitar el tornillo, pero en esa operación puede barrerse su cabeza. Entonces, ¿qué mejora la integración?, la fricción entre tornillo y hueso y ¿qué puede hacer que se barra la cabeza del tornillo?, esa misma fricción. Esa es la característica que constituye la contradicción física: debe haber mucha fricción al inicio y poca al final. El principio para resolver esta contradicción es separar dicha característica en el tiempo. La fricción al final puede disminuirse haciendo vibrar al tornillo.

En el tercer ejemplo tenemos otra persona que se fracturó el fémur pero aún no se le ha operado. Mire la figura 4.6.

¿Qué mejora a “A” y daña a “B”

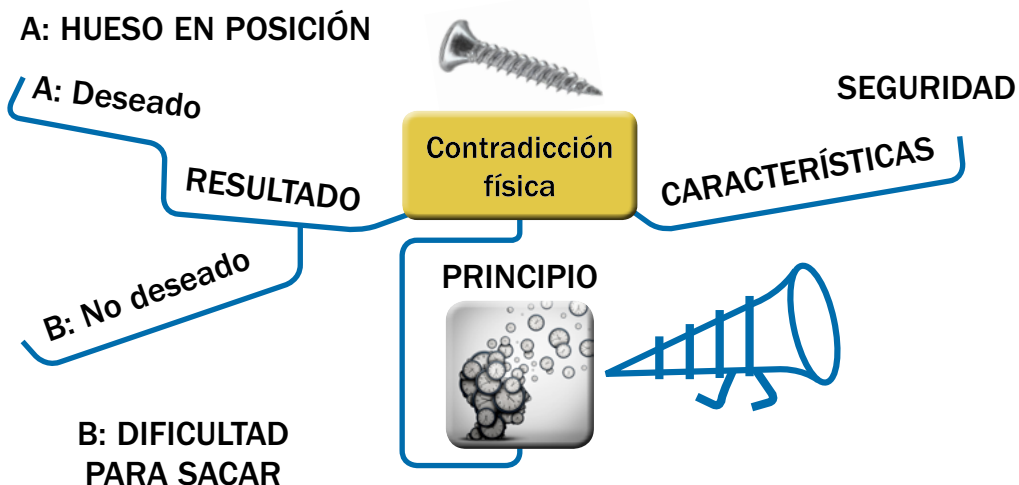


Figura 4.6 Fémur con fractura



El resultado deseado es que el tornillo logre mantener al hueso en la posición adecuada para que suelde. El resultado no deseado es la dificultad para sacar al tornillo cuando se ha curado la fractura. Entonces, ¿cuál es la característica que mejora la posición del hueso y que aumenta la dificultad para sacar el tornillo?, la seguridad. Se necesita que al inicio sea muy seguro que el tornillo fije el fémur y que al final no exista dicha seguridad. El principio para resolver esta contradicción es, de nuevo, separar dicha característica en el tiempo, lo que se logra usando un tornillo degradable.

En el cuarto ejemplo se desea cubrir un metal con una capa de níquel, cobalto o cromo. Contemple la figura 4.7.



Figura 4.7 Metal cubierto con capa

Dicha operación consiste en calentar el níquel, cobalto o cromo y después se introduce el metal al que se le va a dar dicha capa. El problema consiste en que el 75% del material que va a constituir la capa se queda en el recipiente. La contradicción física se da al necesitarse una temperatura alta para que al introducir el metal se forme una capa de material a su alrededor y una temperatura baja para que no se funda en el recipiente dicho material. La solución está dada aplicando el principio de separación en espacio: en lugar de calentar el material lo que se calienta es el metal que se sumerge dentro del recipiente.

En el quinto ejemplo, al fabricar acero, se considera el problema de separar el desperdicio y el acero. Observe la figura 4.8.





Figura 4.8 Separación del desperdicio

La contradicción física se da al necesitarse una combinación para lograr la aleación adecuada y que no exista esa combinación con el desperdicio. La solución consiste en aplicar el principio de separación de una parte del todo, aplicando un campo magnético para que quede el acero abajo y flote el desperdicio que así se puede quitar con facilidad.

En el quinto ejemplo, se considera una persona no ve bien ni de cerca ni de lejos. En la figura 4.9 se aplican tres principios.



Figura 4.9 Una persona que no ve bien ni de cerca ni de lejos



Aplicando el principio de separación en espacio se tienen los lentes bifocales. Con la aplicación del principio de separación en el tiempo obtenemos dos lentes, uno para ver de cerca y el otro para ver de lejos. Si se aplica el de separación bajo condiciones se obtiene un instrumento que enfoca de manera automática la visión.

40 principios para resolver las contradicciones técnicas. Altshuller (2000) después de analizar 200,000 patentes escogió 40,000 para analizarlas con más detalle. Como resultado de este análisis encontró que en las patentes exitosas para resolver contradicciones técnicas existían 39 características y 40 principios. Una contradicción técnica estaba formada por dos características, la que se pretendía mejorar mediante una acción y la que empeoraba como consecuencia de dicha acción.

En la tabla 4.1 se presenta la descripción que hace Domb (1998) de dichas características con su explicación. En dicha tabla se utilizan objetos móviles y estacionarios. Los móviles son los que pueden cambiar fácilmente de posición en el espacio, por sí mismos o por el resultado de la aplicación de fuerzas externas. Los objetos y vehículos portátiles son los miembros básicos de esta clase. Los estacionarios son los que no cambian fácilmente de posición en el espacio, por sí mismos o por el resultado de la aplicación de fuerzas externas.

Tabla 4.1 Treinta y nueve características

| No. | Característica | Explicación |
|-----|-----------------------------------|--|
| 1 | Peso de los objetos móviles | Fuerza de gravitación o resultante de las acciones de la gravedad sobre el objeto. La fuerza que el cuerpo ejerce sobre su apoyo o suspensión. |
| 2 | Peso de los objetos estacionarios | Fuerza de gravitación o resultante de las acciones de la gravedad sobre el objeto. La fuerza que el cuerpo ejerce sobre su apoyo o suspensión, o sobre la superficie en la que se encuentra. |
| 3 | Longitud del objeto móvil | Se considera como longitud cualquier dimensión lineal, no necesariamente la más larga. |
| 4 | Longitud del objeto estacionario | Igual que la anterior. |
| 5 | Área del objeto móvil | La parte de una superficie ocupada por el objeto. |



| No. | Característica | Explicación |
|-----|---|--|
| 6 | Área del objeto estacionario | Igual que la anterior. |
| 7 | Volumen del objeto movable | La medida del espacio ocupado por el objeto. En un objeto rectangular, longitud X ancho X altura; altura por área de un cilindro, etc. |
| 8 | Volumen del objeto estacionario | Igual que la anterior. |
| 9 | Velocidad | La velocidad de un objeto, de un proceso o de una acción. |
| 10 | Fuerza | La fuerza mide la interacción entre los sistemas. En la física de Newton, fuerza = masa X aceleración. En TRIZ, la fuerza es cualquier interacción que tiene la intención de cambiar la condición de un objeto. |
| 11 | Presión o estrés | Fuerza por unidad de área. También, tensión. |
| 12 | Forma | La apariencia de un sistema, su contorno externo. |
| 13 | Estabilidad de la composición de un objeto | La integridad del sistema; las relaciones de los elementos que constituyen el sistema. La estabilidad disminuye con el desgaste, la descomposición química y el desensamble. Un aumento en la entropía disminuye la estabilidad. |
| 14 | Resistencia | El punto en que el objeto es capaz de resistir el cambio en respuesta a una fuerza. Resistencia a la ruptura. |
| 15 | Duración de la acción de un objeto movable | El tiempo en que el objeto puede ejecutar la acción. La vida útil. Una medida de la duración de una acción es el tiempo medio entre fallas. También, la durabilidad. |
| 16 | Duración de la acción de un objeto estacionario | Igual que la anterior. |
| 17 | Temperatura | La condición térmica del objeto o sistema. Aproximadamente, incluye otros parámetros térmicos, tales como la capacidad calorífica, que afecta la tasa de cambio de la temperatura. |
| 18 | Intensidad de iluminación | Flujo de luz por unidad de área, también cualquier otra característica de iluminación del sistema tal como brillantez, calidad de la luz, etc. |



| No. | Característica | Explicación |
|-----|--|--|
| 19 | Uso de la energía por el objeto movible | La medida de la capacidad del objeto para hacer el trabajo. En mecánica clásica, la energía es el producto de la fuerza por la distancia. Esto incluye el uso de la energía proporcionada por el suprasistema (tal como energía eléctrica o calorífica). Se requiere energía para hacer un trabajo particular. |
| 20 | Uso de la energía por el objeto estacionario | Igual que la anterior. |
| 21 | Potencia | Trabajo realizado en cierta unidad de tiempo. La tasa de utilización de la energía. |
| 22 | Pérdida de energía | Energía que no contribuye al trabajo que se está haciendo. Como reducir esta pérdida algunas veces requiere de técnicas diferentes a las que se usan para mejorar el uso de la energía, se considera como una característica diferente a la 19. |
| 23 | Pérdida de sustancia | Pérdida, parcial o completa, temporal o permanente, de algunos de los subsistemas, partes, sustancias o materiales del sistema. |
| 24 | Pérdida de información | Pérdida, parcial o completa, temporal o permanente, de datos o acceso a datos en o por un sistema. Incluye frecuentemente datos sensoriales como aroma, textura, etc. |
| 25 | Pérdida de tiempo | El tiempo es la duración de una actividad. Mejorar la pérdida de tiempo significa disminuir el tiempo para efectuar la actividad. Un término común es reducir el ciclo. |
| 26 | Cantidad de sustancia/contenido | Número o cantidad de subsistemas, partes, sustancias o materiales del sistema que podrían cambiarse, parcial o totalmente, temporal o de manera permanente. |
| 27 | Confiabilidad | La habilidad de un sistema para ejecutar sus funciones en formas y condiciones predecibles. |
| 28 | Certeza de la medida | La cercanía del valor medido al valor real de una propiedad de un sistema. Al disminuir el error en una medida se aumenta su certeza o aproximación. |



| No. | Característica | Explicación |
|-----|--|--|
| 29 | Precisión de manufactura | El punto en el que las características actuales del objeto o sistema igualan las características requeridas o especificadas. |
| 30 | Daño externo que afecta el objeto | Susceptibilidad de un sistema a efectos dañinos generados externamente. |
| 31 | Factores dañinos generados por el objeto | Un efecto dañino es aquel que reduce la eficiencia o calidad del funcionamiento del objeto o sistema. Estos efectos son generados por el objeto o sistema, como parte de su operación. |
| 32 | Facilidad de manufactura | El grado de facilidad, comodidad o esfuerzo mínimo al fabricar el objeto o sistema. |
| 33 | Facilidad de operación | Simplicidad: el proceso no es fácil si requiere un número grande de personas o pasos en la operación, necesita herramientas especiales, etc. Los procesos “duros” tienen rendimientos bajos y los “suaves”, los tienen altos; son fáciles de efectuar. |
| 34 | Facilidad de reparación | Características de calidad tales como conveniencia, comodidad, simplicidad y tiempo para reparar las fallas, descomposturas o defectos en un sistema. |
| 35 | Adaptabilidad o versatilidad | El punto en el que un sistema u objeto responde positivamente a cambios externos. También, un sistema que puede ser utilizado en formas múltiples bajo una variedad de circunstancias. |
| 36 | Complejidad del mecanismo | El número y diversidad de elementos e interrelaciones dentro de un sistema. El usuario puede ser un elemento del sistema que aumenta su complejidad. La dificultad de dominar al sistema es una medida de su complejidad. |
| 37 | Dificultad para medir y detectar | La dificultad para medir y detectar se tiene en sistemas de control que son complejos, costosos y requieren mucho personal y tiempo para instrumentarse y operar, o que tienen relaciones complejas entre componentes, o integrantes que interfieren entre ellos. Incrementar el costo de medir con un error satisfactorio es también un signo de aumento en la dificultad de medir. |



| No. | Característica | Explicación |
|-----|-------------------------|--|
| 38 | Punto de automatización | El punto en el que un objeto o sistema realiza sus funciones sin intervención humana. El nivel más bajo de automatización es el uso de una herramienta operada manualmente. Para niveles intermedios, los humanos programan la herramienta, observan su operación e interrumpen o reprograman cuando es necesario. Para el nivel más alto, la máquina “siente” la operación que se necesita, la programa y controla sus operaciones propias. |
| 39 | Productividad | El número de operaciones o funciones realizadas por un sistema en una unidad de tiempo. La producción por unidad de tiempo o el costo por unidad de producción. |

Como se mencionó anteriormente, al determinar una característica que mejora y otra que empeora se tiene una contradicción. Altshuller encontró que para cada contradicción existían dos o tres principios que se habían utilizado para resolverla. Dicha información la vació en una matriz. Esta matriz se conoce como la matriz de contradicciones.

El número total de principios que encontró fueron 40. Se muestran en la lista siguiente:

1. Segmentación (fragmentación). Dividir un objeto en partes independientes. Hacer un objeto con secciones para facilitar su ensamble y desensamble. Aumentar el grado de segmentación de un objeto.
2. Separación (extracción). Extraer la parte o propiedad perturbadora de un objeto. Extraer solo la parte o propiedad necesaria de un objeto.
3. Calidad local. Transición de una estructura homogénea de un objeto a otra heterogénea. Partes diferentes de un objeto deberán realizar funciones diferentes. Cada parte de un objeto deberá colocarse bajo las condiciones que sean las más favorables para su operación.
4. Cambio de simetría. Reemplazar las formas simétricas con asimétricas y viceversa.
5. Fusión (consolidación). Consolidar en espacio los objetos homogéneos o los objetos destinados para las operaciones contiguas. Consolidar en el tiempo las operaciones homogéneas o contiguas.



6. Multifuncionalidad. Un objeto puede ejecutar varias funciones diferentes; por consiguiente, pueden quitarse otros elementos.
7. Anidamiento (Matrushka). Un objeto se coloca dentro de otro. Ese objeto es colocado dentro de un tercero. Y así sucesivamente. Un objeto pasa a través de una cavidad en otro objeto.
8. Compensación de peso. Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro que provea una fuerza para levantarlo. Compensar el peso de un objeto con fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas influenciadas por el medio ambiente exterior.
9. Reacción preliminar. Pretensado de un objeto para compensar el esfuerzo excesivo e indeseable.
10. Acción preliminar. Realizar de antemano los cambios requeridos en un objeto, total o parcialmente. Cambiar desde un principio la localización de objetos, para que estén situados de la manera más conveniente, para que puedan actuar de inmediato.
11. Compensación de antemano. Compensar la confiabilidad baja de un objeto con medidas de emergencia preparadas anticipadamente.
12. Equipotencialidad (traer cosas al mismo nivel). Cambiar la condición del trabajo en forma tal que no se requiera elevar o bajar un objeto.
13. Hacerlo en reversa. En lugar de la acción directa dictada por un problema, instrumentar una acción opuesta. Por ejemplo, enfriar en lugar de calentar. Hacer estática la parte móvil de un objeto o de su entorno. Voltear un objeto de arriba hacia abajo.
14. Aumentar la curvatura. Reemplazar las partes lineales con curvas, superficies planas con esféricas y formas de cubo con formas de pelota.
15. Partes dinámicas. Alterar las características de un objeto o de su entorno para proveer el funcionamiento óptimo de cada operación.
16. Acciones parciales o excesivas (hacer un poco menos o un poco más). Si es difícil conseguir el 100% de un efecto deseado, realice menos o más de ese porcentaje.
17. Cambio de dimensiones (otra dimensión). Transición del movimiento de un objeto en una dimensión en uno de dos dimensiones; en dos dimensiones en uno de tres dimensiones, etc. Utilizar la composición de niveles múltiples de objetos. Inclinar un objeto o colocarlo de lado. Usar el lado opuesto de una superficie. Proyectar líneas ópticas en áreas circundantes de un objeto o en su lado inverso.



18. Vibración mecánica. Emplear la oscilación. Si ya existe la oscilación, aumentar su frecuencia a ultrasónica. Usar la frecuencia de resonancia. Reemplazar las vibraciones mecánicas con piezo vibraciones. Aprovechar las vibraciones ultrasónicas juntamente con un campo electromagnético.
19. Acción periódica. Sustituir una acción continua con una periódica (impulso). Si la acción ya es periódica, cambiar su frecuencia. Servirse de pausas entre impulsos para proporcionar acciones adicionales.
20. Continuidad de la acción útil. Efectuar una acción sin interrupciones. Todas las partes del objeto deberán operar constantemente a toda su capacidad. Quitar el movimiento ocioso o intermedio. Sustituir el movimiento hacia “atrás y delante” con uno rotatorio.
21. Apresuramiento. Efectuar acciones peligrosas a mucha velocidad.
22. Convertir daño en beneficio. Aprovechar los factores dañinos, especialmente ambientales, para obtener un efecto positivo. Remover un factor nocivo combinándolo con otro factor indeseable. Aumentar el grado de la acción perniciosa a un grado que cese de ser perjudicial.
23. Realimentación. Introducir la realimentación. Si ya existe, cambiarla.
24. Mediador o intermediario. Dedicar un objeto intermediario para transferir o efectuar una acción. Conectar temporalmente al objeto original otro que pueda quitarse fácilmente.
25. Autoservicio. Un objeto debe darse servicio a sí mismo y efectuar operaciones suplementarias y de reparación. Emplear energía o material de desperdicio.
26. Copiar. Utilizar una copia barata y simplificada en lugar de un objeto original frágil o inconveniente para operar. Si se emplea una copia óptica visible, suplirla con copias infrarrojas o ultravioletas. Sustituir un objeto, o sistema de objetos, con su imagen óptica. Esta imagen puede reducirse o ampliarse.
27. Desechos baratos. Suplir un objeto costoso con otro barato, comprometiendo otras propiedades, por ejemplo, su duración.
28. Sustitución de la interacción mecánica (uso de campo magnético, eléctrico, térmico y otros). Reemplazar un sistema mecánico con otro óptico, acústico, térmico u olfatorio. Emplear un campo eléctrico, magnético o electromagnético para interactuar con un objeto. Suplir



campos que son estáticos con dinámicos, fijos en el tiempo con cambiantes, aleatorios con deterministas. Usar campos juntamente con partículas ferromagnéticas.

29. Neumática e hidráulica. Sustituir las partes sólidas de un objeto con gases o líquidos. Estas partes pueden usar aire o agua para inflarse o emplear cojinetes neumáticos o hidrostáticos.
30. Membranas flexibles y delgadas. Reemplazar las construcciones normales con membranas flexibles o películas delgadas. Aislar un objeto de su ambiente exterior con membranas flexibles o delgadas.
31. Materiales porosos. Hacer un objeto poroso o usar elementos porosos suplementarios (insertar, cubrir, etc.). Si un objeto ya es poroso, llenar los poros, de antemano, con una sustancia.
32. Cambios de propiedades ópticas (cambio de color). Cambiar el color de un objeto o de su entorno. Cambiar el grado de transparencia de un objeto o de su entorno. Usar aditivos de color para observar un objeto o proceso que sea difícil de ver. Si tales aditivos ya se están empleando, usar trazos luminiscentes o atómicos.
33. Homogeneidad. Los objetos que están interactuando con el objeto principal deberán hacerse del mismo material (o de material con propiedades similares) del que está hecho dicho objeto principal.
34. Descartando y recobrando. Un elemento de un objeto se descarta (rechaza, disuelve, evapora, etc.) al haber terminado su función o que llega a ser sin utilidad, o se modifica durante su proceso de trabajo. Las partes de un objeto deberán reestablecerse durante su trabajo.
35. Cambios de parámetros (transformación de propiedades). Cambiar el estado físico del sistema. Cambiar la concentración o densidad. Cambiar el grado de flexibilidad. Cambiar la temperatura o volumen.
36. Transiciones de fase. Usar el fenómeno de cambios de fase (por ejemplo, un cambio en volumen, la liberación o absorción de calor, etc.).
37. Expansión térmica. Usar la expansión o contracción del material cambiando su temperatura. Utilizar materiales con coeficientes diferentes de expansión térmica.
38. Oxidantes fuertes (oxidación acelerada). Hacer la transición de un nivel de oxidación al siguiente nivel superior.



39. Atmósfera inerte (medio ambiente inerte). Suplir el medio ambiente normal con uno inerte. Introducir una sustancia neutral o aditivos en un objeto. Efectuar el proceso en el vacío.
40. Materiales compuestos. Sustituir materiales homogéneos con compuestos.

En el libro de Altshuller (2002) están descritos con todo detalle estos principios, así como la matriz de contradicciones y su uso.

Recursos

Se deben buscar los recursos ociosos, disponibles, gratis o muy baratos. Se les podría llamar invisibles, porque están ahí, pero nadie les hace caso. Hay que buscarlos en las herramientas, en los objetos, en los subsistemas y en el entorno.

Pueden ser cosas y sustancias actuales o con modificaciones leves, vacíos, interacciones y la energía que produce cambios, la forma, los rasgos o propiedades, el espacio, el tiempo, la información, las sustancias e interacciones dañinas y las capacidades y habilidades de las personas.

Ejemplo de recursos en un sistema de capacitación de personal: planes y programas de estudio, materiales de presentación y entrenamiento, habilidades del personal y clientes satisfechos.

Resultado final ideal

Empleando los recursos se pueden quitar las contradicciones y obtener el resultado final ideal. Al idealizar se incrementan los beneficios y disminuyen los costos y los daños. Se conservan los rasgos y funciones útiles y se quitan los dañinos. Puede disminuirse el peso, el volumen, el uso de mucha mano de obra, la necesidad de mantenimiento, el consumo de energía, etc. En lo ideal, se obtienen los resultados de emplear una máquina, sin máquina. Un ejemplo lo tenemos con las gaviotas que, para abrir una almeja, buscan una piedra y la dejan caer sobre la almeja. Obtienen rápido su comida, con un poco de ingenio, ahorran tiempo y energía.

Para obtener el resultado final ideal: a) Seleccione un elemento de la situación que está analizando. b) Establezca su acción. c) Asiente cómo lleva a cabo esta acción (siempre use las palabras “por sí mismo”). d) Introduzca cuándo lleva a cabo esta acción. e) Escriba bajo qué condiciones (limitaciones, requerimientos, etc.) lleva a cabo esta acción.

Lo anterior se ilustra en la tabla 4.2 con la capacitación en una empresa.

Tabla 4.2 Resultado final ideal

| CONCEPTO | CAPACITACIÓN EN UNA EMPRESA |
|---|--|
| Seleccione un elemento fácil de cambiar | el trabajo |
| Establezca su acción | tiene un efecto de entrenamiento |
| Cómo lleva a cabo esta acción | por sí mismo |
| Cuándo lleva a cabo esta acción | cuando se está laborando |
| Bajo qué condiciones (limitaciones, requerimientos, etc.) | el trabajo y el entrenamiento se realizan en las horas laborales y en el centro de trabajo |

Rantanen y Domb (2002) presentan la tabla 4.3 para obtener una contradicción técnica, transformarla en una contradicción física, intensificarla, determinar el recurso principal, los recursos auxiliares para llegar a los rasgos del resultado final ideal.

Tabla 4.3 Rasgos del resultado final ideal

| CONCEPTO | CAPACITACIÓN EN UNA EMPRESA |
|------------------------------------|---|
| HERRAMIENTA-OBJETO | La herramienta son los capacitadores y el objeto, los trabajadores por capacitar. |
| CONTRADICCIÓN TÉCNICA | Mientras más tiempo en el entrenamiento, menos tiempo se tiene para trabajar. |
| CONTRADICCIÓN FÍSICA | Mucho tiempo-poco tiempo |
| CONTRADICCIÓN FÍSICA INTENSIFICADA | Mucho tiempo-ningún tiempo |
| RECURSO PRINCIPAL | Tiempo |



| CONCEPTO | CAPACITACIÓN EN UNA EMPRESA |
|----------------------------------|--|
| RECURSOS AUXILIARES | Tiempo de trabajo, conocimiento y habilidades existentes, cultura de la compañía, planes de estudio, libros de texto, redes de cómputo, estudiantes, personal experimentado, profesores. |
| RASGOS DEL RESULTADO FINAL IDEAL | El trabajo tiene un efecto de entrenamiento. El entrenamiento se hace con las actividades laborales, de manera que tanto el entrenamiento como el trabajo se realizan mejor. |

Fenómenos y efectos físicos

Terninko et al. (1998) elaboraron una tabla que muestra la aplicación de fenómenos y efectos físicos para generar soluciones inventivas. Esta aplicación se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Fenómenos y efectos físicos

| EFFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|-------------------------------|--|
| Medición de la temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Expansión térmica y su influencia sobre la frecuencia natural de las oscilaciones • Fenómenos termoeléctricos • Espectro de radiación • Cambios en las propiedades de las sustancias (ópticas, eléctricas y magnéticas) • Transición sobre el punto de Curie • Efectos de Hopkins, Barkhausen y Seebeck |
| Reducción de la temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Transiciones de fase • Efecto Joule Thomson • Efecto de rango • Efecto caloría magnética • Fenómeno termoeléctrico |
| Aumento de temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción electromagnética • Corriente inducida o de Foucault • Efecto de superficie • Calentamiento dieléctrico • Calentamiento electrónico • Descarga eléctrica • Absorción de radiación con sustancias • Fenómeno termoeléctrico |



| EFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|--|---|
| Estabilización de la temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • Transiciones de fase, incluyendo la transición sobre el punto de Curie |
| Localización de un objeto | <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de marcadores; esto es, sustancias que son capaces de transformar los campos existentes (como los luminophores) o generar sus propios campos (como los materiales ferromagnéticos) y por consiguiente es fácil detectar la reflexión y emisión de luz con el efecto de deformación • Radiación de rayos X y radioactiva • Luminiscencia • Cambios en campos magnéticos o eléctricos • Descarga eléctrica • Efecto Doppler |
| Moviendo un objeto | <ul style="list-style-type: none"> • Un campo magnético aplicado para influenciar un objeto o un magneto unido al objeto • Un campo magnético aplicado para influenciar un conductor con corriente directa que pase a través de él • Un campo eléctrico aplicado para influenciar un objeto cargado eléctricamente • Transferencia de presión en un líquido o gas • Oscilaciones mecánicas • Fuerza centrífuga • Expansión térmica • Presión de luz |
| Moviendo un líquido o gas | <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza capilar • Ósmosis • Efecto de Torns • Ondas • Efecto de Bernoulli • Efecto Weissenberg |
| Moviendo un aerosol (partículas de polvo, humo, agua nebulizada, etc.) | <ul style="list-style-type: none"> • Electrificación • Aplicación de un campo magnético o eléctrico • Presión de la luz |
| Formación de mezclas | <ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonido • Cavitación • Difusión • Aplicación de un campo eléctrico • Aplicación de un campo magnético en combinación con un material magnético • Electroforesis • Solubilizar |



| EFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|--|--|
| Separación de mezclas | <ul style="list-style-type: none"> • Separación magnética y eléctrica • Aplicación de un campo magnético o eléctrico para cambiar la viscosidad de un líquido • Fuerza centrífuga • Sorción • Difusión • Ósmosis |
| Estabilización de la posición de un objeto | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de un campo eléctrico o magnético • Guardando un líquido endureciéndolo, usando la influencia de un campo eléctrico o magnético • Efecto del giroscopio • Fuerza reactiva |
| Generación de una fuerza manipuladora | <ul style="list-style-type: none"> • Generación de presión alta • Aplicación de un campo magnético a través de material magnético • Transiciones de fase • Expansión térmica • Fuerza centrífuga • Cambio de las fuerzas hidrostáticas influenciando la viscosidad de un líquido magnético o conductor de electricidad en un campo magnético • Uso de explosivos • Efecto electrohidráulico • Efecto óptico hidráulico • Ósmosis |
| Cambio de la fricción | <ul style="list-style-type: none"> • Efecto Johnson-Rabeck • Influencia de radiación • Efecto anormal de fricción baja • Efecto de fricción sin uso |
| Choque de objetos | <ul style="list-style-type: none"> • Descarga eléctrica • Efecto electrohidráulico • Resonancia • Ultrasonido • Cavitación • Uso de láser |
| Acumulación de energía térmica y mecánica | <ul style="list-style-type: none"> • Deformación elástica • Giroscopio • Transiciones de fase |



| EFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|--|--|
| Transferencia de energía a través de deformación eléctrica, mecánica, térmica o de radiación | <ul style="list-style-type: none"> • Oscilaciones • Efecto Alexandrov • Ondas • Radiación • Conductividad térmica • Convección • Reflexión de la luz • Fibra óptica • Láser • Inducción electromagnética • Superconductividad |
| Influencia sobre el movimiento de un objeto | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de campos magnéticos o eléctricos sin contacto físico |
| Medición de dimensiones | <ul style="list-style-type: none"> • Medición de la frecuencia natural de las oscilaciones • Aplicación y detección de marcadores eléctricos o magnéticos |
| Cambio de dimensiones | <ul style="list-style-type: none"> • Expansión térmica • Deformación • Magnetostricción • Efecto piezoeléctrico |
| Detección de condiciones y/o propiedades de la superficie | <ul style="list-style-type: none"> • Descarga eléctrica • Reflexión de la luz • Emisión electrónica • Efecto Moiré • Radiación |
| Cambio de las propiedades de la superficie | <ul style="list-style-type: none"> • Fricción • Absorción • Difusión • Efecto Bauschinger • Descarga eléctrica • Oscilación acústica o mecánica • Radiación ultravioleta |



| EFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|---|--|
| <p>Detección de condiciones y/o propiedades de volumen</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de marcadores; esto es, sustancias que son capaces de transformar los campos existentes (como los luminophores) o generar sus propios campos (como los materiales ferromagnéticos) dependiendo de las propiedades de un material • Cambio de la resistencia eléctrica, que depende de la estructura y/o variaciones de propiedades • Interacción con la luz • Fenómenos magneto-ópticos y/o electro-ópticos • Luz polarizada • Radiación de rayos X y radioactiva • Resonancia magnético nuclear o electrónica paramagnética • Efecto magneto elástico • Transición sobre el punto de Curie • Efecto Hopkins y Barkhausen • Ultrasonido • Efecto Moessbauer • Efecto Hall |
| <p>Cambio de propiedades de volumen</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Campos magnéticos o eléctricos para cambiar las propiedades de un líquido (viscosidad, fluidez) • Influencia de un campo magnético vía la introducción de un material magnético • Calor • Transiciones de fase • Ionización mediante un campo eléctrico • Radiación ultravioleta, de rayos X o radioactiva • Deformación • Difusión • Campo magnético o eléctrico • Efecto Bauschinger • Efecto óptico magnético, termoeléctrico o termo magnético • Cavitación • Efecto foto cromático • Efecto foto interno |
| <p>Desarrollo de ciertas estructuras, estabilización de estructuras</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interferencia • Ubicación de ondas • Efecto Moiré • Ondas magnéticas • Transiciones de fase • Oscilación mecánica y acústica • Cavitación |



| EFECTO O PROPIEDAD REQUERIDA | FENÓMENO FÍSICO QUE LA PROPORCIONA |
|---|--|
| Detección de campos magnéticos y eléctricos | <ul style="list-style-type: none"> • Ósmosis • Electrificación • Descarga eléctrica • Efectos piezoeléctricos • Emisión electrónica • Fenómeno electro óptico • Efecto Hopkins y Barkhausen • Efecto Hall • Resonancia magnético nuclear • Fenómeno magneto óptico y giromagnético |
| Detección de radiación | <ul style="list-style-type: none"> • Efecto acústico óptico • Expansión térmica • Efecto foto • Luminiscencia • Efecto fotoplástico |
| Generación de radiación electromagnética | <ul style="list-style-type: none"> • Efecto Josephson • Inducción de radiación • Efecto túnel • Luminiscencia • Efecto Hann • Efecto Cherenkov |
| Control de campos electromagnéticos | <ul style="list-style-type: none"> • Uso de pantallas • Cambio de propiedades (por ejemplo, variando la conductividad eléctrica) • Cambio de formas de objetos |
| Control de luz, modulación de luz | <ul style="list-style-type: none"> • Refracción y reflexión de la luz • Fenómenos magneto ópticos y electro ópticos • Fotoelasticidad • Efectos Kerr y Faraday • Efecto Hann • Efecto Franz Keldysh |
| Inicio e intensificación de reacciones químicas | <ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonido • Cavitación • Radiación ultravioleta, de rayos X y radioactiva • Descarga eléctrica • Disturbio violento |



Los patrones de evolución

El conocer los patrones de evolución (Rantanen y Domb, 2002) ayuda a pasar de los rasgos del resultado final ideal a soluciones concretas. En situaciones donde las contradicciones son difíciles de ver, el comprender los patrones ayuda a ver cómo está evolucionando el sistema. Si vemos cómo evolucionará el sistema, conocemos la solución al problema; en esta forma la solución puede desarrollarse sin un análisis de contradicciones.

Los siete patrones de evolución más útiles son los siguientes:

1. Evolución desigual de las partes y rasgos del sistema
2. Transición al macronivel o incorporación al suprasistema
3. Transición al micronivel o la segmentación del sistema a partes más pequeñas
4. Aumento de las interacciones entre sistemas
5. Expansión y contracción de sistemas
6. Disminución de la intervención humana
7. Hacia lo ideal

En la tabla 4.5 se describe cada patrón.

Tabla 4.5 Patrones de evolución

| PATRÓN DE EVOLUCIÓN | SOBRE EL PATRÓN |
|-----------------------------|---|
| 1. Evolución desigual | Evolución desigual de las partes de un sistema. Evolución desigual de las etapas del proceso. Mejora desigual de rasgos. Elevación repetitiva de la desigualdad. |
| 2. Transición al macronivel | Un sistema se combina con un sistema similar o uno no similar, o con muchos similares o no similares. Se repite la transición al macronivel. |
| 3. Transición al micronivel | Cuerpo sólido, cuerpo segmentado, líquido o polvo, gas o plasma, campo. Cuerpo sólido, cuerpo con hoyos, muchas cavernas, sustancia porosa. Superficie lisa, superficie corrugada, superficie rugosa. |
| 4. Aumento de interacciones | Introduciendo sustancias: nuevas y modificadas, vacío. Inserción de acciones: mecánicas, acústicas, térmicas, químicas, eléctricas, magnéticas. |



| PATRÓN DE EVOLUCIÓN | SOBRE EL PATRÓN |
|--|---|
| 5. Expansión y contracción | Aumentan el número de partes y el número de operaciones en la expansión. En la contracción disminuyen. Se repiten los ciclos de expansión y contracción. |
| 6. Disminución de la intervención humana | Se tiende a la mecanización y a la automatización. |
| 7. Hacia lo ideal | Se utiliza un patrón para aumentar la excelencia. Si el uso de un patrón crea nuevos problemas, se utilizan otros patrones para resolverlos. Se usan muchos patrones. |

En la tabla 4.6 se ejemplifica el uso de estos patrones al analizar una podadora de pasto muy ruidosa.

Tabla 4.6 Aplicación de patrones

| PATRÓN | CÓMO APLICARLO AL SISTEMA |
|--|---|
| 1. Evolución desigual | Supresión del ruido, disminuyendo la contaminación. |
| 2. Transición al macro nivel | Combinación con otras máquinas. Resolviendo el problema en el nivel del sistema de jardines. |
| 3. Transición al micro nivel | Materiales porosos. |
| 4. Aumento de interacciones | Ruido en contra del ruido. Captar las ondas sonoras y generar ondas que las cancelen. |
| 5. Expansión y contracción | Aumentando y disminuyendo el número de partes. Primero se hace el silenciador más grande y después se elimina totalmente. |
| 6. Disminución de la intervención humana | Se inicia con una hoz, después con tijeras y finalmente, se emplea una podadora. |
| 7. Hacia lo ideal | Podadora más limpia. Menos podadora. Podadora ausente. El pasto permanece corto por sí mismo. |



ARIZ-71.

Existen varias versiones de ARIZ. Se presenta a continuación la desarrollada por Altshuller (2000) en 1971, la cual consta de seis partes.

Parte uno: Escoja el problema**Paso 1-1: Determine la meta final de una solución.**

- a. ¿Cuál es la meta técnica? (Qué característica del objeto debe cambiarse).
- b. ¿Qué característica del objeto obviamente no puede cambiarse en el proceso de solución del problema?
- c. ¿Cuál es la meta económica de la solución? (Cuál costo se reduciría si el problema se resolviera).
- d. ¿Cuál es un costo gruesamente aceptable?
- e. ¿Cuál es la característica principal técnica/económica que debe mejorarse?

Paso 1-2: Investigue un “enfoque de libramiento”. Imagine que el problema, en principio, no puede ser resuelto. ¿Qué otro problema, más general, puede resolverse para llegar al resultado final requerido?

Paso 1-3: Determine qué problema, el original o el de libramiento, tiene más sentido resolver.

- a. Compare el problema original con una tendencia (una dirección de evolución) en la industria dada.
- b. Compare el problema original con una tendencia (una dirección de evolución) en una industria líder.
- c. Compare el problema del libramiento con una tendencia (una dirección de evolución) en la industria dada.
- d. Compare el problema del libramiento con una tendencia (una dirección de evolución) en una industria líder.
- e. Compare el problema original con el del libramiento. Escoja con cuál de los dos continuará.



Paso 1-4: Determine las características cuantitativas requeridas.

Paso 1-5: Modifique las características cuantitativas para un tiempo futuro.

Paso 1-6: Defina los requerimientos para las condiciones específicas en las que funcionará la invención.

- a. Considere las condiciones específicas para fabricar el producto: en particular, el grado aceptable de complejidad.
- b. Considere la escala de aplicaciones futuras.

Parte dos: Defina el problema con más precisión

Paso 2-1: Defina el problema con mayor precisión, usando la información de patentes.

- a. ¿Cómo se han resuelto en otras patentes los problemas cercanos al dado?
- b. ¿Cómo se han resuelto problemas similares en industrias líderes?
- c. ¿Cómo se han resuelto los problemas opuestos?

Paso 2-2: Use el operador TTP (Tamaño, Tiempo, Presupuesto)

- a. Imagine que cambia las dimensiones de un objeto desde su valor dado a cero (Tamaño $\rightarrow 0$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?
- b. Imagine que cambia las dimensiones de un objeto desde su valor dado a infinito (Tamaño $\rightarrow \infty$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?
- c. Imagine que cambia el tiempo del proceso (o la velocidad de un objeto) desde su valor dado a cero (Tiempo $\rightarrow 0$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?
- d. Imagine que cambia el tiempo del proceso (o la velocidad de un objeto) desde su valor dado a infinito (Tiempo $\rightarrow \infty$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?
- e. Imagine que cambia el presupuesto disponible para la elaboración de un objeto o proceso desde su valor dado a cero (Presupuesto $\rightarrow 0$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?



- f. Imagine que cambia el presupuesto disponible para la realización de un objeto o proceso, desde su valor dado a infinito (Presupuesto $\rightarrow \infty$). ¿Puede resolverse ahora este problema? Si es así, ¿cómo?

Paso 2-3: Describa las condiciones del problema en dos frases (sin usar términos especiales, y sin definir exactamente qué se debe pensar, encontrar o desarrollar) usando el siguiente formato:

- Dado un sistema que consiste de (describa sus elementos). Ejemplo: Existe una tubería con una válvula.
- El elemento (establezca el elemento) bajo las condiciones (establezca las condiciones) produce el efecto indeseable (establezca el efecto). Ejemplo: El agua con partículas de mineral de hierro es transportada al través de esta tubería. Las partículas del mineral están desgastando la válvula.

Paso 2-4: Introduzca los elementos del paso 2-3 en una tabla, como se ha hecho en la tabla 4.

Tabla 4.7 Elementos que son fáciles de cambiar y los que son difíciles

| TIPOS DE ELEMENTOS | ELEMENTOS |
|--|---|
| a. Elementos que pueden cambiarse, rediseñarse, o afinarse (bajo las condiciones de este problema) | Del ejemplo anterior: tubería, válvula. |
| b. Elementos que son difíciles de cambiar (bajo las condiciones de este problema) | Del ejemplo anterior: agua, partículas de mineral |

Paso 2-5: Escoja del paso 2-4a el elemento más fácil de cambiar, rediseñar o afinar.

Nota:

- Si todos los elementos en el paso 2-4a tienen la misma facilidad de cambio, comience con un elemento inmóvil (usualmente éstos son más fáciles de cambiar que los movibles).
- Si hay un elemento en el paso 2-4a que se conecta con un efecto indeseable, escójalo solo como el último recurso.



3. Si el sistema tiene solamente los elementos en el paso 2-4b, tome un elemento del ambiente externo.

Parte tres: Etapa analítica

Paso 3-1: Formule el Resultado Final Ideal (RFI) usando el formato siguiente:

- a. Seleccione el elemento del paso 2-5.
- b. Establezca su acción.
- c. Escriba cómo lleva a cabo esta acción (siempre use las palabras “por sí mismo”).
- d. Asiente cuándo lleva a cabo esta acción.
- e. Anote bajo qué condiciones (limitaciones, requerimientos, etc.) lleva a cabo esta acción. Ejemplo: (a) la tubería (b) cambia su sección transversal (c) por sí misma (d) cuando el control del flujo lo requiere (e) sin desgaste.

Paso 3-2: Realice dos dibujos – (1) “inicial” (la condición antes del RFI), y (2) “ideal” (condición después de alcanzar el RFI).

Nota: Los dibujos pueden ser arbitrarios siempre y cuando reflejen las esencias “inicial” e “ideal”. El dibujo “ideal” debe reflejar el planteamiento escrito del RFI.

Prueba del paso 3-2: Todos los elementos establecidos en el paso 2-3a deben mostrarse en la figura. Si se escoge el ambiente externo en el paso 2-5, debe mostrarse en el dibujo “ideal”.

Paso 3-3: En el dibujo “ideal”, encuentre el elemento indicado en el paso 3-1a y resalte (con un color diferente u otro medio) la parte que no puede realizar la función necesaria bajo las condiciones requeridas.

Paso 3-4: ¿Por qué este elemento (por sí mismo) no puede realizar la acción requerida?



Preguntas suplementarias:

1. ¿Qué se espera del área resaltada en el objeto? Ejemplo: la superficie interna de la tubería debe, por sí misma, cambiar su sección transversal a fin de cambiar el flujo.
2. ¿Qué evita que se realice esta acción por sí misma? Ejemplo: es inmóvil; por consiguiente no se puede separar por sí misma de la pared de la tubería.
3. ¿Cuál es el conflicto entre “1” y “2”? Ejemplo: debe ser inmóvil (como un elemento de la tubería rígida) y móvil (como un elemento del controlador que se puede contraer y expandir).

Paso 3-5: ¿Bajo qué condiciones puede esta parte proveer la acción requerida? (¿Qué parámetros deberá poseer esta parte?).

Nota: No considere en este momento si es posible realizarlo o no. Solo nombre la característica y no se preocupe sobre cómo se conseguirá.

Ejemplo: En la superficie interna de la tubería aparece una capa de alguna sustancia que trae la superficie interna más cerca del eje de la tubería. Cuando se requiere, esta capa desaparece, y la superficie interna se mueve lejos del eje.

Paso 3-6: ¿Qué debe hacerse para que este elemento (la superficie interna de la tubería) logre la característica descrita en el paso 3-5?

Puntos auxiliares:

1. En su dibujo, indique con flechas las fuerzas que necesitan ser aplicadas a la parte resaltada del objeto para producir la característica deseada.
2. ¿Cómo pueden desarrollarse estas fuerzas? (No considere los métodos que contradicen las condiciones del paso 3-1e).

Ejemplo: Pueden aumentarse partículas de mineral de hierro o agua (hielo) en la superficie interna de la tubería. No existen otras sustancias dentro de la misma. Esto determinará nuestra elección.



Paso 3-7: Formule un concepto que pueda realizarse prácticamente. Si hay varios conceptos, numérelos dándole al más prometedor el número 1. Escriba todos esos conceptos.

Paso 3-8: Provea un esquema para realizar el primer concepto.

Preguntas auxiliares:

1. ¿Cuál es el estado agregado (partes compuestas) del elemento de trabajo del mecanismo nuevo?
2. ¿Cómo cambia el mecanismo durante un ciclo?
3. ¿Cómo cambia el mecanismo después de muchos ciclos?

Después de crear este concepto, se recomienda que regrese al paso 3-7 y considere otros conceptos.

Parte cuatro: Análisis preliminar del concepto al que se ha llegado

Paso 4-1: Durante la utilización de la idea o concepto nuevo, ¿qué está mejorando y qué está empeorando? Escriba lo que se logra y lo que se hace más complicado o más costoso.

Paso 4-2: ¿Es posible impedir lo que está empeorando mediante el cambio del mecanismo o método propuesto? Dibuje el mecanismo o método cambiado.

Paso 4-3: ¿Qué está empeorando ahora (más complicado, más costoso)?

Paso 4-4: Compare pérdidas y ganancias.

- a. ¿Cuál es mayor?
- b. ¿Por qué?

Si la ganancia es mayor que la pérdida (incluso en el futuro), vaya a la parte seis, etapa de síntesis. Si las pérdidas son mayores que las ganancias, regrese al paso 3-1. Registre, en el mismo escrito del análisis original, la secuencia del análisis secundario, así como su resultado. Vaya al paso 4-5.



Paso 4-5: Si la ganancia es ahora mayor que cualquier pérdida, vaya a la parte seis, etapa de síntesis. Si el análisis secundario no produjo un resultado nuevo, regrese al paso 2-4 y verifique la tabla. Tome del paso 2-5 otros elementos del sistema y realice un análisis nuevo. Escriba el segundo análisis y su resultado.

Si no hay una solución satisfactoria después del paso 4-5, vaya a la siguiente parte de ARIZ.

Parte cinco: Etapa operativa

Paso 5-1: En la primera columna de la matriz de contradicciones, elija la característica que debe mejorarse.

Paso 5-2:

- a. ¿Cómo podemos mejorar esta característica (del paso 5-1) usando cualquier medio conocido (si no se consideran las pérdidas)?
- b. ¿Qué característica se hace inaceptable si se usa un medio conocido?

Paso 5-3: Elija la característica que corresponde al paso 5-2b en el primer renglón de la matriz de contradicciones.

Paso 5-4: En la matriz, encuentre los principios para eliminar la contradicción técnica (esto significa, localizar la celda de intersección del renglón del paso 5-1 y la columna del paso 5-3).

Paso 5-5: Investigue cómo pueden usarse estos principios.

Si el problema está resuelto, regrese a la parte 4, evalúe la idea nueva y vaya a la parte 6. Si el problema no está resuelto, siga los pasos siguientes.

Paso 5-6: Investigue la posibilidad de aplicar fenómenos y efectos físicos.



Paso 5-7: Investigue la posibilidad de cambiar la acción en el tiempo/duración.

1. ¿Es posible eliminar una contradicción “aumentando” el tiempo de la acción?
2. ¿Es posible eliminar una contradicción “disminuyendo” el tiempo de la acción?
3. ¿Es posible eliminar una contradicción efectuando una acción antes de que un objeto empiece a operar?
4. ¿Es posible eliminar una contradicción realizando una acción después de que un objeto termine de operar?
5. Si el proceso es continuo, investigue la posibilidad de hacer una transición a una acción periódica.
6. Si el proceso es periódico, investigue la posibilidad de hacer una transición a una acción continua.

Paso 5-8: ¿Cómo se resuelven los problemas similares en la naturaleza?

Preguntas auxiliares:

1. ¿Cómo resolvieron este problema las partes inanimadas de la naturaleza?
2. ¿Cómo resolvieron este problema las plantas o animales antiguos?
3. ¿Cómo resuelven este problema los organismos contemporáneos?
4. ¿Qué correcciones deben hacerse considerando los materiales y tecnología nuevos?

Paso 5-9: Investigue la posibilidad de hacer cambios a los objetos que operan en conjunto con el nuestro.

Preguntas auxiliares:

1. ¿A qué suprasistema pertenece nuestro sistema?
2. ¿Cómo podemos resolver este problema si cambiamos el suprasistema?

Si el problema todavía no está resuelto, regrese al paso 1-3. Si ya está resuelto, regrese a la parte 4 –evalúe la idea encontrada – y después vaya a la parte 6.



Parte seis: Etapa de síntesis

Paso 6-1: Determine cómo debe cambiarse el suprasistema al que pertenece nuestro sistema modificado.

Paso 6-2: Explore cómo puede usarse nuestro sistema modificado de manera diferente.

Paso 6-3: Utilice la idea técnica encontrada (o una idea opuesta a la encontrada) para resolver otros problemas técnicos.

Savransky (2000) presenta las versiones ARIZ-77 y ARIZ-85C, que es la última desarrollada por Altshuller antes de fallecer.

Kosse (1999) elaboró un manual de ejercicios con sus soluciones, sobre ingeniería mecánica y de manufactura; civil y estructural; aeronáutica; eléctrica y electrónica; militar; agrícola; de procesos y materiales.

Ejercicios

- 4.1** Se deben hacer agujeros de 12 mm de diámetro en una manguera de hule. No es difícil perforar o taladrar los agujeros excepto que la manguera es muy flexible. Ésta se estira, comprime y dobla. De manera que hacer los agujeros es un trabajo complicado. Se trató de hacer los hoyos con una varilla de hierro caliente, pero los bordes de estos hoyos fueron irregulares y quebradizos. Aplique TRIZ para proponer otra solución.
- 4.2** En una fábrica que produce focos tenían muchas quejas de clientes sobre la calidad del producto. Se concluyó que el problema consistía en la presión dentro de los focos, algunas veces era más alta que lo normal y otras era más baja. ¿Cómo se puede medir la presión dentro de los focos sin romperlos?



- 4.3** Existía una torre antigua en la plaza central de un pueblo. En una ocasión se sospechó que se estaba hundiendo. Se integró un comité para estudiar el problema. Todos los miembros del comité estuvieron de acuerdo que, con la finalidad de medir, necesitaban un punto fijo que no se moviera y que fuese visible desde la torre.
- 4.4** Existía la posibilidad de que la plaza y los edificios alrededor de ella también se estuvieran hundiendo. Encontraron en un parque a una distancia de 450 m lugares que no se hundían, pero que debido a la altura de los edificios que rodeaban la plaza no eran visibles desde la torre. ¿Qué sugiere?
- 4.5** En un laboratorio químico, los ingenieros estaban construyendo una máquina para producir un fertilizante nuevo. Esta máquina tenía que dispersar dos componentes líquidos, C y D, en una llovizna fina. Los planes de los químicos eran que las gotas C se unieran a las gotas D, para formar gotas CD que constituyen el fertilizante. Cuando se puso a trabajar la máquina las gotas C contactaron otras gotas C, formando gotas CC. Lo mismo sucedió con las gotas D. Pero los químicos no querían gotas CC ni gotas DD. Los líquidos C y D no pueden mezclarse antes de la dispersión por la máquina. ¿Qué propone?
- 4.6** Una compañía importó gasolina para distribuirla en gasolineras, mediante carros tanque con una capacidad de 3,000 litros. Repentinamente se descubrió que cada vez que el tanque se descargaba le faltaban 30 litros. Se revisaron los mecanismos de medida y se encontró que estaban bien. También se verificaron los sellos del tanque y todo estaba en orden. Aun se consideró la capa delgada de gasolina dentro de las paredes del tanque, así como la temperatura de la gasolina. No había nada que justificara esa diferencia de 30 litros. ¿Qué estaba sucediendo?



Resumen

TRIZ, Teoría para Resolver Problemas Inventivos fue desarrollada por Genrich S. Altshuller.

Dentro de esta teoría se vieron las contradicciones, los principios, los recursos, el resultado final ideal, los efectos físicos, los patrones de evolución y ARIZ-71.

Las contradicciones pueden ser de dos tipos: físicas o técnicas. Una contradicción física existe cuando para mejorar el rasgo “A”, un elemento deberá tener una cierta propiedad, pero para mejorar el rasgo “B”, el mismo elemento deberá tener la propiedad opuesta. Una contradicción técnica se presenta cuando al tratar de mejorar “A” puede empeorar “B”.

Para solucionar las contradicciones físicas se tienen 4 principios y para las contradicciones técnicas 40. Los primeros principios se conocen como principios de separación: en espacio, en tiempo, dentro de un todo y sus partes, y bajo ciertas condiciones.

Altshuller después de examinar 200,000 patentes escogió 40,000 para analizarlas con más detalle. Como resultado de este análisis encontró que en las patentes exitosas para resolver contradicciones técnicas existían 39 características y 40 principios. Una contradicción técnica estaba formada por dos características, la que se pretendía mejorar mediante una acción y la que empeoraba como consecuencia de dicha acción.

Se explicaron con todo detalle las 39 características y los 40 principios.

Altshuller también encontró que para cada contradicción existían dos o tres principios que se habían utilizado para resolverla. Dicha información la vació en una matriz. Esta matriz se conoce como la matriz de contradicciones.

Asimismo, se deben buscar los recursos ociosos, disponibles, gratis o muy baratos. Se les podría llamar invisibles, porque están ahí, pero nadie les hace caso. Hay que buscarlos en las herramientas, en los objetos, en los subsistemas y en el entorno.

Es sumamente importante determinar el resultado final ideal. Para ello, se debe seleccionar un elemento de la situación que está analizando, establecer su acción, asentar cómo lleva a cabo esta acción, Introducir cuándo la lleva a cabo y finalmente escribir bajo qué condiciones la lleva a cabo.

Después, se vieron los fenómenos físicos que proporcionan un efecto o propiedad que se requiere.



Luego, se estableció que conocer los patrones de evolución ayuda a pasar de los rasgos del resultado final ideal a soluciones concretas. En situaciones donde las contradicciones son difíciles de ver, el comprender los patrones ayuda a ver cómo está evolucionando el sistema. Si vemos cómo evolucionará el sistema, conocemos la solución al problema; en esta forma la solución puede desarrollarse sin un análisis de contradicciones.

Finalmente, se introdujo con todo detalle ARIZ-71, algoritmo que hay que seguir para facilitar que se llegue a soluciones inventivas.

Páginas WEB recomendadas

The TRIZ Journal.

<https://triz-journal.com/>

Fecha de recuperación: 17 de mayo de 2016.

The Altshuller Institute for TRIZ Studies

<http://www.aitriz.org/>

Fecha de recuperación: 17 de mayo de 2016

Videos WEB



Bustillo Polo Miguel Ángel. La Metodología TRIZ y su potencial.

<https://www.youtube.com/watch?v=bW3dKXtqQoM>

Mendiola Adrián. TRIZ.

<https://www.youtube.com/watch?v=hQbol8jd2Co>

Sariego Pedro. Introducción Innovación Sistemática TRIZ.

<https://www.youtube.com/watch?v=yjH1QGuvhRO>

Sariego Pedro. Ejercicios TRIZ.

<https://www.youtube.com/watch?v=g3KKGHzfPac>

Sariego Pedro. 40 principios de la inventiva.

<https://www.youtube.com/watch?v=85BSrdA9HOA>

Referencias bibliográficas

- Altshuller Genrich (2004) *And Suddenly the Inventor Appeared. TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*, 6th Printing, Technical Innovation Center, Inc. USA.
- Altshuller Genrich (2002) *40 Principles. TRIZ Keys to Technical Innovation*, 3th Printing, Technical Innovation Center, Inc. USA.
- Altshuller Genrich (2000) *The Innovation Algorithm. TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*, 2th Printing, Technical Innovation Center, Inc. USA.
- Domb Ellen (1998) *The 39 Features of Altshuller's Contradiction Matrix*
<http://www.triz-journal.com/archives/1998/11/d>
- Kosse Vladis (1999) *Solving Problems with TRIZ. An Exercise Handbook*. Ideation Internacional Inc. USA.
- Mann Darrell (2002) *TRIZ for Everyone*
<http://www.triz-journal.com/archives/2002/01/e/index.htm>
- Nakagawa Toru (2001) *Introduction to TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) : A Technological Philosophy for Creative Problem Solving*
<http://www.osakagu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/eIntro011223/eIntroJCS011104.html>
- Rantanen Kalevi and Domb Ellen (2002) *Simplified TRIZ. New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals* CRC Press LLC. USA.
- Savransky Semyon D. (2000) *Engineering of Creativity. Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. CRC Press LLC. USA.
- Terninko John, Zusman Alla and Zlotin Boris (1998) *Systematic Innovation. An Introduction to TRIZ*. CRC Press LLC. USA.





Capítulo

5

INNOVACIÓN E INTELIGENCIA

“La única ventaja competitiva permanente surge de ganarle en innovación a la competencia”

James Morse

“En el nuevo régimen, la riqueza proviene directamente de la innovación y no de la optimización; vale decir que la riqueza no se genera perfeccionando lo conocido sino captando imperfectamente lo desconocido”

Kevin Kelly

Conteste las preguntas siguientes

- ¿Cuál es el concepto de innovación?
- ¿Cuáles son los tipos de innovación?
- ¿Qué es la inteligencia?
- ¿Cuáles son sus tipos principales?
- ¿Qué es una oportunidad?
- ¿Cuáles son las frases que pueden frustrar una oportunidad?
- ¿Cuáles son las prioridades elaboradas por Peters para lograr que las empresas desarrollen innovaciones?
- ¿En qué consisten los pasos prácticos que se pueden dar para tomar conciencia de la importancia del diseño?
- ¿Cuáles son los cinco secretos o claves, propuestos por Oppenheimer para que los países desarrollen innovaciones importantes?
- ¿Cuáles fueron las treinta y cinco innovaciones grandes y trascendentes presentadas en este capítulo?

El lector al finalizar este capítulo deberá ser capaz de

Analizar el proceso de innovación, invención y el concepto de inteligencia. Desarrollará la capacidad de relacionar conocimientos para resolver y proponer soluciones.

Concepto de innovación e inteligencia

Según el Diccionario de la Real Academia Española el concepto de innovación proviene del latín: *innovatio*, y se define de dos modos: 1) Acción y efecto de mudar o alterar algo, introduciendo novedades y 2) Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado.

Según el Manual de Oslo, publicación de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) se entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de

nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.

Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Se consideran tanto las actividades que hayan producido éxito, como las que estén en curso o las realizadas dentro de proyectos cancelados por falta de viabilidad.

Por otra parte, según este mismo Diccionario de la Real Academia Española, el concepto de inteligencia también proviene del latín: *intelligentia*, y está definido como la capacidad de entender o comprender y como la de resolver problemas.

Por lo anterior no necesariamente una persona muy inteligente puede estar haciendo innovaciones importantes.

Tipos de innovación e inteligencia

El Manual de Oslo define los siguientes cuatro tipos de innovación:

- Innovación en producto/servicio: Introducción en el mercado de nuevos (o significativamente mejorados) productos o servicios. Incluye alteraciones significativas en las especificaciones técnicas, en los componentes, en los materiales, la incorporación de software o en otras características funcionales.
- Innovación en proceso: Implementación de nuevos (o significativamente mejorados) procesos de fabricación, logística o distribución.
- Innovación organizacional: Implementación de nuevos métodos organizacionales en el negocio (gestión del conocimiento, formación, evaluación y desarrollo de los recursos humanos, gestión de la cadena de valor, reingeniería de negocio, gestión del sistema de calidad, etc.), en la organización del trabajo y/o en las relaciones hacia el exterior.
- Innovación de *marketing*: Implementación de nuevos métodos de *marketing*, incluyendo mejoras significativas en el diseño meramente estético de un producto o embalaje, precio, distribución y promoción.
- En relación a la inteligencia, Gelb (1999) menciona que la mayor parte de nosotros crecimos con un concepto de inteligencia que se basaba en la



prueba del coeficiente intelectual (IQ o CI). Alfred Binnet ideó esta prueba para medir objetivamente la comprensión, el razonamiento y el juicio. Si bien representó una innovación en el momento en que fue formulada, la investigación actual ha demostrado que tiene dos fallas importantes.

La primera es la idea de que la inteligencia se determina desde el nacimiento y es inmutable, ya que puede mejorar significativamente con un entrenamiento adecuado. La segunda es la idea de que las habilidades verbales y de razonamiento matemático que miden las pruebas del IQ son la condición esencial de la inteligencia, concepción que ha sido completamente desbancada por la investigación psicológica contemporánea.

Gardner (1983) introdujo la teoría de las inteligencias múltiples, teoría que plantea que cada uno de nosotros posee al menos siete inteligencias. Estas son:

- Lógica-matemática (lógico)
- Lingüística-verbal (verbalmente articulado)
- Mecánica-espacial (visual)
- Musical (oído musical)
- Quinestésica-corporal (habilidad física)
- Social-interpersonal (capacidad de relacionarse)
- Intrapersonal (capacidad de autoconocimiento)

Se presentan a continuación genios en cada una de estas inteligencias. Isaac Newton y Marie Curie en lógica matemática; William Shakespeare, Miguel de Cervantes Saavedra y Jorge Luis Borges en lingüística verbal; Miguel Ángel en mecánica espacial; Mozart y Juan Sebastián Bach en musical; Morihei Ueshiba (creador del Aikido) Muhammad Ali o Mohamed Ali, nacido Cassius Marcellus Clay, Jr. (boxeador estadounidense) Frederik Matthias Alexander (creador de la Técnica Alexander) en quinestésica corporal; Nelson Mandela y Mahatma Gandhi en social interpersonal; y la Madre Teresa de Calcuta en intrapersonal. Leonardo da Vinci puede considerarse como alguien que destacaba en esas siete inteligencias. Vea la figura 5.1.



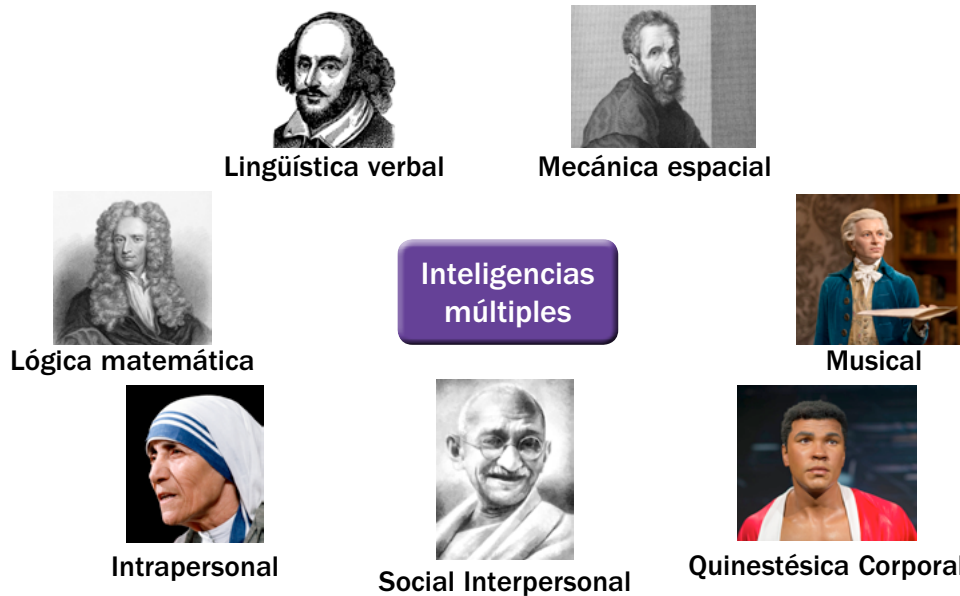


Figura 5.1 Genios en cada inteligencia

Pensamientos sobre la innovación

Se presentan a continuación algunas ideas sobre innovación de tres autores: Edward De Bono, Tom Peters y Andrés Oppenheimer.

De Bono (1984) señala que siempre coexisten lo urgente y lo importante. Un problema siempre es urgente y una oportunidad es importante. Las oportunidades en general son vitales y para aprovecharlas requerimos de la innovación.

Con un problema uno busca la solución, con las oportunidades la búsqueda es de sus beneficios. Estos beneficios constituyen una gran fuerza motivacional, por lo que vale la pena realizar el esfuerzo requerido para percibirlos.

Cuando ya se ha formulado la idea de oportunidad y evaluado sus beneficios, habrá que buscar un curso de acción que sea factible. Este curso de acción podría ser el proyecto total o uno piloto; investigación adicional o un estudio de mercado; obtener más información; o desarrollar procedimientos más baratos o más rápidos para conseguir un objetivo.



Por otra parte, existen frases que pueden anular las oportunidades. Tales frases son:

- “Simplemente no puedo ver la oportunidad.”
- “Puedo ver la oportunidad pero no encuentro ninguna forma posible de evaluarla.”
- “Puedo ver que es una oportunidad valiosa pero no cómo puede materializarse.”
- “Puedo ver que es una oportunidad valiosa y cómo se puede materializar, sin embargo, no es para nosotros.”
- “Puedo ver la oportunidad pero también enormes problemas con personas, medios y dinero.”
- “Podría ser una oportunidad pero tenemos mejores usos para nuestros esfuerzos y recursos.”
- “Decididamente es una oportunidad pero, en mi opinión, los riesgos son excesivamente grandes y las recompensas demasiado pequeñas.”

Las frases anteriores, que aunque pueden ser válidas si son pertinentes, son peligrosas ya que es muy fácil usarlas en lugar de pensar adicionalmente sobre las oportunidades.

Peters (1998) presenta en su libro *El círculo de la innovación* 130 citas de diversos personajes y trece prioridades para realizar innovaciones (él le llama doce y un pilón). Esas prioridades son:

1. Haga un plan de inversión en renovación de talento.
2. Reformule la principal tarea que esté realizando actualmente y conviértala en un proyecto con todas las de la ley.
3. Si usted es el jefe de un grupo de personal de una organización, convoque a una reunión donde se discutirá el lanzamiento del procedimiento para la conversión del sector en una empresa de servicios profesionales.
4. Inicie la transformación hacia la diferenciación de productos.
5. Empiece a trabajar en una estrategia departamental titulada “mátemlo/olvídelo”.
6. Desarrolle un plan estratégico para la selección y contratación de talento.



7. Revise, renueve y actualice su procedimiento de evaluación y promoción.
8. Lleve a cabo una evaluación del valor de la marca personal.
9. Lance una iniciativa de promoción de marca en su unidad o departamento.
10. Ponga en práctica una iniciativa para implementar sistemas bellos.
11. Comience un estudio para la eliminación estratégica de intermediarios y haga un análisis de empoderamiento de los clientes.
12. Realice una evaluación del mercado femenino.
13. Encare una importante iniciativa de diseño.

A continuación se aclaran dichas prioridades, intercalando en ellas algunas de las 130 citas cuando son pertinentes.

En relación a la primera prioridad, hacer un plan de inversión para la renovación de talento, Peters establece cinco incisos:

- a) Al igual que los activos también los profesionistas se deprecian por lo que hay que buscar nuevos talentos. Para ello es pertinente considerar lo que dijo Patricia Pitcher, autora de *The Drama of Leadership*: “¿Me dice que no quiere personas emotivas, volátiles e imprevisibles, pero sí gente con imaginación? Lo siento, viene todo en el mismo paquete... Le puedo ofrecer un paquete dedicado, leal, honesto, realista y consciente, pero el tema de la imaginación estará un tanto limitado.”
- b) Los planes de inversión en renovación de talento deben evaluarse en cuanto a su audacia. El puntaje que utiliza Peters en ese aspecto es: 10 = Reinventor olímpico (decidido y destinado a volver su mundo cabeza abajo en los próximos 12 meses, con o sin la ayuda de la empresa). 5 = Trabajando duro para lograrlo (comprometidos con la renovación pero no demasiado creativos). 1 = Ya estoy recargado de trabajo, déjenme en paz (no tienen tiempo para invertir en el proceso de renovación, quieren hacer el trabajo que corresponde por la paga que corresponde).
- c) Deberemos tener una libreta de anotaciones donde registremos nuestras impresiones e ideas.



- d) Dentro del plan es conveniente contemplar las diez indicaciones siguientes: 1. Inventar proyectos excéntricos que marquen un cambio de ritmo. 2. Reorganizar por amor a la reorganización. 3. Hacernos cargo de tareas distintas y desafiantes en un entorno totalmente diferente. 4. Basar las evaluaciones formales en el éxito de la renovación puesto que para poder mejorar algo es necesario medirlo. 5. Ir hacia arriba o dejar la empresa ya que la única forma de tener éxito es superarnos siempre. 6. Adoptar métodos creativos para seleccionar al personal, buscando personas asombrosas y movilizadoras que podrán cambiar el estado de su sector de trabajo y mantener a la organización en una atmósfera de flujo energético creativo. 7. Buscar oportunidades para actuar en forma espontánea y divertida para transformar los marcos de referencia de los equipos de trabajo. 8. Variar de perspectiva, en forma regular. 9. Forjar entornos vitales y creativos que transmitan fuerza, energicen, renueven y tengan personalidad. 10. Alentar el tiempo sabático.
- e) James Atlas dijo: “Nuestros circuitos están tan sobrecargados por la tecnología que nos interconecta, los teléfonos celulares, los módem y las máquinas de fax, que hemos perdido la capacidad de soñar despiertos.” De manera que si queremos tener una empresa basada en el talento debemos animarnos a soñar despiertos para que lo que estemos haciendo en este momento, o en el transcurso de nuestra carrera, sea recordado dentro de un año, veinte o cien años.

En cuanto a la segunda prioridad, reformular la principal tarea que estemos realizando para convertirla en un proyecto, Peters menciona cuatro incisos. Antes de escribirlos recordemos que un proyecto debe tener un inicio y un final donde se obtienen los resultados. Esos cuatro incisos son:

- a) Comience con lo que esté realizando. Si es un proyecto escriba los resultados que aguarda obtener y el tiempo en que espera tenerlos.
- b) En un proyecto existen hitos. Conteste las preguntas siguientes: ¿cuándo se presentarán?, ¿cuándo se hará la primera prueba del avance del proyecto?, ¿con personal propio o externo? Es conveniente que dicha prueba se realice dentro de los próximos diez días hábiles.



- c) En los proyectos hay que involucrar a los clientes, responda: ¿cuándo estuvo con el cliente comentando sobre el proyecto?, ¿cuánto tiempo permaneció con él precisando el proyecto? Y ¿siguen afinando juntos, a diario, el proyecto?
- d) Es necesario obtener aportaciones interesantes, disparatadas, originales, fascinantes, inesperadas e intuitivas de por lo menos tres o cuatro personas ajenas al proyecto, de manera que ¿con qué terceros interesantes ha trabajado en este proyecto?

Para la tercera prioridad, el lanzamiento del procedimiento para la conversión del sector en una empresa de servicios profesionales, recordemos primero que Peters menciona que “brindar servicios profesionales es puro trabajo cerebral” y después, veamos cómo define dicho procedimiento en 28 incisos:

- a) Piense en su departamento como si fuese una sociedad anónima, para que no haya necesidad que contraten empresas externas para realizar su trabajo.
- b) Piense en los clientes, ya que en muchas ocasiones se realizan las labores sin tomar en cuenta sus intereses.
- c) Visite a cada cliente, preguntándole sobre los resultados de trabajos anteriores, si encuentra que no fueron satisfactorios dichos resultados, vuelva a efectuar el trabajo sin cobrarles.
- d) Convierta cada trabajo en un proyecto, para que nuestra labor consista en desarrollar proyectos.
- e) Haga una lista de proyectos en curso, téngala siempre presente y obsesiónese con ella.
- f) Haga una revisión semanal de proyectos en curso. Celebre y felicite a los que han terminado en tiempo y forma los hitos de su proyecto.
- g) Analice, cuantitativamente, cada proyecto en lo que se refiere a su urgencia, al entusiasmo que genera y su potencial de transformación para brindar un servicio de excelencia.
- h) Piense en la calidad de su cartera de proyectos respondiendo a las preguntas: ¿cuántos de ellos son especiales, nos empujan hacia nuestros límites y nos conducen a nuevas sendas?, ¿cuántos significarán diferencias importantes para nuestros clientes?, ¿cuántos son estimulantes y cuántos aburridos?



- i) Haga todo lo que se requiera, ayudando a los equipos en apuros, sin importar cuán ocupados estemos.
- j) Transfiera sus destrezas a los clientes, es decir, no hay que darles pescados sino enseñarlos a pescar.
- k) Incluya al cliente en cada equipo de proyecto, para que al trabajar juntos se dé la transferencia de destrezas sobre cómo usar un cierto enfoque para resolver problemas, así como encontrar juntos la solución.
- l) Insista en que los clientes evalúen a nuestra gente y a la de ellos en cada proyecto, durante, al final y mucho tiempo después.
- m) Recorra a asesores externos, los mejores del mundo en su campo, que pueden ser personas de renombre mundial, en instituciones académicas o en otras empresas de consultoría.
- n) Piense en marketing, entendiendo éste como ampliación del renombre, desenvolvimiento de proyectos, gestión de relaciones y atrevimiento para explorar soluciones más allá de la más cómoda.
- o) Piense en investigación y desarrollo en todos los departamentos de su empresa, desde recursos humanos hasta finanzas.
- p) Convierta su lista de proyectos en curso en un área de ensayos para tareas de investigación y desarrollo.
- q) Dedique una gran parte de sus ingresos brutos al proceso de acopio del conocimiento.
- r) Establezca incentivos manifiestos e impetuosos para apoyar y comunicar conocimiento.
- s) ¡Capacite! ¡Capacite! ¡Capacite! en la gestión de proyectos.
- t) Capacite en la creación de proyectos.
- u) Capacite en la resolución de problemas.
- v) Capacite en la instrumentación de los proyectos.
- w) Capacite en relaciones con y desarrollo de clientes.
- x) Capacite para mejorar la calidad y cantidad de direcciones que tiene en su agenda.
- y) ¡Desafíe! ¡Desafíe! ¡Desafíe! No hay nada más importante que los talentos de la empresa, esté consciente que su futuro, de aquí a cinco años, se forjará a partir del nuevo intelecto que atraigan hoy a la institución.
- z) Evalúe rigurosamente al “talento” después de cada proyecto para



determinar si sobrevive y prospera o se va de la empresa. Como dijo Cynthia Keliams, empresaria, consultora, experta en mandos gerenciales medios: “Si no es capaz de responder en qué, concretamente, está mejorando su empresa, está fuera de la carrera.”

- aa) Sea grande. Todos los integrantes de una empresa de servicios profesionales deberían poseer al menos fama local o regional y en lo posible un renombre a nivel nacional o global.
- ab) Piense UAUU. Al terminar cualquier proyecto, para quien sea, donde sea y cuando sea, debemos sentir que hemos logrado que sus resultados sean uauu, es decir, geniales y fantásticos. Recordemos lo que dijo Helen Keller “La vida es una audaz aventura, o no es nada”.

Cuarta prioridad, Inicie la transformación hacia la diferenciación de productos, ya que cualquier cosa puede ser diferenciada. Tengamos presente lo mencionado por Herb Kelleher, presidente y CEO de Southwest Airlines: *“Hemos definido una personalidad, así como también un nicho del mercado. Buscamos divertir, sorprender, entretener.”* Así como lo señalado por Jerry García, músico y filósofo: *“Uno no desea ser considerado solo el mejor de los mejores. Uno quiere ser considerado el único que hace lo que está haciendo.”*

La quinta prioridad es empezar a trabajar en una estrategia departamental titulada “mátelo/olvidelo”. Normalmente hay que ensayar y arruinar material, varias ocasiones, para conseguir hacer un producto nuevo. Por otra parte, las instituciones tienen una inercia que, de vez en cuando, es más fácil liquidarlas que modificarlas. Como Kevin Kelly, autor de *Out of Control*, señaló: *“Por lo general, resulta más fácil matar una organización que cambiarla sustancialmente. Los organismos, por su diseño, no están hechos para adaptarse más allá de un cierto punto. Más allá de ese punto, resulta mucho más fácil matarlos y empezar con una organización nueva, que cambiarlos.”* También, si deseamos lograr innovaciones debemos centrarnos en el arte de olvidar y hacerlo sistemáticamente, lo cual en general, requiere de valentía.

La sexta prioridad es desarrollar un plan estratégico para la selección y contratación de talento, en el que se contemple buscar personal en sitios inusitados, para obtener recursos humanos con entusiasmo, apasionamiento y maleabilidad escudriñando la diversidad como señaló Marcy Carsey, fundadora de *The Carsey-Werner Company*: *“Siempre hay alguna fuerza que actúa para promover la no-diversidad... ¿En quién confía para ejecutar ideas, en*



quién confía para presentar ideas, en quién confía para nutrirse usted mismo, de quienes se rodea? Siempre hay una tendencia hacia la uniformidad, contra la cual tenemos que luchar... El instinto natural de la mayoría de la gente es contratar a personas que le resultan familiares, que se les parecen... Tenemos que combatir esto todo el tiempo, dentro de nosotros y en la gente que contratamos las que, a su vez, van a contratar a otros. Tratemos de alcanzar el espectro más amplio de puntos de vista, personalidades y antecedentes.”

Acordes con este plan tendremos que volvernos descubridores de talentos y contratarlos con base en su actitud ya que su habilidad la obtendremos mediante su capacitación. Warren Bennis y Patricia Ward Biederman establecen que *“Los líderes de grandes grupos aman el talento y saben dónde encontrarlo...Disfrutan con el talento de los demás.”* También es interesante considerar lo que Bernard Arnault, presidente de LVMH Moët Hennessy Louis Vuitton, indicó: *“No me interesa otra cosa que no sean los más jóvenes, los más brillantes y los muy, muy talentosos.”*

La séptima prioridad es revisar, renovar y actualizar nuestros procedimientos de evaluación y promoción. Peter Carbonera de Fast Company señaló: *“Lo que sabes cambia; lo que eres, no. No se puede encontrar lo que no se busca. La mejor forma de evaluar a la gente es viendo cómo trabaja. No se puede contratar a la gente que no se ofrece.”* También deberemos evaluar si estamos procediendo como empresarios. Peters definió empre-sariar como el proceso de convertir a cada puesto en una empresa, a cada trabajador en un empresario, en una unidad comercial unipersonal. ¿Qué se requiere para empre-sariar? ¡Imaginación! Todos podemos y debemos aprender a ser empresarios, no simplemente empleados motivados.

La octava prioridad consiste en llevar a cabo una evaluación del valor de nuestra marca personal, para saber si estamos destacando de la multitud y si hemos impuesto esta marca con una personalidad diferenciada y se lo hemos contado al mundo. Gillian Law y Nick Grant señalaron: *“La creciente dificultad de diferenciar los productos y la velocidad con que los competidores incorporan las innovaciones llevará a que la marca sea cada vez más y más importante.”* Para imponer una marca Peters recomienda leer el libro Marketing Aesthetics de Bend Schmitt y Alex Simonson. Ellos dicen en su libro: *“En este mundo con un alto grado de flujo comunicacional a través de multimedios interactivos y cargados de elementos sensoriales, los atributos y beneficios de un producto, el nombre de una marca y las cosas asociadas a*



la misma ya no son suficientes para captar la atención y atraer a los consumidores. Las empresas que atrapan al consumidor son aquellas que les ofrecen una experiencia sensorial memorable relacionada con el posicionamiento de la empresa, del producto o del servicio.”

Para la novena prioridad, lanzar una iniciativa de promoción de marca, Peters sugiere leer los mejores libros sobre el tema empezando con los de David Aaker: *Building Strong Brands* y *Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of a Brand Name*.

La décima prioridad es implementar sistemas bellos. Un sistema grandioso y genial tiene que ver con arte, belleza, gracia, claridad y sencillez. Hay que practicar el uso de las palabras belleza, gracia, sencillez y focalización. En los sistemas bellos estamos edificando nuestro día maravilloso porque como Marjorie Blanchard, consultora, dijo: *“Si no está trabajando para construir su día ideal, está trabajando para construir el día ideal de otro.”*

La décimo primera prioridad consiste en realizar un estudio para la eliminación estratégica de intermediarios y el empoderamiento de los clientes. Peters presenta en su libro una caricatura donde se menciona: *“Por una parte, la eliminación de los intermediarios permitiría bajar los costos, aumentar las ventas y lograr mayor satisfacción del cliente; por otra parte, los intermediarios somos nosotros.”*

Raymond Lane, presidente de Oracle, señaló: *“Los cambios de procedimiento en el mundo de los negocios enfatizarán el autoservicio. Sus costos, como empresa, bajarán, y el servicio percibido aumentará porque serán los mismos clientes quienes lo manejen.”*

Además, Watts Wacker, SRI Consulting, escribió sobre el uso más potente y eficaz de la Web: *“La Web le permite sostener un debate interactivo con sus clientes y sus posibles clientes. Instale un web site en el cual el debate sobre el alma de la empresa tenga lugar tanto con los colaboradores como con los futuros clientes.”*

La décimo segunda prioridad es realizar una evaluación del mercado femenino. Para realizar esta evaluación es conveniente contestar las preguntas siguientes: ¿qué parte de sus ventas es atribuible a mujeres?, ¿y de su segmento del mercado?, ¿de qué manera, específicamente, influye el gusto de la mujer sobre el desarrollo de productos, ventas, *marketing*, logística y servicios de su empresa? ¿Qué porcentaje de ejecutivos en el área de desarrollo de productos, ventas, servicios y *marketing* son mujeres? ¿Hay alguien



en su segmento del mercado que se destaque por dirigirse especialmente a la mujer como compradora? ¿Cuán grande es la oportunidad femenina en su segmento del mercado? ¿Dispone de una estrategia para mujer específica, que implique la capacidad del mercado y organizativa asociada con servir de manera creativa?

El tema central no es el grado de satisfacción de la mujer con sus productos y servicios. El tema es si la mujer es desalentada, de entrada, a comprar en su negocio, en su empresa o en su industria, puesto que el mercado femenino es muy amplio y muy pocas empresas se han dado cuenta de ello.

El pilón en cuanto a prioridades es encarar una importante iniciativa de diseño, porque como Robert Hayes, profesor de Harvard Business School dice: *“Quince años atrás, las empresas competían por el precio. Hoy compiten por la calidad. Mañana será por el diseño.”* También es importante considerar lo que Dewys Lasdon, estrella del diseño, señala: *“Nuestra tarea es dar al cliente... lo que él jamás soñó siquiera que quería.”*

Luego la próxima gran ventaja competitiva será el diseño. Peters establece que hay nueve pasos prácticos que podemos dar, para comenzar nuestro viaje hacia la toma de conciencia del mismo:

Abra los ojos. Empiece a buscar en todas partes los pequeños detalles que nos irritan y los que nos fascinan.

Lea libros sobre diseño. Por ejemplo, los de Norman Donald (2011, 2010, 2005, 2002, 1998) Hine Thomas (1995) y Lorenz Christopher (1986).

Recorte y guarde avisos, ilustraciones, folletos, volantes, etc., que tengan un diseño genial.

Esté al acecho de formularios, guías, tarjetas de visitas, etc., bien diseñados.

Analice las instrucciones y señalizaciones.

Arme dos cajas de archivo: “Muy bueno” y “Basura”. Cuando se encuentre con algo que lo impacte por su buen diseño, guárdelo, así como con algo pésimamente diseñado.

Haga una excursión de compras de artículos bien diseñados que cuesten menos de 10 dólares.

Lleve un cuaderno de registro doble: “Muy bueno” y “Basura”.

Traslade lo aprendido a su vida laboral.



A continuación, se exponen los pensamientos de *Oppenheimer* (2015) quien señala cinco claves sobre innovación: crear una cultura, fomentar la educación, derogar las leyes que la matan, estimular la inversión y globalizarla. Vea la figura 5.2.



Figura 5.2 Claves sobre innovación

La primera, crear una cultura de innovación, consiste en generar un clima que produzca un entusiasmo colectivo por la creatividad y glorifique a los innovadores productivos de la misma manera en que se glorifica a los grandes artistas o a los grandes deportistas, y que desafíe a la gente a asumir riesgos sin temor a ser estigmatizados por el fracaso. Vea la figura 5.3.



Figura 5.3 Cultura de innovación

Esta cultura puede lograrse si se mejora la calidad de la educación, se estimula la graduación de ingenieros y científicos, se aumenta la inversión en investigación y desarrollo, se ofrecen estímulos fiscales a las compañías para que inventen nuevos productos, se derogan las regulaciones burocráticas que dificultan la creación de nuevas empresas, se ofrecen más créditos a los emprendedores, y se protege la propiedad intelectual.

La segunda, fomentar la educación para la innovación, enseñará a procesar el conocimiento, preparará a los jóvenes para que tengan la capacidad de innovar, o sea la habilidad de resolver problemas creativamente o convertir nuevas posibilidades en realidad, y las habilidades, como el pensamiento crítico, la capacidad de comunicar y de colaborar con otros, serán mucho más importantes que el conocimiento académico. Se deberán dar buenas calificaciones a los estudiantes tanto por lo que estudian como por su capacidad para resolver problemas, trabajar en equipo, perseverar en sus proyectos, tomar riesgos, aprender de sus fracasos, y no dejarse amilanar por estos últimos. Vea la figura 5.4.



Figura 5.4 Calificación de estudiantes

También se recomienda enfatizar el pensamiento interdisciplinario.

La tercera, derogar las leyes que matan la innovación, incluye modificar las leyes de quiebras para no castigar excesivamente a quienes fracasan en un emprendimiento, adoptar leyes que hagan respetar la propiedad intelectual, y las que permitan que la apertura y cierre de empresas sea lo más fácil posible. Vea la figura 5.5.

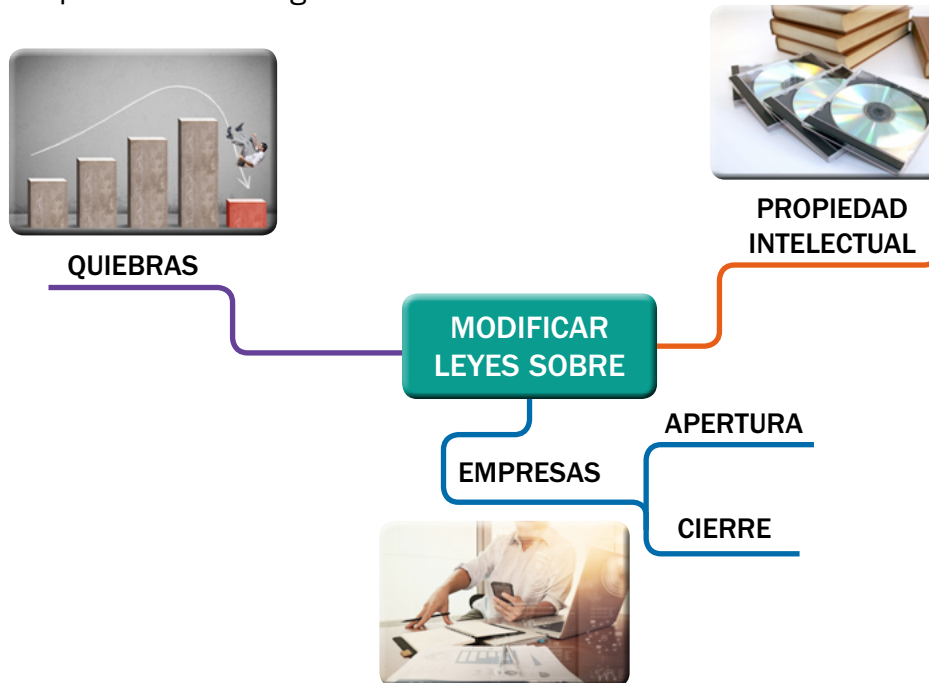


Figura 5.5 Derogación de leyes

En Estados Unidos y la mayoría de los países industrializados, las leyes permiten que una empresa se declare en suspensión de pagos, sin perjuicio de que sus directivos puedan abrir otra empresa ese mismo día, asimismo, es muy difícil que los acreedores de una empresa fallida puedan reclamar los bienes personales de los dueños o los directivos de esa empresa.

La cuarta, estimular la inversión en innovación, contempla el porcentaje del Producto Interno Bruto en inversión en investigación y desarrollo, el porcentaje de empresas privadas en dicha inversión, las fuentes de crédito y la vinculación empresas universidades. Vea la figura 5.6.



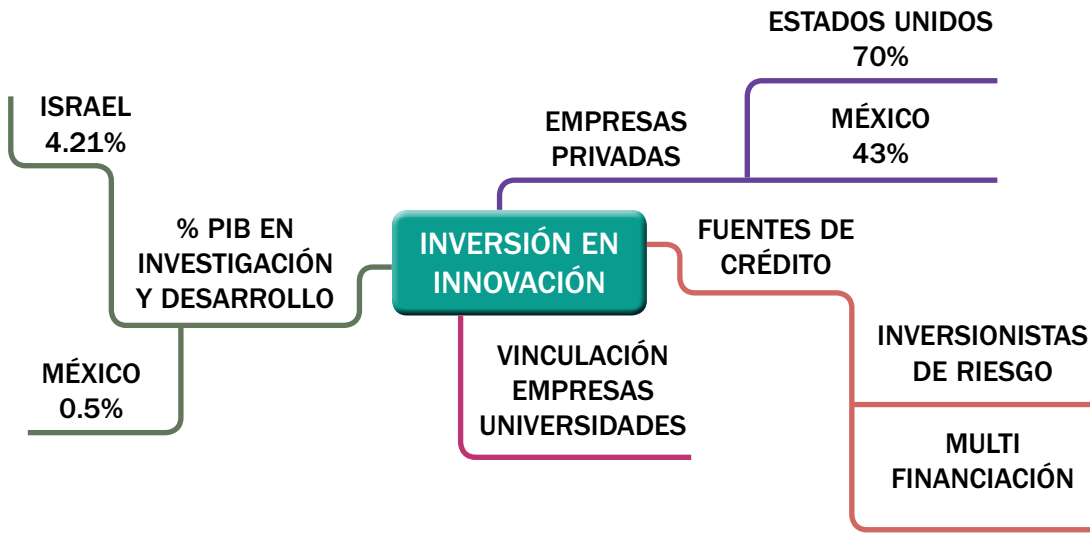


Figura 5.6 Estimular la inversión en innovación

El país que tiene la tasa más alta de inversión como porcentaje de su Producto Interno Bruto es Israel con un 4.21%, México la tiene de 0.5%. Si la comparamos con la de los demás miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es la más baja de todos. Este hecho, entre otros, explica el gran número de patentes de Israel y el pequeño de México.

En ese porcentaje de inversión del PIB, una parte la realiza el gobierno y otra las empresas privadas. En Estados Unidos el gobierno invierte el 30% y las empresas el 70%; en México es al revés, el gobierno el 57% y las empresas el 43%.

En relación a las fuentes de crédito existen los inversionistas de riesgo y la múltiple financiación. Uno de los desafíos para estimular la innovación en Latinoamérica es hacer que surjan inversionistas de riesgo, dispuestos a arriesgar sus inversiones en empresas que recién empiezan y que tienen grandes posibilidades de fracasar.

Los inversionistas de riesgo hacen sus inversiones conociendo que si invierten en 100 empresas nuevas y todas son de alto riesgo, 95 de ellas van a fallar, pero las cinco restantes van a ser el próximo Google o Twitter, y con esas cinco van a pagar por todo el resto y aun van a ganar mucho dinero. Los inversionistas de riesgo son uno de los motores de Silicon Valley.

Hay otras fuentes de crédito novedosas como la financiación múltiple



que les permiten a los innovadores recaudar fondos a través de contribuciones individuales de miles de pequeños inversionistas mediante sitios de Internet como kickstarter.com

En cuanto al papel de las empresas y las universidades, Oppenheimer presenta el caso de la Universidad Hebrea de Jerusalén, en Israel, donde fundaron una empresa de la Universidad, Yissum, que cada seis meses llama a cada profesor y le pregunta si tiene alguna invención que pueda ofrecerse al sector privado. En caso afirmativo, Yissum se encarga del papeleo para registrar una patente a nivel internacional y de encontrar empresas o inversionistas privados interesados en el proyecto. Y si la patente que se registra al final del proceso es exitosa y se traduce en un producto con salida comercial, se dividen las ganancias entre el profesor o investigador (40%), la universidad (otro 40%), y el laboratorio de la universidad que participó en el proyecto (el restante 20%). Vea la figura No. 5.7.

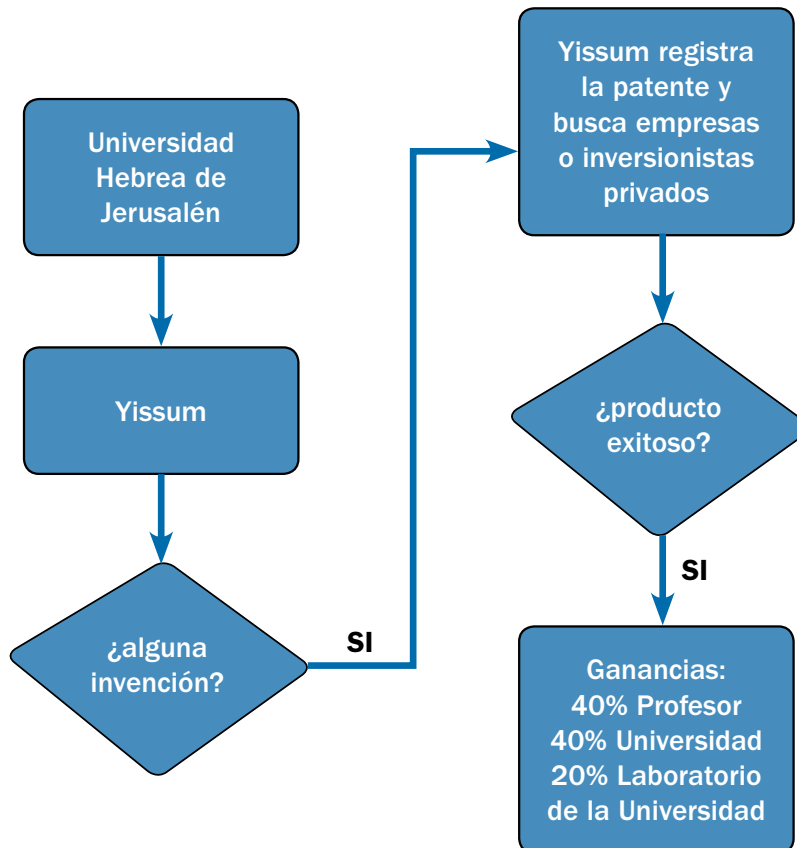


Figura 5.7 Vinculación empresa universidad

La quinta, globalizar la innovación, que consiste en globalizar la educación y la investigación.

Para globalizar la educación se requiere establecer convenios con universidades del primer mundo y enviar a estudiantes becados para que estudien posgrados en dichas universidades. Puesto que esas universidades requieren para aceptar alumnos, entre otras cosas, un dominio del idioma inglés, habrá que fortalecer la enseñanza de dicho idioma desde la educación primaria.

Para globalizar la investigación se requiere enviar a nuestros mejores científicos a trabajar con las eminencias en los países del primer mundo, con el compromiso de regresar periódicamente.

También es conveniente establecer facilidades para atraer emprendedores de otras partes del mundo para que convivan con emprendedores locales, así como para que expongan sus experiencias en universidades. Véase la figura 5.8.



Figura 5.8 Globalizar la innovación

Grandes innovaciones en la historia e ingeniería

A continuación se presentan treinta y cinco innovaciones trascendentes, las primeras nueve mencionadas por De Juana (2014), las tres siguientes por Oppenheimer (2016) y las últimas veintitrés por Camerín (2012). Por supuesto, existen más, pero ellas constituyen una muestra representativa de lo que se ha realizado en cuanto a innovaciones.

La primera corresponde al coche Ford T que, aunque no fue el primer automóvil de la historia, Henry Ford marcó un antes y un después dentro de la industria automovilística al aplicar las teorías de Taylor sobre la división del trabajo a su industria, creando así una de las primeras cadenas de montaje. Es famosa su frase de 1906, *“Voy a construir un coche para el pueblo, el automóvil universal”* que dio lugar en 1908 al primer coche construido en cadena y de forma masiva: El Ford T. Este vehículo no solo fue el más popular de toda una generación, sino que fue el germen de la famosa industria automovilística de Detroit y además, cambió la forma en la que se trabajaba en las fábricas, siendo Ford el primero de los empresarios que apostó por ser más competitivo aumentando los salarios de sus trabajadores y reduciendo las horas de trabajo.

La segunda es la televisión. ¿Podríamos imaginar nuestra vida sin televisión? Aunque la tecnología ha cambiado muchísimo el concepto que tenemos de televisión lo cierto es que durante buena parte del siglo XX, no tener una televisión presidiendo nuestra sala era considerado síntoma de excentricidad. Aunque el invento como tal tiene su origen en 1884 con los discos mecánicos de Paul Nipkow, habría que esperar hasta 1925 para que el escocés John Logie Baird desarrollara un sistema realmente usable a la hora de transmitir imágenes por ondas y a 1927 para que fuese la BBC la que inaugurase un medio de comunicación que cambiaría nuestras vidas para siempre.

La tercera, el descubrimiento de la penicilina. El mundo de la medicina le debe mucho al descubridor de la penicilina. Antes de Alexander Fleming cualquier infección podía convertirse en un mal incurable y enfermedades hoy en día tan sencillas de tratar como la sífilis podían convertirse en un enemigo mortal para los pacientes. Su descubrimiento de la penicilina en 1928 significó por lo tanto un cambio drástico para la medicina moderna iniciando la llamada *“Era de los antibióticos”*.



La cuarta, la primera central de energía nuclear. Esta energía ha cambiado el curso de la historia. Encontramos su primera aplicación práctica en 1954, cuando en la ciudad rusa de Obninsk se construye la primera planta nuclear capaz de conectarse a la red eléctrica. Al día de hoy, el 16% de toda la energía mundial tiene su origen en plantas nucleares. Para sus defensores, la energía nuclear es una forma limpia de generar electricidad, mucho más limpia que las alternativas fósiles, siempre que haya un correcto tratamiento de sus residuos. Sin embargo sus detractores esgrimen que casos como el de Chernóbil o el más reciente de Fukushima plantean demasiados interrogantes como para seguir apostando por este tipo de energía.

La quinta, el envío del primer hombre al espacio, Yuri Gagarin, en 1961. El primer astronauta de la historia dio el auténtico pistoletazo de salida a la carrera aeroespacial e inauguró con su proeza un nuevo campo de estudio científico en el que desde entonces, no se ha parado de innovar.

La sexta, la invención del *walkman* por Sony en 1979. Comparada con las innovaciones que se han visto hasta ahora, la invención del *walkman* puede parecer baladí. Sin embargo, si se toma en cuenta que cambió radicalmente la forma en la que consumimos y nos relacionamos con la música y que llegó a vender más de 200 millones de unidades ese mismo año, merece la pena considerarse.

La séptima, la *World Wide Web* desarrollada por Sir Tim Berners. ¿Existía Internet antes de él? Desde luego podemos remontarnos a la Arpanet de 1969 que conectaba algunas universidades de Estados Unidos. Pero si nos referimos a Internet tal y como la conocemos hoy en día, asociado al estándar HTML debemos esperar al trabajo de investigación que lideró Tim Berners Lee en 1989 en el CERN de Ginebra que dio lugar un año más tarde, al nacimiento del primer navegador web.

La octava, el nacimiento de la oveja Dolly en 1996. Este caso dio la vuelta al mundo cuando la humanidad descubrió en su conjunto, que era capaz de clonar mamíferos a partir de una célula del animal original. Pese a que muchos pusieron en su momento el grito en el cielo, la clonación de la oveja Dolly y de los animales que siguieron a continuación, se reveló fundamental para comprender cómo funcionan determinadas enfermedades y alteraciones genéticas. Este evento abrió de par en par las puertas de la medicina genética, permitiendo a los científicos estudiar mejor qué es lo que somos



y lo que podemos llegar a ser desde un punto de vista biológico y celular, avanzando de esta forma en el tratamiento de muchas enfermedades que tienen su origen precisamente en una mutación.

La novena, el *iPhone* de Apple en 2007. ¿Había teléfonos móviles antes de la llegada del iPhone? Por supuesto. ¿Existían teléfonos táctiles? Sí. ¿Podía alguno de ellos recibir el nombre de smartphone? No. La presentación del iPhone de Apple no solo es importante para la propia compañía y sus clientes, sino porque crea una nueva industria (la de los teléfonos inteligentes) y colateralmente crea una nueva: el desarrollo de Apps. En la idea original de iPhone se encuentran casi todos los elementos que forman parte de la tecnología con la que nos relacionamos hoy en día y conceptos como Apps, big data y tablets parten de esa idea original, que no es otra que la de poner una computadora en el bolsillo de cada consumidor.

La décima, el sistema de autenticación, conocido como CAPTCHA, es usado diariamente por alrededor de 180 millones de personas en todo el mundo. Von Ahn (Oppenheimer, 2016) inventó esas fastidiosas cajitas con letras distorsionadas que aparecen en la pantalla de la computadora cuando uno compra entradas para un concierto o accede a sitios web que quieren asegurarse de que uno es una persona, y no una máquina. Pero ese fue apenas su primer invento, cuando tenía 22 años.

Tres años más tarde, tras obtener su doctorado en ciencias de la computación en la Universidad Carnegie Mellon, de Pittsburgh, Von Ahn y uno de los estudiantes de esa universidad desarrollaron **la décima primera** innovación, RE-CAPTCHA, una versión mejorada de la prueba de autenticación. Von Ahn y su socio se la vendieron a Google por una suma de dinero no revelada que Von Ahn, citando cláusulas de confidencialidad, solo dice fue de “entre 1 y 10 millones de dólares”.

La décima segunda innovación, último proyecto de Von Ahn, es un sistema de aprendizaje de idiomas gratuito. Duolingo, la empresa de aprendizaje de idiomas gratuito por Internet, que ya ha sumado 25 millones de usuarios desde su lanzamiento a mediados de 2012. Aunque hay muchos sitios de aprendizaje de idiomas –incluyendo Open English, fundado por el emprendedor venezolano radicado en Miami, Andrés Moreno, y otros como Voxy y Rosetta Stone– Duolingo es uno de los pocos que ofrece cursos gratuitos. ¿Cómo se financia la empresa, si los cursos son gratis? Resulta que Duolingo se financia vendiendo las tareas de sus estudiantes.



Von Ahn inventó un sistema por el cual Duolingo les da a los estudiantes documentos para traducir como parte de su tarea. Más tarde, los estudiantes comparan sus traducciones y, por medio de un proceso colaborativo eligen la mejor versión final, que Duolingo vende a empresas como CNN, para sus sitios web en varios idiomas. Usualmente, un traductor profesional cobra 10 centavos de dólar por palabra, mientras que Duolingo dependiendo del volumen cobra unos 3 centavos por palabra y la calidad de las traducciones es suficientemente buena como para que los clientes estén satisfechos.

La décima tercera es el helicóptero de rotor coaxial X2. X2 es un grupo de tecnologías que incluye el concepto utilizado por un inventor argentino en 1922: dos grandes hélices superpuestas girando en sentidos opuestos que anulan la rotación residual del helicóptero. Con esta nueva tecnología los helicópteros podrán desprenderse de sus colas como lagartos y tomar cualquier forma que sea conveniente. Pero los ingenieros quisieron aprovechar la forma tradicional para agregar un propulsor en la cola, el cual hará volar el helicóptero a más de 500 km/h, convirtiéndose así en el más rápido del mundo.

La décima cuarta es el GPS, sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, si se utiliza GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

La décima quinta es el Nintendo Wii. Todo el mundo conoce la Wii y sus características: esta videoconsola apareció en el mercado en el año 2006 y, aunque inicialmente se la conoció como Nintendo Revolution, fue renombrada como Wii, un nombre que tiene la misma pronunciación en cualquier idioma, ya sea español, inglés, francés o chino mandarín. El mayor atractivo es su mando inalámbrico que permite al usuario controlar el juego mediante movimientos corporales o bien pulsando botones como en los mandos tradicionales. Puede detectar la distancia hasta el televisor, la dirección, la altura, aceleración y el ángulo de inclinación, además de vibrar e incluir un altavoz.

La décima sexta es el Solar P-Flip. Este invento consiste en un soporte para escritorio que recarga con energía solar nuestras terminales, por lo que evitaremos quedarnos sin batería. Este soporte nos asegura 8 horas de conversación, 15 horas de videos o juegos o 60 horas de música. Unas



cifras muy altas que satisfarán a muchos. El Solar P-Flip se puede poner vertical u horizontal. Permite hablar con él a manos libres y hasta sincronizar los dispositivos.

La décima séptima es el sistema operativo Mac. Uno de los mayores competidores de Microsoft, Apple, creó su propio sistema operativo hace ya más de veinticinco años. Las posibilidades que ofrecía su gama de ordenadores a lo largo del tiempo lo convirtió en un rival muy serio en la informática, y en la actualidad goza de gran popularidad.

La décima octava es el vehículo solar. Este es un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por energía solar obtenida de paneles solares en la superficie del automóvil, Las celdas fotovoltaicas convierten la energía del sol directamente en electricidad, que puede ser utilizada directamente por el motor o almacenada en baterías eléctricas.

La décima novena es el teclado láser. Este es un teclado que no necesita agregarse físicamente a los dispositivos móviles. Tiene una cámara que emite dos tipos de luz: una de color que muestra dónde se encontrarían las teclas y otra infrarroja que capta qué tecla se estaría tocando.

La vigésima es el robot Papero, de NEC. Este robot es capaz de identificar las caras de diez individuos, reconocer alrededor de 650 palabras y comportarse en función del estado de ánimo de las personas a su alrededor, entre otras cosas. Y si no se le hace caso, Papero pasea por la casa, ve la televisión o baila por su cuenta.

La vigésima primera es el pizarrón digital. En este pizarrón se utiliza un marcador especial para escribir sin necesidad de usar otros materiales que se desgastan.

La vigésima segunda es la notebook, Es como una computadora normal pero portátil.

La vigésima tercera es la netbook, Es todavía más pequeña que la anterior solo que no tiene lectores para CD/DVD.

La vigésima cuarta es el IPAD 2, una pantalla táctil, que se puede llevar a todas partes y posee muchas de las funciones de una computadora.

La vigésima quinta es la pantalla flexible. Es muy fina, parecida a un papel tradicional, pero electrónica. La primera empresa en lanzar uno de estos e-papeles fue Epson, seguida por Sony, Philips, LG y Siemens.

La vigésima sexta es la impresora 3D, máquina que produce objetos tridimensionales físicos, a partir de un modelo virtual creado en una computa-



dora. Los modelos comerciales son actualmente de dos tipos: de compactación, en las que una masa de polvo se compacta por estratos, y de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas.

La vigésima sexta es la visión en tres dimensiones. Actualmente es posible ver tridimensionalmente películas, fotos, videos, juegos, etc., en algunos casos con anteojos especiales sin los cuales no se podrían apreciar estos efectos, mientras que en algunos dispositivos muy recientes se está empezando a usar la visión en tres dimensiones sin necesidad de algún accesorio extra.

La vigésima séptima es la nanotecnología, ciencia que permite manipular la materia al nivel del átomo. Su aplicación a la industria, especialmente en la electrónica, los transportes o la sanidad será en la próxima década el motor de la siguiente revolución industrial. Neumáticos más resistentes a la abrasión, medios de locomoción propulsados por energías limpias o pruebas diagnósticas hospitalarias que permitirán detectar patologías desde sus comienzos son algunas de estas aplicaciones, que han sido visibles antes de 2020.

La vigésima octava es el Chef 2000. Tiene un sistema de cocción inteligente que mide las cantidades de los ingredientes en función del tiempo de cocción y el número de raciones. Además la nueva Chef 2000 TI introduce plancha, presión al vapor y recalentamiento de las comidas con un resultado mucho mejor que el de un microondas.

La vigésima novena es el jabón metálico, desarrollado por la arquitecta Rita Malfatti, cuya función es complementar al jabón tradicional, dado que no limpia sino que neutraliza los olores.

La trigésima es eco-bola, con la que es posible lavar la ropa sin poner absolutamente nada de detergente ni suavizante en la lavadora. Simplemente se introduce la bola y es posible con ella hacer mil lavados. La acción de eco-bola da al agua una gran capacidad de penetración y aumenta su poder de lavado lo que mejora la eficacia del poder limpiador por su más profunda penetración en la suciedad del tejido. Los iones negativos debilitan la adherencia de las suciedades en las telas para que se separen fácilmente sin utilizar detergente.

La trigésima primera es la mecatrónica. Esta puede verse como una nueva metodología de diseño de maquinaria y productos industriales. Ha generado una nueva revolución enfocada al uso del sistema de informa-



ción y software en los procesos industriales. Una maquina actual integra sistemas mecánicos, electrónicos, de control y software para su correcto funcionamiento. Esta evolución hace que el campo de la ingeniería tenga muchas intersecciones entre sí, del total de estas intersecciones se creó la Mecatrónica.

La trigésima segunda es el espejo digital. La evolución de la tecnología nos obsequia una imagen muy fiel de nosotros mismos. Este dispositivo novedoso cambiará nuestra perspectiva de lo que es tener “aparatos inteligentes” útiles en nuestro hogar.

La trigésima tercera es YouTube que añade la opción de poder mejorar los videos que se suben a su plataforma. Las mejoras son la estabilización de la imagen para los videos “movidos” o mejorar el contraste en videos con poca iluminación, cuando YouTube detecte alguna de estas condiciones nos avisará, para corregirla bastará darle a la opción para que automáticamente se mejore la calidad del video.

La trigésima cuarta es la aspiradora inteligente. La aspiradora Roomba Pet Owner’s Robotic Vacuum ha sido creada pensando en los dueños de mascotas que detestan que los pelos de sus perros y gatos queden en la alfombra sin poder sacarlos. Esta pequeña aspiradora se coloca sobre el piso, se enciende, y simplemente comienza a trabajar sola. La aspiradora Roomba irá recorriendo todo el espacio mientras sus cepillos rotativos especiales irán levantando los pelos de las alfombras con gran efectividad, así como el polvo y la suciedad en los pisos sin alfombra.

La trigésima quinta es la videobirra. Esta máquina recreativa tiene incorporado un grifo de refresco para satisfacer nuestra sed sin necesidad de pararnos e ir al refrigerador.

A continuación se aplican algunas de las técnicas del pensamiento sistémico y creativo a la ingeniería mexicana.



Reunión de búsqueda sobre la ingeniería en México

Se describe la Reunión de búsqueda, con 35 participantes, que se realizó en la UNAM, promovida por la Academia de Ingeniería a través de su Comisión de Especialidad de Ingeniería de Sistemas, en el año 2002. No obstante haberse efectuado hace 14 años, los conceptos encontrados, en su mayoría, aún tienen vigencia.

Introducción. La ingeniería mexicana ha venido decayendo en los últimos años. Esto nos obliga como Academia de Ingeniería a corregir el rumbo para que, con paso firme, recuperemos el liderazgo que poseía y que debe volver a tener, para dar una calidad de vida digna a nuestros compatriotas que, hoy por hoy, enfrentan niveles de pobreza y marginación. Asimismo, es necesario que se adecue a los estándares internacionales a fin de que alcance la competitividad en este mundo globalizado.

Esto nos debe incentivar para generar al interior de la Academia una línea de acción que nos permita insertarnos en la realidad actual y coadyuvar para que los cambios que se lograron en el ámbito político sean para bien y se reflejen en una participación creativa y pujante de los ingenieros mexicanos.

La Academia de Ingeniería, acorde a esta visión, organizó esta reunión de búsqueda para que, con un enfoque futurista, se tuviera una nueva visión del problema y se generaran opciones novedosas que permitiesen encausar acciones específicas.

Así, esta reunión fue pluridisciplinaria de académicos y personas interesadas en el tema que, juntos en una jornada, identificaron escenarios deseables y factibles para alcanzar el futuro deseado de la Ingeniería en México, en un ejercicio de reflexión, análisis, crítica, autocrítica y propuestas de solución.

Percepciones del entorno. Al inicio los participantes establecieron las percepciones del entorno a través de la generación de ideas que derivó en una lista, la que posteriormente se ordenó por parte de los compiladores en siete categorías: tecnología, política, desempeño profesional, educación, organización colegiada, valores éticos y sectores industrial, social y de servicios.



Factores que han sido afectados o que han afectado a la ingeniería

Tecnología

- Importación de la tecnología.
- Falta de inversión y desarrollo de tecnologías.
- Influencia de los modelos internacionales en la enseñanza y la práctica de la ingeniería.
- Cambio acelerado en la tecnología que se desarrolla en los países del primer mundo.
- Avances tecnológicos y administrativos no asimilados en México.
- Falta de innovación, creatividad y gestión (no hay “know how”).
- Falta de visión en los empresarios y gobierno para la gestión tecnológica.

Política

- Globalización y TLCAN.
- Falta de un programa de desarrollo nacional de corto y mediano plazos.
- Entorno de gobierno, universidades, empresas, etc., con miras solamente de índices macroeconómicos.
- Falta de participación de los ingenieros en la toma de decisiones.
- Desconocimiento de los tomadores de decisiones del aporte de la ingeniería mexicana al desarrollo productivo.
- Poca influencia de la ingeniería mexicana en las decisiones de gobierno.
- Falta de presupuesto en el sector educativo.
- Cantidad excesiva de requisitos jurídicos y sociales para el ejercicio de la ingeniería mexicana.
- Cotos de poder.
- Decisiones políticas que se imponen a decisiones técnicas.
- Recursos económicos escasos y caros.
- Falta de planeación en obras de infraestructura por el corte o truncamiento de proyectos.
- Falta de atención del gobierno a la economía interna del país.
- Cambio de política económica que privilegia el financiamiento.



Desempeño profesional

- Evaluación del desempeño profesional.
- Falta de creatividad y habilidades para la formulación de planes estratégicos acordes con el desarrollo.
- Obsolescencia profesional.
- No ir al ritmo de los cambios.
- Falta de oportunidades bien remuneradas para los ingenieros mexicanos.
- Falta de adaptación de los ingenieros al medio de trabajo.
- Falta de liderazgo.
- Falta de identidad y conciencia profesional.
- Deterioro gradual de la mística profesional.
- Falta de mística profesional y devoción por la camiseta.
- Filosofía del control.
- Aniquilamiento de la creatividad.
- Falta de medición de la productividad.
- Inadecuada formulación y evaluación técnica, económica, financiera y jurídica de los proyectos públicos y privados.
- Deterioro en el nivel de ingreso de los ingenieros, particularmente de los jóvenes.
- Fuga de cerebros.
- Todólogos, invasión de diferentes especialidades.
- Integración global.

Educación

- Rezago severo en la estructura de la ingeniería en todas sus especialidades en la Universidad Nacional Autónoma de México y en otras instituciones de educación superior.
- Carencia de educación continua obligatoria y certificada.
- Falta de adecuada integración de los sectores educativo y productivo.
- Pocos proyectos desarrollados con la participación de centros educativos y el sector productivo.
- Pseudo comercialización de la enseñanza.
- Baja eficiencia terminal en las instituciones de educación.
- Baja calidad del profesional medio que egresa.
- Planes de estudio fuera de la realidad.
- Carencia de preparación jurídica básica en las carreras de la ingeniería.



- Falta de vocación profesional en numerosos profesionales de la ingeniería. Nula orientación vocacional en las escuelas y facultades de ingeniería.
- Falta de reconocimiento de que la ingeniería es una de las ramas de las humanidades.
- Falta de programas nuevos en las universidades.
- Quien quiera ganar la batalla debe conocer al enemigo, quien quiera ganar la guerra se conoce a sí mismo.
- Dogmatización del conocimiento.

Organización colegiada

- Colegios profesionales.
- Imagen social de la ingeniería.
- Subdesarrollo de las instituciones que hacen ingeniería.
- Incomunicabilidad en el gremio y hacia el exterior.
- Falta de continuidad en la tradición de la ingeniería mexicana.
- Carencia de documentación histórica y técnica de la solución de problemas de ingeniería.
- Falta de una filosofía consensuada en la ingeniería.

Valores éticos

- Corrupción.
- Falta de integración en la formación, ética, humanística, etc., que les permita a los ingenieros mexicanos tener una visión de ideas originales.
- Participación en la actividad profesional de pseudo ingenieros, charlatanes que, en muchos casos, son apoyados por instituciones.
- Trastocamiento de valores.
- Pérdida de la vocación social de la ingeniería mexicana.

Sectores industrial, social y de servicios

- Falta de análisis y difusión de sistemas eficientes en la industria (Telmex).
- Influencia nociva de los mercados.
- No reconocimiento de la calidad de la ingeniería mexicana por las empresas y otros sectores del país.



Los factores fundamentales en el futuro. Se identificaron los factores futuros fundamentales que prevalecerán en la ingeniería en México, discriminando entre los más deseables y los más probables, destacando en ambos los factores educativos.

Los más deseables

- Mecanismos expeditos para actualizar planes y programas de estudio.
- Fomento de la calidad del modelo educativo en todos sus aspectos: profesores, administradores, alumnos, infraestructura.
- Desarrollo y aplicación de las tecnologías educativas modernas.
- Aprovechamiento de los líderes de la Academia de Ingeniería para crear una infraestructura de actualización y formación docente.
- Fortalecimiento de una actitud de empresa desde las aulas.
- Utilización de los recursos institucionales de servicio social para vincularse a la industria y a los otros sectores de la sociedad.
- Inversión mayor en investigación y desarrollo tecnológico y ciencia básica, vinculándola con la formación de los ingenieros mexicanos.
- Estudio y análisis de la globalización para diseñar estrategias competitivas para la ingeniería mexicana.
- Lograr que los gobiernos hagan participar a los ingenieros colegiados en la toma de decisiones.
- Inserción del ingeniero en todas las esferas de la política nacional, en un sentido amplio.

Los más probables

- Importación de tecnología.
- Falta de promoción a la creatividad en el desarrollo de planes estratégicos.
- Falta de atención del gobierno a la economía interna del país.
- Evaluación profesional continua por baja calidad formativa global.
- Falta de participación de los ingenieros en la toma de decisiones.
- Formación académica de los ingenieros mexicanos: planes de estudio fuera de la realidad.
- Integración a nivel de maquila entre los sectores productivos, social y de servicios con el sector educativo.



Factores por descartar, retener y crear. Como parte de la mecánica de la reunión de búsqueda, se les solicitó a los participantes describir la evolución de la ingeniería en México. Varios de los asistentes describieron el desarrollo de cada una de las áreas de la ingeniería en las que les ha tocado participar, siendo estas las siguientes:

- Energía eléctrica.
- Telecomunicaciones
- Civil (Ferrocarriles, carreteras, hidráulica y asentamientos humanos).
- Química y petroquímica.
- Agronomía.

La pérdida de perspectiva de la ingeniería en los últimos veinte años (1980-2000)
Factores que se deben descartar, retener o crear para el buen desarrollo de la ingeniería

En descartar, se recalcaron las citas a la falta de valores éticos; en retener, se opinó preponderantemente sobre conservar las virtudes del desempeño profesional de los ingenieros mexicanos y, en crear, sobresalieron las necesidades de infraestructura para la educación y la organización colegiada.

Qué descartar de la ingeniería

- La mentalidad anacrónica de la ingeniería (dejar de dormir en los laureles).
- La falta de apoyo del gobierno a la ingeniería mexicana.
- La ingenuidad y la soberbia, desánimo, confusión y desconocimiento de la realidad mundial.
- La improvisación irreflexiva e irresponsable.
- Los conceptos rígidos de planeación.
- Que las decisiones competencia de los ingenieros sean tomadas por otros.
- La corrupción.
- El fraude en la enseñanza.
- Como único criterio el financiero.
- El liderazgo empresarial sin riesgos de las empresas de ingeniería.



Qué retener de la ingeniería

- Las técnicas que generan buenos resultados.
- La formalidad rigurosa en el desarrollo de proyectos y obras.
- La sustentabilidad de los proyectos.
- El profesionalismo.
- La creatividad e ingenio.
- La disciplina de calidad.
- El espíritu de servicio.
- La planeación.
- El liderazgo.
- La responsabilidad.
- La mentalidad emprendedora.
- La educación pública de la ingeniería.
- El rigor metodológico.
- La actualización de conocimientos.
- El gremialismo.
- La investigación aplicada a problemas nacionales.
- La ética.
- La tradición positiva.
- La función social de la ingeniería.
- La subsistencia de las empresas de ingeniería.
- La capacidad de correr riesgos.

Qué crear para la ingeniería

- Política de estado que impulse el desarrollo del aparato productivo con competitividad internacional y autodeterminación tecnológica.
- Cultura de transmisión de experiencias técnicas a través de publicaciones arbitradas.
- Comisión de competencia de la práctica profesional de la ingeniería.
- Organismo de difusión en la Academia de Ingeniería para que estos foros no sean de lamentaciones y buenas intenciones.
- Cultura en relación con los procesos de certificación profesional y de calidad.
- Un organismo para llevar a cabo el seguimiento y el desarrollo de las ideas y propuestas de esta Reunión.
- Aranceles profesionales recomendados para el ejercicio de la ingeniería.



- Promoción de la certificación de calidad de las empresas de ingeniería.
- Revista digital de la Academia de Ingeniería.
- Un organismo que sancione las acciones del gobierno en materia de ingeniería.
- Una página electrónica en la Academia de Ingeniería.
- Asociación Nacional de Colegios de Ingenieros.
- Sección sobre estudios sociales, tecnología e ingeniería en la Academia de Ingeniería.
- Organismo que capte las necesidades de ingeniería del país.
- Sólida infraestructura de investigación y desarrollo.
- Empresas de ingeniería internacionales.
- Campaña para que las empresas de ingeniería establezcan sus sistemas de gestión.

Integración de los aspectos internos con el mundo que nos rodea. Obstáculos principales y formas de superarlos. En sesión plenaria con los puntos desarrollados anteriormente, se analizó la integración de los factores internos de la ingeniería en México con el mundo que nos rodea. Se identificaron los obstáculos, sobresaliendo los de índole política, y las formas más frecuentes para superarlos. Estos inconvenientes y sus soluciones se presentan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Obstáculos y remedios

| OBSTÁCULOS | SOLUCIONES |
|--|--|
| Planeación sin realimentación. | Establecer medidas de desempeño que permitan orientar la planeación hacia los objetivos (educación) (flexibilización regulatoria). |
| Mentalidad anacrónica de la ingeniería. | Actualización para la percepción adecuada de la realidad actual mundial y futura. |
| Liderazgo sin riesgo usando como único criterio el financiero. | Marco regulatorio que permita una competitividad sana. |
| Corrupción y fraude en la enseñanza. | Campaña educativa de valores, orden y sanciones. |
| Improvisación irreflexiva e irresponsable. | Campaña educativa de valores, orden y sanciones. |



| OBSTÁCULOS | SOLUCIONES |
|---|---|
| Falta de apoyo del gobierno a la ingeniería mexicana. | Política de estado para el desarrollo del aparato productivo y la investigación y desarrollo competitivos a nivel nacional impulsada por la Academia. |
| Que las decisiones de la ingeniería las tomen personas ajenas a la ingeniería. | Puestos de decisión ocupados únicamente por ingenieros certificados en el área específica (con cédula profesional). |
| Recursos financieros insuficientes, falta de capital humano, falta de comprensión del sector productivo. | Fortalecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vincular directamente al sector productivo, promover la formación de investigadores en ingeniería. |
| Falta de voluntad, división política, marco legal inadecuado, restricciones de los tratados comerciales y oposición del gobierno. | Cabildeo para convencer de la necesidad, proponer al Poder Legislativo las modificaciones legales pertinentes, reinterpretar y/o renegociar los apartados correspondientes. |
| Resistencia por parte de otras organizaciones, proliferación de asociaciones técnico-profesionales de carácter político. | Invitar a una unión y coordinación a las diferentes organizaciones y asociaciones que realizan esta actividad. |
| Vicios en la formación de ingenieros. Resistencia de los profesionales a la certificación profesional y desconocimiento de sus beneficios. | Mejoramiento de los programas académicos. Dar a conocer los beneficios de la certificación. |
| Falta de voluntad de los integrantes de las organizaciones colegiadas. | Crear mayor conciencia de la importancia del seguimiento y desarrollo de las ideas y proponerlo a los directivos de la Academia. |
| Excesiva pulverización de la ingeniería a nivel nacional. Ausencia de estímulos de parte del gobierno. Intereses de los países desarrollados. | Incidir en la mejora de las empresas para que pasen de una categoría de subsistencia a una de competitividad nacional y, por último, sean empresas de clase mundial. |
| Mercado raquítico con cotizaciones bajas. | Identificar al organismo con la suficiente fuerza moral para establecerlo. |



| OBSTÁCULOS | SOLUCIONES |
|--|---|
| Falta de sensibilidad sobre los beneficios de con la certificación. Resistencia de las empresas por razones financieras de costo. Falta de reconocimiento de sus clientes por las empresas certificadas. | Que los contratantes o usuarios exijan a sus proveedores de servicios de ingeniería la certificación. |
| Recursos computacionales y de operación escasos en las instituciones de educación superior públicas. Insuficiencia de recursos financieros. | Buscar patrocinadores entre las empresas y otros sectores. |
| Resistencia política de las asociaciones. | Convencer a las organizaciones existentes de la necesidad. |
| Analfabetismo funcional de los ingenieros. | Promover la lectura. Crear estímulos. |
| Corrupción, cinismo y simulación. | Ética: educación y ejemplo. |
| Improvisación, superficialidad. | Profesionalismo: reconocimiento institucional. |
| Vicios y costumbres. | Tradicón positiva: reconocimiento profesional e institucional. |
| Dogmatismo. | Creatividad: promover concursos con reconocimiento. |
| Egoísmo e interés propio. | Espíritu de servicio: buen gobierno. |
| Improvisación. | Planeación. |
| Falta de recursos, privatización. | Educación pública de la ingeniería: reformas y competitividad. |



Objetivos estratégicos deseables en 2012. Se presentan a continuación los que consideraron los participantes en la reunión, a quienes se les indicó que no se preocupasen si eran o no factibles:

- Tener una ingeniería respetada y prestigiada ante la opinión pública.
- Lograr la excelencia en áreas o nichos estratégicos previamente evaluados en los que el país pueda destacar en competencia global, con la cantidad y calidad adecuada de profesionales de la ingeniería para ser capaces de exportar ingeniería mexicana y sus productos (servicios y bienes).
- Adaptar a la ingeniería mexicana con oportunidad y competitividad a los cambios acelerados de la ciencia y la tecnología desde la investigación tecnológica, transmisión de conocimientos, diseño, formación de profesionales y aplicación productiva para alcanzar un nivel de calidad de excelencia, competitivo a nivel mundial con la participación mucho más activa, honesta y comprometida de las instituciones gremiales, compatible con las necesidades del país.
- Contar con la mejor ingeniería del planeta Tierra.
- Tener un crecimiento acelerado de empresas e ingenieros certificados y contar con un sistema de certificación consolidado y de alta calidad.
- Contar con una comisión de competencia de la práctica profesional que opere eficazmente.
- Lograr una efectiva vinculación del sistema educativo de formación de ingenieros y los sectores productivo, social y de servicios, que sea eficaz y eficiente, mediante proyectos específicos y proponerla como un modelo basado en la creatividad del estudiante.
- Promover la efectiva participación de las organizaciones intermedias como la Academia de Ingeniería en las consultas y decisiones que afecten en su especialidad a los intereses nacionales.
- Lograr que la Academia de Ingeniería funcione como una institución consultora, asesora, motriz de opinión y generadora de ideas y proyectos para el desarrollo.
- Promover la adaptación de los ingenieros a la globalización.
- Promover una ingeniería mexicana identificada e integrada a la planta productiva del país en el contexto profesional y educativo.
- Respetar la continuidad de los buenos proyectos de ingeniería a pesar de los cambios gubernamentales.



- Tener una política de estado en investigación y desarrollo tecnológico que estimule la innovación en empresas de base tecnológica.
- Lograr una política de estado (entendida como un acuerdo nacional consensuado) a largo plazo, sobre el desarrollo productivo y competitivo en los sectores primario, secundario y terciario, integrada y congruente con los planes de desarrollo y con la autodeterminación tecnológica que defina un marco sólido para el desarrollo de la ingeniería mexicana.
- Tener una política de estado que promueva el desarrollo del aparato productivo con autodeterminación tecnológica.
- Planear e instrumentar el desarrollo de la ingeniería a corto, mediano y largo plazos.
- Promover el registro de tantas patentes como sea posible (siguiendo el ejemplo de Corea del Sur y Taiwán).

Conclusiones. Las conclusiones derivadas del trabajo conjunto son las siguientes:

Excelencia y prestigio

- Para tener una ingeniería respetada y prestigiada ante la opinión pública, logrando la excelencia en áreas o nichos estratégicos, previamente evaluados, en los que el país pueda destacar en competencia global, con la cantidad y calidad adecuada de profesionales de la ingeniería para ser capaces de exportar ingeniería mexicana y sus productos (servicios y bienes) es necesario adaptar a la ingeniería mexicana con oportunidad y competitividad a los cambios acelerados de la ciencia y la tecnología, desde la investigación tecnológica, la transmisión de conocimientos, el diseño, la formación de profesionales y la aplicación productiva, para alcanzar un nivel de calidad de excelencia, competitivo a nivel mundial con la participación mucho más activa, honesta y comprometida de las instituciones gremiales, compatible con las necesidades del país.
- Esto nos permitirá contar, si no con la mejor ingeniería del planeta, sí con una ingeniería de calidad mundial.
- Para ello, los académicos de las diferentes especialidades deben abocarse a realizar una estrategia específica para cada una de ellas que permita alcanzar esta meta.



Certificación

- Tener un crecimiento acelerado de empresas e ingenieros certificados y contar con un sistema de certificación consolidado y de alta calidad, así como contar con una comisión de competencia de la práctica profesional que opere eficazmente.
- La Academia de Ingeniería en su conjunto deberá interactuar muy cercanamente con los Colegios Nacionales y con las entidades de certificación con objeto de proponer formas de evaluación que permitan a los ingenieros y a las empresas alcanzar esta meta.

Educación en ingeniería

- Para lograr una efectiva vinculación del sistema educativo de formación de ingenieros y los sectores productivo, social y de servicios, que sea eficaz y eficiente, mediante proyectos específicos y proponerla como un modelo basado en la creatividad del estudiante, deberán crearse en cada institución educativa instancias que la lleven a cabo.
- Sería altamente conveniente que una entidad externa, como la Academia de Ingeniería, reuniera en forma periódica a estas instancias con objeto de que trabajen coordinadamente complementando las fortalezas de cada una de las entidades educativas y de investigación que representen, buscando el beneficio final de la sociedad mexicana.

Tareas de promoción

- Con objeto de promover la efectiva participación de las organizaciones intermedias como la Academia de Ingeniería en las consultas y decisiones que afecten en su especialidad a los intereses nacionales, los académicos o miembros de estas organizaciones deben asumir un rol activo. Esta responsabilidad compartida permitirá lograr que la Academia de Ingeniería y las otras organizaciones funcionen como instituciones consultoras, asesoras, motrices de opinión y generadoras de ideas y proyectos para el desarrollo nacional, promoviendo la adaptación de los ingenieros a la globalización, promoviendo una ingeniería mexicana identificada e integrada a la planta productiva del país en el contexto profesional y educativo y el respeto a la continuidad de los buenos proyectos de ingeniería a pesar de los cambios gubernamentales.



Política de estado

- Para lograr una política de estado (entendida como un acuerdo nacional consensuado) a largo plazo, sobre el desarrollo productivo y competitivo en los sectores primario, secundario y terciario, integrada y congruente con los planes de desarrollo y con la autodeterminación tecnológica que defina un marco sólido para el desarrollo de la ingeniería mexicana, es necesario que los ingenieros mexicanos actúen activamente en la sociedad, ocupando desde puestos de elección popular hasta asesorías o puestos de responsabilidad en los gobiernos locales y federales.
- Esto permitirá planear e instrumentar el desarrollo de la ingeniería a corto, mediano y largo plazos, promoviendo el desarrollo del aparato productivo con autodeterminación tecnológica, con investigación y desarrollo tecnológico que estimule la innovación en empresas de base tecnológica y con el registro de tantas patentes como sea posible.

Diagrama de causa, se requiere para y elimina

Se tomó la idea “Que las decisiones competencia de los ingenieros sean tomadas por otros” surgida de las sugerencias de lo que se debía descartar en la ingeniería. Con dicha idea se elaboró el diagrama de causa, se requiere para y elimina. Se invita al lector a construir su propio diagrama, que obviamente, no tiene porqué coincidir con el anterior.

En la figura 5.9 se tiene en el centro un rectángulo que corresponde a la función dañina, con el letrero “Decisiones competencia de ingenieros tomadas por otros”. Se pregunta si existe otra función dañina causada por la primera y la contestación correspondió a “pocas obras y algunas defectuosas”.

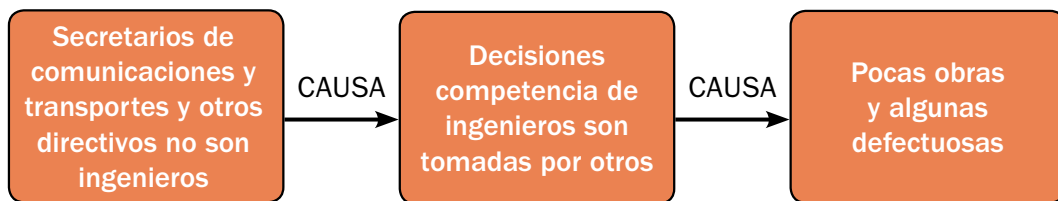


Figura 5.9 Diagrama sobre decisiones de ingenieros tomadas por otros

En relación a la primera función dañina se continúa preguntando si existen otras funciones útiles o dañinas que la causen y si se tiene una función útil que la elimine. Se determinó que los nombramientos de secretarios en secretarías eminentemente técnicas, así como de directores de empresas descentralizadas, por ejemplo, Comisión Federal de Electricidad, Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, entre otros, causa que las decisiones de ingenieros sean tomadas por otros.

Al continuar desarrollando el diagrama se tiene la figura 5.10. En el centro de tiene “secretarios de Comunicaciones y Transportes y otros directivos no son ingenieros”. Lo cual, en general, salvo ciertas excepciones, hace que nombren a personas que no son ingenieros en puestos técnicos de decisión.

Estos nombramientos son causados porque los ingenieros tienen poca fuerza gremial, hay pocos ingenieros políticos, además de la creencia que la economía y las finanzas bastan para resolver los problemas nacionales. Si se lograra introducir la creencia que la ingeniería también contribuye a la solución de dichos problemas, ello eliminaría los nombramientos de economistas o financieros en puestos que deberían ser ocupados por ingenieros, así como incrementaría el número de ingenieros políticos.

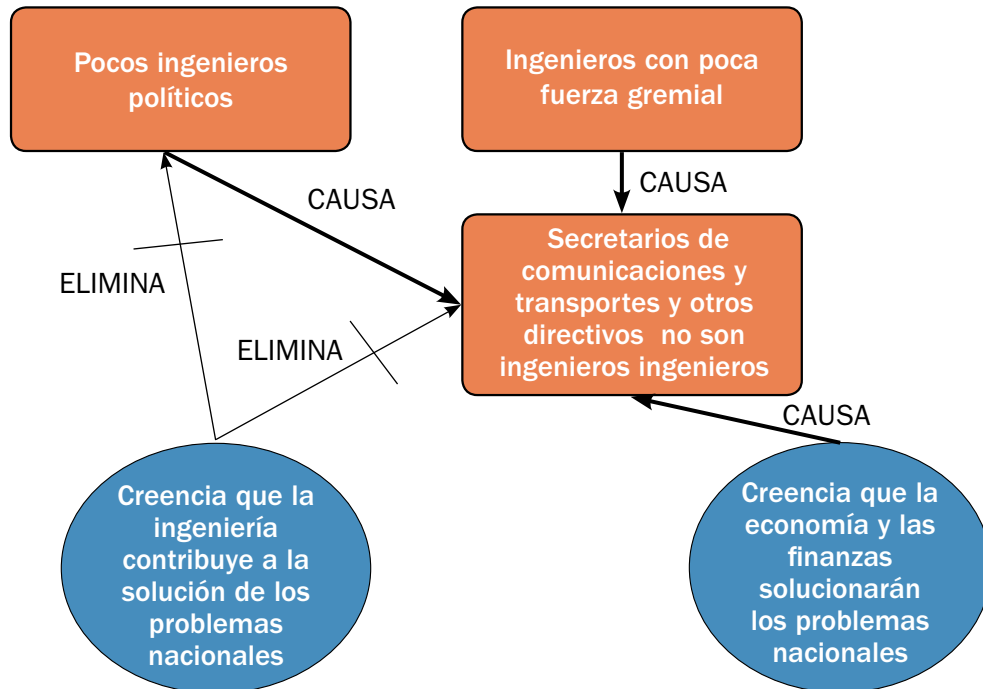


Figura 5.10 Nombramientos de personas que no son ingenieros en puestos eminentemente técnicos

En la tabla 5.2 se han escrito las funciones útiles y dañinas que se encontraron al continuar con este proceso.

Tabla No. 5.2 Funciones útiles y dañinas

| NOTACIÓN | FUNCIÓN | CONCEPTO |
|----------|---------|---|
| A | Dañina | Decisiones competencia de ingenieros son tomadas por otros. |
| B | Dañina | Secretarios de Comunicaciones y Transportes y otros directivos no son ingenieros. |
| C | Dañina | Pocas obras y algunas defectuosas. |
| D | Dañina | Pocos ingenieros políticos. |
| E | Dañina | Ingenieros con poca fuerza gremial. |
| F | Útil | Creencia que la ingeniería contribuye a la solución de los problemas nacionales. |
| G | Útil | Creencia que la economía y las finanzas resolverán los problemas nacionales. |
| H | Dañina | Importación de productos. |
| I | Dañina | Poca producción nacional. |
| J | Dañina | Desarrollo nacional bajo. |
| K | Dañina | Mercado interno raquítico. |
| L | Útil | Muchos colegios de ingenieros. |
| M | Útil | Muchas carreras de ingeniería. |
| N | Útil | Una sola carrera de ingeniería con asignaturas de ciencias políticas. |
| O | Dañina | Devaluación del peso frente al dólar. |
| P | Útil | Políticas del Banco de México y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. |
| Q | Útil | Control de variables macroeconómicas. |
| R | Dañina | Salarios bajos. |
| S | Dañina | Carencia de asignaturas de ciencias políticas en las carreras de ingeniería. |
| T | Útil | Economistas con mucha fuerza gremial. |



En la figura 5.11 se muestran las funciones anteriores con sus relaciones correspondientes.

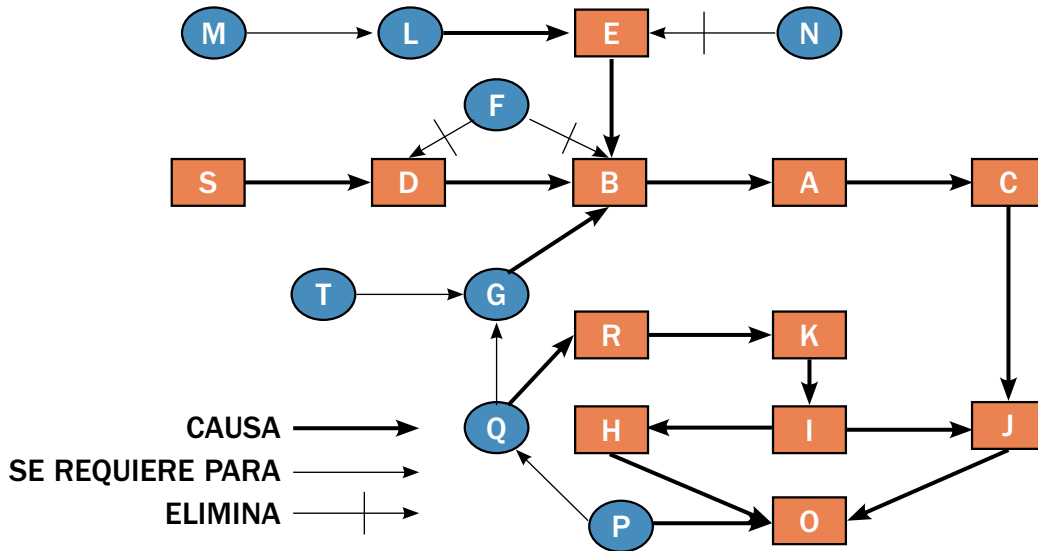


Figura 5.11 Diagrama sobre decisiones competencia de ingenieros tomadas por otros

Un punto interesante que se observa en la figura anterior es la función N que corresponde a la creación de una sola carrera de ingeniería, a semejanza de las carreras de medicina y de economía que son solo una con varias especialidades. Esta carrera única haría que el gremio de los ingenieros, en vez de estar divididos, tuviera mucha fuerza, ya que se tendría un solo colegio, el de Ingenieros, en vez de varios como existen actualmente, Colegio de Ingenieros Civiles, Colegio de Ingenieros Mecánicos, Colegio de Ingenieros Petroleros, de Ingenieros Químicos, etc. Esta carrera única podría darse a distancia, con los cursos en plataformas educativas y los laboratorios virtuales, lo que incrementaría la calidad de aprendizaje de la misma.



Ejercicios

- 5.1 Elabore tres opciones para tener mecanismos expeditos para actualizar los planes y programas de estudio de ingeniería.
- 5.2 Desarrolle tres opciones para usar el servicio social en ingeniería para conseguir una vinculación con la industria y los otros sectores de la sociedad.
- 5.3 Construya tres opciones para insertar al ingeniero en todas las esferas de la política nacional, en un sentido amplio.
- 5.4 Prepare tres opciones para erradicar la corrupción en el país.
- 5.5 Idee tres opciones para que la investigación en ingeniería se aplique, en su mayor parte, en la solución de los problemas nacionales más relevantes.
- 5.6 Conciba tres opciones para construir una Política de Estado que impulse el desarrollo del aparato productivo con competitividad internacional y autodeterminación tecnológica.
- 5.7 Produzca tres opciones para adaptar a la ingeniería mexicana con oportunidad y competitividad a los cambios acelerados de la ciencia y la tecnología, desde la investigación tecnológica, transmisión de conocimientos, diseño, formación de profesionales y aplicación productiva para alcanzar un nivel de calidad de excelencia, competitivo a nivel mundial con la participación mucho más activa, honesta y comprometida de las instituciones gremiales, compatible con las necesidades del país.
- 5.8 Haga tres opciones para lograr una vinculación efectiva del sistema educativo de formación de ingenieros con los sectores productivo, social y de servicios.
- 5.9 Defina tres opciones para crear una cultura de la innovación.
- 5.10 Especifique tres opciones para incrementar al 4% el porcentaje del Producto Interno Bruto que se invierte en investigación y desarrollo en el país, así como lograr que el porcentaje de las empresas privadas que participan en dicha inversión aumente al 70%.



Resumen

La innovación es la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el *marketing* o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados y la inteligencia es la capacidad de entender o comprender, así como de resolver problemas.

Existen cuatro tipos de innovación: en producto o servicio, en proceso, organizacional y en *marketing*.

Según Gardner hay varios tipos de inteligencia y poseemos al menos siete de ellos: lógico-matemático, lingüístico-verbal, mecánico-espacial, musical, quinestésico-corporal, social-interpersonal e intrapersonal.

Una oportunidad real es un balance entre esfuerzo, riesgo y recompensa. Las frases, según De Bono, que pueden frustrar una oportunidad son:

“Simplemente no puedo ver la oportunidad.”

“Puedo ver la oportunidad, pero no encuentro ninguna forma posible de evaluarla.”

“Puedo ver que es una oportunidad valiosa pero no cómo puede materializarse.”

“Puedo ver que es una oportunidad valiosa y cómo se puede materializar, sin embargo, no es para nosotros.”

“Puedo ver la oportunidad, pero también enormes problemas con personas, medios y dinero.”

“Podría ser una oportunidad, pero tenemos mejores usos para nuestros esfuerzos y recursos.” “Decididamente es una oportunidad, pero en mi opinión los riesgos son excesivamente grandes y las recompensas demasiado pequeñas.”

El peligro que encierran estas frases está en la facilidad con que pueden decirse aún en contextos donde no son pertinentes.

De acuerdo con Mickelthwaite una síntesis del secreto de los éxitos de Silicon Valley es: Se toleran los fracasos. Se tolera la traición. Se buscan riesgos. Se reinvierte. Se tiene entusiasmo frente al cambio. Se promociona por mérito. Se tiene obsesión con el producto. Se colabora. Se tiene variedad. Cualquiera puede jugar.

Las prioridades elaboradas por Peters para conseguir innovaciones son: Haga un borrador de un plan de inversión en renovación formal. Reformule la



principal tarea que esté realizando actualmente y conviértala en un proyecto con todas la de la ley, Si usted es el jefe de un grupo de personal de una organización, convoque a una reunión donde se discutirá el lanzamiento del procedimiento para la conversión de ese grupo en una empresa de servicios profesionales. Inicie la transformación hacia la diferenciación de productos. Hable sobre deseos y necesidades no expresadas. Empiece por trabajar en una estrategia departamental titulada “mátelo/olvidelo”. Desarrolle un plan estratégico para la selección y contratación de talento, con requisitos nuevos y creativos. Revise, renueve y actualice su procedimiento de evaluación y promoción. Lleve a cabo una evaluación del valor de la marca personal. Lance una iniciativa de promoción de marca en su unidad o departamento. Ponga en práctica una iniciativa para implementar sistemas bellos. Comience un estudio para la eliminación estratégica de intermediarios y haga un análisis de empoderamiento de los clientes. Realice una evaluación del mercado femenino. Encare una importante iniciativa de diseño.

Los pasos prácticos que se pueden dar para tomar conciencia de la importancia del diseño son: Abra los ojos. Lea libros sobre diseño. Recorte y guarde avisos, ilustraciones, folletos, volantes, etc., que tengan un diseño genial. Esté al acecho de formularios, guías, tarjetas de visitas, etc., bien diseñados. Analice las instrucciones y señalizaciones. Arme dos cajas de archivo: “Muy bueno” y “Basura”. Haga una excursión de compras de artículos bien diseñados que cuesten menos de 10 dólares. Lleve un cuaderno de registro doble: “Muy bueno” y “Basura”. Traslade lo aprendido a su vida laboral.

Las cinco claves propuestas por Oppenheimer para que los países desarrollen innovaciones son: crear una cultura de innovación, fomentar la educación sobre innovación, derogar las leyes que matan la innovación, estimular la inversión en investigación y desarrollo, y aprovechar la globalización.

Se presentaron treinta y cinco innovaciones trascendentes: el coche Ford T, la televisión, la penicilina, la central de energía nuclear, el envío del primer hombre al espacio, el *walkman*, la *World Wide Web*, la primera oveja clonada, el iPhone, el sistema CAPTCHA, el sistema RE-CAPTCHA, el sistema Duolingo para aprender inglés, el helicóptero de rotor coaxial X2, el GPS, el Nintendo Wii, el Solar P-Flip, el sistema operativo Mac, el vehículo que utiliza energía solar, el teclado láser, el robot Papero, el pizarrón digital, la *notebook*, la *netbook*, el *Ipad 2*, la impresora 3D, la visión tridimensional, la



nanotecnología, el Chef 2000, el jabón metálico, la eco-bola, la mecatrónica, el espejo digital, YouTube, la aspiradora inteligente y la videobirra.

Después se presentó la reunión de búsqueda sobre la ingeniería en México, promovida por la Academia de Ingeniería.

Páginas WEB recomendadas

Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

<http://dle.rae.es/?id=LqtyoaQ|LqusWqH> Fecha de consulta:
8 de junio de 2016.

Cámara de Comercio de España

<http://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/tipos>
Fecha de consulta: 8 de junio de 2016.

De Bono Edward

<http://www.edwdebono.com/>
Fecha de consulta: 28 de junio de 2016.

Hine Thomas.

<http://www.thomashine.com/index.htm>
Fecha de consulta: 28 de junio de 2016.

Oppenheimer Andrés

<http://www.andresoppenheimer.com/>
Fecha de consulta: 28 de junio de 2016.

Peters Tom.

www.businessedge.net.tompeters
Fecha de consulta: 20 de junio de 2016.



Videos WEB

Abril Ruiz Ángel, ¿Qué es la innovación? Catedral Innova, Madrid

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

Arbelaez Juan David, Secretos de innovación de Steve Jobs (Apple)

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

Don Norman: The three ways that good design makes you happy

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

Don Norman: Living with complexity

<https://www.youtube.com/watch?v=Tj96KyC9zdl>

CNN Chile, Andrés Oppenheimer y la importancia de la innovación en su libro “Crear o morir”

<https://www.youtube.com/watch?v=NwTcLkLy7I8>

EMCRS, Interview Merrelyn Emery,

<https://www.youtube.com/watch?v=kbA5rXORtqQ>

Referencias bibliográficas

Calderín Camilo (2012) *Inventos innovadores Siglo XXI*. Tecno Interés.

<http://kamilokalderin.blogspot.mx/2012/05/inventos-innovadores-del-siglo-21.html>

De Bono Edward (1984) *Opportunities. A Handbook of Business Opportunity Search*. Penguin Books.

De Juana Rodolfo (2014) *Diez grandes innovaciones que han cambiado la humanidad*. Muypymes. <http://www.muypymes.com/2014/04/29/diez-grandes-innovaciones-humanidad>

- Gardner Howard (1983) *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books, New York, USA.
- Gelb Michael J. (1999) *Inteligencia genial. 7 principios claves para desarrollar la inteligencia, inspirados en la vida y obra de Leonardo da Vinci*. Editorial Norma, Colombia.
- Hine Thomas (1995) *The total package: the evolution and secret meanings of boxes, bottles, cans and tubes*, Little Brown, USA.
- Lorenz Christopher (1986) *The design dimension: product strategy and the challenge of global marketing*, Blackwell, Oxford, United Kingdom.
- Norman Donald (1998) *La psicología de los objetos cotidianos*. Nerea, Madrid.
- Norman Donald (2002) *The design of every things*, Basic Books, USA.
- Norman Donald (2005) *El diseño emocional: por qué nos gustan (o no) los objetos cotidianos*, Paidós Ibérica, España.
- Norman Donald (2010) *El diseño de los objetos del future: la interacción entre el hombre y la máquina*, Espasa Libros, España.
- Norman Donald (2011) *Living with complexity*. MIT Press. USA.
- Oppenheimer Andrés (2015) *¡Crear o morir! La esperanza de América Latina y las cinco claves de la innovación*. Penguin Random House Grupo Editorial S.A. de C.V. México.
- Oppenheimer Andrés (2016) Los Grandes Innovadores El País, lunes 30 de mayo <http://www.elpais.com.uy/opinion/grandes-innovadores.html> Montevideo.
- Peters Tom (1998) *El círculo de la innovación*. Editorial Atlántida. Argentina.



ÍNDICE TEMÁTICO

| | | |
|----------|------------------------------|-------------------------------------|
| A | Aaker David | 131 |
| | Abanico de conceptos | 62, 68, 72, 91, 92 |
| | Academia de Ingeniería | 141, 144, 145, 147-149, 153 |
| | Ahn Von | 138 |
| | Alexander Frederik M. | 126 |
| | Alternativas | 62, 68, 71-73, 76, 92 |
| | Altshuller Genrich | 97, 98, 104, 106, 108, 115, 120-122 |
| | Ambigüedad | 53, 54, 56, 58, 59 |
| | Aportación del azar | 62, 68, 78, 79, 91-93 |
| | Apple | 138, 139, 154 |
| | Aprendizaje en equipo | 4, 18, 19, 43 |
| | ARIZ | 97, 98, 115, 119-122 |
| | Arnault Bernard | 130 |
| | Arpanet | 137 |
| | Arquetipos sistémicos | 4, 13, 18, 43 |
| | Arte | 47, 50, 54, 56, 59, 60 |
| B | Bach Juan Sebastián | 126 |
| | Bennis Warren | 130 |
| | Berners Tim | 137 |
| | Biederman Patricia | 130 |
| | Binnet Alfred | 125 |
| | Blanchard Marjorie | 131 |
| | Bono Edward De | 126, 152-154 |
| | Borges Jorge Luis | 126 |
| C | Caja paradójica | 68, 85, 91, 92, 94 |
| | Caleidoscopio | 68, 80, 81, 92, 93 |
| | Camerín | 137 |
| | Captcha | 138, 153 |
| | Características | 104-106, 116, 121 |
| | Carbonera Peter | 130 |
| | Carsey Marcy | 130 |
| | Cervantes Saavedra Miguel de | 126 |
| | Christopher Lorenz | 132, 154 |
| | Ciencia | 47, 50, 54, 56, 59 |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Circuitos de realimentación | 4, 12, 13, 43 |
| Clientes | 127-131, 138, 146, 153 |
| Contradicciones | 97, 98, 108, 113, 119, 121, 122 |
| Contradicciones físicas | 97, 99, 100, 121 |
| Contradicciones técnicas | 97, 99, 100, 121 |
| Creatividad | 46, 51-53, 55, 60, 61, 65-67 |
| Creatividad seria | 61 |
| Cuestionamiento | 62, 68-71, 92 |
| Curiosidad | 56, 57, 59 |

| | |
|-------------------|---|
| D De Juana | 137, 154 |
| Diagramas | 20-23, 42, 43, 48 |
| Diferenciación | 127, 130, 153 |
| Diseño | 124, 125, 127, 130, 132, 140, 147, 148, 152-155 |
| Domb Ellen | 104, 109, 113, 122, 123 |
| Duolingo | 138, 153 |

| | |
|------------------------------------|---|
| E Educación | 132, 133, 136, 141-148, 153 |
| Efectos físicos | 97, 98, 110, 113, 121 |
| Efectos secundarios | 5, 6, 43 |
| Emprendedores | 133, 136 |
| Emprendimiento | 134 |
| Empresa de servicios profesionales | 127, 129, 130, 153 |
| Empresas | 124, 129, 131, 132-135, 138, 142, 143, 145-149, 152 |
| Energía eléctrica | 144 |
| Energía nuclear | 137, 139, 153 |
| Energía solar | 139, 153 |
| Espacio | 98, 100, 102-104, 106, 108, 121 |
| Estabilidad | 5, 6, 16, 43 |
| Estructura | 4-6, 11-13, 17, 23, 26-28, 42, 43, 52, 91 |
| Evaluación | 125, 127, 130, 131, 142, 144, 148, 153 |
| Éxito | 125, 128, 152 |
| Experimentación | 57 |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | | |
|--------------|-------------------|---|
| F | Financiación | 135 |
| | Fleming Alexander | 137 |
| | Foco simple | 62, 68, 79, 92 |
| | Ford Henry | 137, 153 |
| | Funcionalidad | 98, 106 |
| G | Gagarin Yuri | 137 |
| | Gandhi Mahatma | 126 |
| | García Jerry | 130 |
| | Gardner Howard | 126, 152, 154 |
| | Gelb Michael | 125, 154 |
| | Globalización | 142, 144, 147, 149, 153 |
| | GPS | 139, 153 |
| | Grant Nick | 131 |
| H | Hayes Robert | 132 |
| | Helicóptero | 138, 153 |
| | Hine Thomas | 132, 153, 154 |
| I | Idealidad | 98 |
| | Impresora 3D | 140, 153 |
| | Innovación | 124-127, 132-136, 138, 142, 147, 149, 152-155 |
| | Inteligencia | 124-126, 152, 154 |
| | Intermediarios | 127, 131, 153 |
| | Invención | 124, 135, 137 |
| | Inversión | 127, 128, 132, 134, 135, 142, 144, 152, 153 |
| | Ipad | 139, 153 |
| | K | Kelleher Herb |
| Kelly Kevin | | 130 |
| Kosse Vladis | | 120, 122 |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| L | Lane Raymond | 131 |
| | Lasdon Dewys | 132 |
| | Láser | 139, 153 |
| | Law Gillian | 131 |
| | Leonardo Da Vinci | 126, 154 |
| | Leyes | 132, 134, 153 |
| | Leyes del pensamiento sistémico | 4, 7, 43 |
| M | Madre Teresa de Calcuta | 126 |
| | Maestría personal | 4, 18, 43 |
| | Malfatti Rita | 140 |
| | Mandela Nelson | 126 |
| | Mann Darrell | 98, 122 |
| | Marca | 127, 131, 153 |
| | Matriz de contradicciones | 98, 106, 108, 119, 121 |
| | Mecatrónica | 140, 153 |
| | Mercado femenino | 127, 131, 132, 153 |
| | Mickelthwaite | 152 |
| | Miguel Ángel | 126 |
| | Modelos mentales | 4, 18, 19, 43 |
| | Movimiento | 68, 74, 76, 77, 79, 92, 93 |
| | Mozart | 126 |
| N | Nakagawa Toru | 98, 123 |
| | Nanotecnología | 140, 153 |
| | NEC | 139 |
| | Netbook | 139, 153 |
| | Nintendo | 139, 153 |
| | Norman Donald | 132, 154, 155 |
| | Notebook | 139, 153 |
| | O | Oveja Dolly |
| Obstáculos | | 146 |
| Obstáculos para la creatividad | | 62, 65 |
| Oportunidad | | 124, 126-128, 132, 142, 147, 148, 152 |
| Oppenheiner Andrés | | 124, 126, 132, 135, 137, 138 |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | | |
|----------|--------------------------|---|
| P | Patente | 135, 148, 149 |
| | Patrones de evolución | 97, 98, 113, 114, 121, 122 |
| | Pausa creativa | 62, 68, 69, 92 |
| | Penicilina | 137, 153 |
| | Peters Tom | 124, 126-129, 131, 132, 153-155 |
| | Pitcher Patricia | 128 |
| | Pizarrón digital | 139, 153 |
| | Plantas nucleares | 137 |
| | Política | 141, 142, 144-149, 151, 152 |
| | Principios | 46, 56, 65 |
| | Principios de Altshuller | 97, 98, 100, 104, 106, 121, 122 |
| | Principios de separación | 97, 98, 100, 103, 121 |
| | Promoción | 125, 127, 131, 144, 145, 148, 153 |
| | Propiedad intelectual | 133, 134 |
| | Propiedades emergentes | 4, 5, 42, 43 |
| | Provocaciones | 61, 62, 68, 74, 92 |
| | Proyecto | 125, 127-130, 133, 135, 138, 142, 143, 145, 147-149, 152 |
| R | Rantanen Kalovi | 109, 113, 123 |
| | Realimentación | 4, 12, 13, 43, 50 |
| | Recursos | 97, 98, 108, 109, 121 |
| | Reingeniería | 125 |
| | Resultado Final Ideal | 97, 98, 108, 109, 113, 117, 121, 122 |
| | Reunión de búsqueda | 141, 144, 153 |
| | Roomba | 141 |
| S | Savransky Semyon | 120, 123 |
| | Schmitt Bend | 131 |
| | Seis sombreros | 62, 68, 79, 80, 92, 93, 95 |
| | Sentidos | 56, 58, 59 |
| | Shakespeare | 126 |
| | Silicon Valley | 135, 152 |
| | Simonson Alex | 131 |
| | Sistema | 4-13, 17, 20, 23-29, 31, 32, 34-43, 46-51, 53, 54, 60, 61, 64, 66 |

ÍNDICE TEMÁTICO

| | |
|-------------------|----------------|
| Sistema educativo | 91 |
| Sistema vial | 81, 83, 84, 89 |
| Software | 125, 140 |
| Solar P-Flip | 139, 153 |
| Soluciones | 124, 129, 146 |
| Sony | 137, 140 |

| | | |
|----------|---------------|-------------------------------------|
| T | Talento | 127, 128, 130, 153 |
| | Terninko John | 110, 123 |
| | Tiempo | 98, 100-103, 105-109, 116, 119, 121 |
| | TLCAN | 142 |
| | TRIZ | 97, 98, 104, 120, 121 |

| | | |
|----------|---|-------------------|
| U | Ueshiba Morihei | 126 |
| | Universidad | 134-138, 142, 143 |
| | Universidad Carnegie Mellon | 138 |
| | Universidad Hebrea de Jerusalén | 135 |
| | Universidad Nacional Autónoma de México | 143 |

| | | |
|----------|-------------------------|--------------------|
| V | Valores | 141, 143, 144, 146 |
| | Vehículo solar | 139 |
| | Venta de las soluciones | 68, 90, 92, 94 |
| | Visión compartida | 4, 18, 19, 43 |

| | | |
|----------|--------------|-----|
| W | Wacker Watts | 131 |
|----------|--------------|-----|

| | | |
|----------|---------|----------|
| Y | Yisum | 135 |
| | YouTube | 140, 153 |

| | | |
|----------|--------------|-----|
| Z | Zlotin Boris | 123 |
| | Zusman Alla | 123 |



CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

se publicó digitalmente en el repositorio de la Facultad de Ingeniería el 25 de julio de 2022. Primera edición electrónica de un ejemplar (7 MB) en formato PDF.

El cuidado de la edición y diseño estuvieron a cargo de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería. Las familias tipográficas utilizadas fueron Cambria para títulos y ITC Franklin Gothic Std para textos con sus respectivas variantes.