

## **Lecciones del juego de la cerveza**

### **1. La estructura influye sobre la conducta.**

Las personas pertenecientes a la misma estructura tienden a producir resultados cualitativamente similares. Cuando hay problemas o el desempeño no satisface las expectativas, es fácil encontrar a algo o a alguien para echarle la culpa. Pero a menudo los sistemas causan sus propias crisis, que no obedecen a fuerzas externas ni a errores individuales.

### **2. La estructura de los sistemas humanos es sutil.**

Tendemos a considerar una estructura como restricciones externas sobre el individuo. Pero la estructura, en los complejos sistemas vivientes tal como la estructura de los sistemas múltiples de un cuerpo humano alude a las interrelaciones básicas que controlan la conducta. En los sistemas humanos, la estructura incluye el modo de tomar decisiones, las políticas operativas mediante las cuales traducimos percepciones, metas, reglas y normas en actos.

### **3. El punto de apalancamiento a menudo se descubre mediante nuevos modos de pensar.**

En los sistemas humanos, la gente a menudo goza de una influencia potencial que no ejerce porque se concentra solo en sus propias decisiones e ignora como esas decisiones afectan a los demás. En el juego de la cerveza, los jugadores tienen la capacidad de eliminar las inestabilidades extremas que invariablemente se presentan, pero no lo consiguen porque no entienden como crean esa inestabilidad.

En el juego de la cerveza, en todas las oportunidades que se practica se producen las mismas crisis. Primero hay una creciente demanda que no se puede satisfacer. Los pedidos se acumulan en el sistema. Los inventarios se agotan. Los pedidos acumulados se atrasan. Luego la cerveza llega en grandes cantidades mientras los pedidos declinan. Al final de los experimentos, casi todos los jugadores se quedan con grandes cantidades de inventario de los cuales no pueden deshacerse.

Si literalmente miles de jugadores, de orígenes absolutamente diversos, generan patrones de conducta cualitativa similares, las causas de esa conducta deben trascender a los individuos. Las causas de la conducta deben formar parte de la estructura del juego.

La dinámica de los sistemas de producción distribución como el juego de la cerveza ilustran el primer principio del pensamiento sistemático.

## **La estructura influye sobre la conducta**

Cuando pertenecen al mismo sistema, las personas, a pesar de sus diferencias, suelen producir resultados similares. Personas con desempeños discretos en un grupo al pasar a formar parte de un grupo exitoso se adapta y produce resultados altamente positivos.

La perspectiva sistémica nos dice que debemos buscar más allá de los errores individuales o la mala suerte para comprender los problemas importantes. Debemos mirar más allá de las personalidades y los acontecimientos. Debemos examinar las estructuras que modelan los actos individuales y crean condiciones que posibilitan cierto tipo de acontecimientos.

El término estructura, sistémica, alude a las interrelaciones claves que influyen sobre la conducta a lo largo del tiempo. No se trata de interrelaciones entre la gente, sino entre variables claves, tales como la población, los recursos naturales y la producción alimentaria de un país en desarrollo; o las ideas de los ingenieros, el know-how técnico y administrativo en una compañía de alta tecnología.

**En el juego de la cerveza, la estructura que causaba oscilaciones violentas en los pedidos e inventarios involucraba la cadena de suministros de etapas múltiples, las demoras entre las diversas etapas, la información limitada de que se disponía en cada etapa del sistema, las metas, costes, percepciones y temores que influían sobre los pedidos de cerveza.**

Es importante aclarar que al referirnos a estructura sistémica no aludimos a una estructura exterior al individuo, la estructura de los sistemas humanos es sutil porque formamos parte de ella, lo que significa que con frecuencia se tiene o tenemos el poder para alterar estructuras dentro de las cuales operamos, pero casi nunca percibimos ese poder, no vemos las estructuras en el juego. Pero si sentimos la obligación de actuar en determinadas maneras. Podemos citar el ejemplo de un experimento con estudiantes universitarios en el papel de prisioneros y guardias. Lo que comenzó con una moderada resistencia de los prisioneros y una reafirmación por parte de los guardias desembocó en creciente rebeldía y abuso, hasta que los guardias comenzaron a maltratar físicamente a los prisioneros, el experimento se terminó en seis días, cuando los estudiantes empezaron a sufrir de depresión y enfermedades psicosomáticas.

¿Qué significa exactamente decir que las estructuras generan patrones de conductas? ¿Cómo se pueden reconocer esas estructuras de control? ¿Cómo nos ayudaría ese conocimiento a tener más éxito en un sistema complejo?

El juego de la cerveza nos brinda un laboratorio para explorar la influencia de la estructura sobre la conducta. Cada jugador, toma una sola decisión por semana: cuánta cerveza pedir. El minorista es el primero en aumentar significativamente los pedidos, alcanzando un pico en la semana 12. A esa altura, la cerveza esperada no llega a tiempo, a

causa de la acumulación de pedidos en el depósito mayorista y fábrica. Pero el minorista, sin pensar en esa acumulación, incrementa los pedidos para obtener cerveza a toda costa. Ese repentino salto luego se amplifica por todo el sistema: primero el mayorista, luego la fábrica. Los pedidos del mayorista alcanzan la cima en 40, y la producción de la fábrica alcanza la cima en 80.

El resultado es un patrón característico de escalada y declinación de pedidos en cada posición, amplificado en intensidad al moverse corriente arriba, desde los minoristas hasta la fábrica.

El otro patrón típico de conducta del juego se aprecia en los inventarios y acumulaciones de pedidos. El inventario del minorista comienza a descender por debajo de cero en la semana 5. Los pedidos del mayorista continúan aumentando varias semanas y el minorista no regresa a un inventario positivo hasta las semanas 12 a 15. Análogamente el mayorista tiene pedidos acumulados desde la semana 7 hasta las semanas 15 a 18, y la fábrica desde la semana 9 hasta las semanas 18 a 20. Una vez que se empiezan a acumular los inventarios, alcanzan grandes valores, mucho mayores de los pretendidos. Así que cada posición atraviesa un ciclo inventario-acumulación: primero el inventario es insuficiente y luego excesivo.

Estos patrones típicos de exceso y colapso en los ciclos de pedidos e inventario-acumulación acontecen a pesar de la demanda estable de los consumidores. Los pedidos de los consumidores experimentan un solo cambio, en la semana 2 los pedidos de los consumidores se duplicaron, pasando de 4 cajas a 8 cajas semanales y permanecieron en 8 cajas por el resto del juego.

En otras palabras, al cabo de un incremento, la demanda de los consumidores, durante el resto de la simulación, presentaba una línea chata. Desde luego, ninguno de los jugadores conocía la demanda del consumidor, salvo el minorista, e incluso el minorista veía la demanda semana a semana, sin saber lo que sucedería a continuación.

Según los mayorista y fábrica la gráfica que representa los pedidos de los consumidores, la mayoría muestra una curva que se eleva y cae, así como se elevaban y caían los pedidos. En otras palabras, los jugadores entienden que si los pedidos se elevaban y decaían, esto se debía a la elevación y colapso en los pedidos de los consumidores, estos supuestos acerca de la causa externa son características del pensamiento asistémico.

### **Como mejorar el desempeño en el juego de la cerveza**

Para mejorar el desempeño, los jugadores deben redefinir su esfera de influencia. Como jugadores de cualquier posición, nuestra influencia supera los límites de cualquiera de esas posiciones. Nuestro éxito no depende solo de nuestros pedidos, sino de los actos de todos los demás integrantes del sistema. Por ejemplo si la fábrica se queda sin cerveza, pronto todos los demás se quedan sin cerveza. El sistema funciona o nuestra posición no funciona, en muchos sistemas y en particular en el juego de la cerveza nuestro triunfo depende del triunfo de otros.

### **Hay dos claves para los jugadores.**

Primero, tener en cuenta la cerveza que se pidió pero que, a causa de la demora, no ha llegado aun. Esta regla se puede visualizar con el siguiente ejemplo. Tome dos aspirinas y espere, si tenemos una jaqueca y necesitamos tomar aspirina, no tomamos una aspirina cada 5 minutos hasta que se nos pasa, esperamos pacientemente a que la aspirina surta efecto porque sabemos que la aspirina opera con cierta demora.

Segundo, no se preste al pánico. Si el proveedor no puede entregar la cerveza con la celeridad suficiente, lo peor que se puede hacer es pedir mas cerveza. Se requiere disciplina para contener la abrumadora necesidad de pedir mas cuando los pedidos se acumulan y los clientes se quejan.

La mayoría de los jugadores pasan por alto estos criterios porque son evidentes sólo si uno comprende las interacciones que trascienden los límites de las diversas posiciones.

Los resultados que se pueden conseguir al seguir estas instrucciones, son las de mantener estas inestabilidades en un nivel muy moderado, una pequeña fracción de lo que sucedía con la cerveza de los Enamorados.

### **Los problemas de aprendizaje y nuestros modos de pensar**

Como ciertos actos convienen a su posición, las personas no ven como ellos afectan las demás posiciones;

En consecuencia, cuando surgen problemas, apresuran a culparse entre si. Los jugadores de las demás posiciones e incluso los clientes se transforman en el enemigo;

Cuando se vuelven proactivos y efectúan mas pedidos, empeoran las cosas.

Como el exceso de pedidos aumenta gradualmente, no reparan en la gravedad de la situación hasta que es demasiado tarde;

En general, no aprenden de los sistemas porque las consecuencias mas importantes de sus actos acontecen en otra parte del sistema, y eventualmente regresan para crear los mismos problemas que ellos atribuyen a otros;

Los equipos que ocupan la diversas posiciones se concentran en culpar a los demás jugadores por sus problemas; arruinando toda oportunidad de aprender de la experiencia ajena.

Las conclusiones mas profundas del juego de la cerveza surgen de ver como estos problemas de aprendizaje están relacionados con modos alternativos de pensar en situaciones complejas.

La perspectiva sistémica muestra que hay niveles múltiples de explicación en toda situación compleja, las explicaciones facticas, le hicimos que a quien, condena a sus autores a la posición reactiva, las explicaciones facticas son las mas comunes en la cultura contemporánea, y por eso prevalece la administración reactiva, un ejemplo de una

explicación factica, pedí cuarenta en la semana 11 porque mis minoristas pidieron treinta y seis y arrasaron con mi inventario.

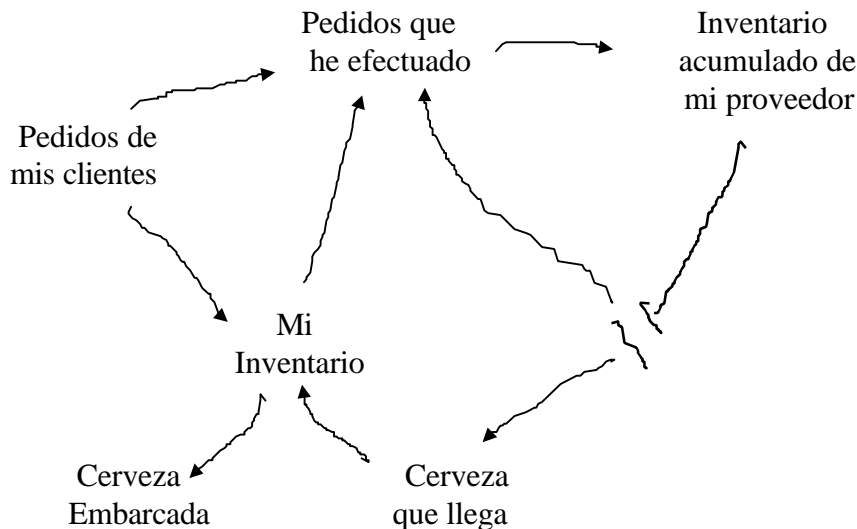
Las explicaciones basadas en patrones de conducta se concentran en ver tendencias de mas largo plazo y evaluar sus implicaciones, una explicación de este tipo seria : Los sistemas de producción-distribución son propensos a ciclos e inestabilidad, que se agravan cuanto mas nos alejamos del minorista, por ende las crisis agudas son probables en la fabrica. Estas explicaciones restan énfasis a la reacción a corto plazo, al menos sugiere como podemos responder a las tendencias cambiantes en un largo plazo.

El tercer nivel de explicación, el estructural, es el menos común y el mas potente, se concentra en la respuesta a la pregunta ¿ Que causa los patrones de conducta ? En el juego de la cerveza una explicación estructural debe a) Mostrar que los pedidos, los embarques y el inventario interactuan para generar patrones de inestabilidad y amplificación. b) Tener en cuenta los efectos de las demoras en el cumplimiento de los pedidos, y el circulo vicioso que surge cuando las crecientes demoras conducen a nuevos pedidos.

Las explicaciones estructurales son importantes porque abordan las causas subyacentes de conducta en un nivel en el cual los patrones de conducta se pueden modificar. La estructura genera conducta, y el cambio de estructuras subyacentes puede generar otro patrones de conducta, por esto las explicaciones estructurales son inherentemente generativas.

El aprendizaje generativo no se puede sostener en una organización donde predomina el pensamiento fáctico, requiere un marco conceptual de pensamiento sistémico, la aptitud para descubrir causas estructurales de conducta.

**Una perspectiva individual del sistema es algo parecido a esto:**



Dado este cuadro de la situación, tiene sentido efectuar más pedidos si necesitamos cerveza. Si la cerveza no llega cuando la esperamos, efectuamos más pedidos. En este contexto, nuestra tarea consiste en administrar nuestra posición, reaccionando ante los cambios en los datos externos relacionados con los pedidos, las entregas de la cerveza y las demoras del proveedor.

**Pero esta perspectiva pasa por alto los modos en que los pedidos interactúan con los pedidos de otros para influir sobre las variables que percibimos como externas. Los jugadores forman parte de un sistema más amplio que la mayoría percibe solo borrosamente.**

Para ver los problemas de aprendizaje en acción se invita a participar en una simulación llamada, el juego de la cerveza, desarrollada en los años 60 en la escuela de administración Sloan del MIT. Como una réplica de laboratorio de un ámbito real, y no la realidad misma, podemos aislar los problemas y sus causas con mayor nitidez que en las organizaciones reales. Esto revela que los problemas se originan en modos básicos de pensamiento e interacción, más que en peculiaridades de la estructura y las políticas de las organizaciones.

El juego de la cerveza nos sumerge en un tipo de organización, un sistema de producción/distribución como los que producen y embarcan bienes comerciales y de consumo en todos los países industrializados. En este caso es un sistema de producción y distribución de una marca de cerveza. Los jugadores de cada posición están en la absoluta libertad para tomar cualquier decisión que consideren prudente. La única meta es administrar su puesto de tal modo de maximizar las ganancias.

Minorista:

Una vez por semana, un camionero llega a la entrada trasera de la tienda, el camionero después de terminar sus rondas entrega el pedido al mayorista de cerveza, quien la procesa, ordena los pedidos y despacha el pedido a la tienda.

A causa de todo este procedimiento ud. está habituado a una demora de cuatro semanas por cada pedido, la entrega de la cerveza llega unas cuatro semanas después que usted la pidió.

Una de las marcas de mayor venta se llama cerveza de los enamorados, cada semana con regularidad, cuatro cajas de cerveza de los enamorados salen de los estantes.

Para seguridad de que siempre exista cerveza de los enamorados, se trata de mantener siempre doce cajas en el depósito.

Esto significa que se deben pedir cuatro cajas cada lunes, cuando llega el camión.

O sea que como cada semana se piden cuatro cajas, entonces cada semana llegan cuatro cajas pero las que van llegando corresponden a los pedidos hechos cuatro semanas antes.

**Semana 2:** Imprevistamente, las ventas de la cerveza se duplican, de 4 pasan a 8 cajas. El aumento repentino no afecta, pues existen 8 cajas de más en la trastienda. Para reemplazar

esas cajas adicionales, se eleva el pedido de la semana a 8 cajas. Eso devolverá el inventario a la normalidad. (llegan 4 cajas, del pedido hecho hace 4 semanas, quedan 8 cajas)

**Semana 3:** Se venden 8 cajas, se piden 8 cajas y llegan 4 cajas del pedido hecho hace 4 semanas.( quedan 4 cajas)

**Semana 4:** Se venden 8 caja, se piden 8 cajas y llegan 5 cajas.( quedan 1 caja) se piden 16 cajas.

**Semana 5:** La única caja se vende el lunes por la mañana, se reciben 7 cajas por suerte pero hacia el fin de semana se han vendido todas, quedando cero en inventario, se piden 16 cajas.

**Semana 6:** Llegan 6 cajas, se venden todas en la semana, y se queda con cero en inventario, lo que le obliga a pedir 16 cajas mas

**Semana 7:** Llegan 5 cajas, se venden a los dos días y se piden 16 cajas mas.

**Semana 8:** Llegan 5 cajas, se vende rápidamente y la demanda continua en la desesperación del minorista hace un pedido de 24 cajas.

### **Mayorista**

Ud. se comunica con la fabrica mediante el mismo método que usan los minoristas para comunicarse con los mayoristas. Todas las semanas hace pedidos llenando un formulario, cada pedido tiene una demora de 4 semanas. En vez de pedir por cajas ud. pide por gruesas. Cada gruesa alcanza para llenar una camioneta. Cuando un minorista pide 4 cajas de cerveza a los mayoristas, el mayorista pide 4 gruesas a fabrica, semana tras semana. Eso basta para mantener una acumulación de 12 gruesas en el inventario en todo momento.

**Semana 6:** Se despacho todo lo que había, se piden 20 gruesas

**Semana 8:** Se solicita a fabrica acelerar las entregas, se piden 30 gruesas.

**Semana 9:** Se reciben pedidos por 20 gruesas por semana, y aun no las hay. Llegan 6 gruesas y se piden otras 20 gruesas.

**Semana 10:** Llegan 8 gruesas y la demanda se mantiene, despacha todo lo que llega y pide 40 gruesas.

**Semana 11:** Llegan 12 gruesas, hay mas de 100 pedidos por cubrir. Algunos costes de esos pedidos vencen, y ud. siente temor y hace lo posible por conseguir las cervezas que necesita, pide otras 40 gruesas.

**Semana 12:** Pide 60 gruesas. Durante las 4 semanas siguientes, la demanda continua superando la oferta.

**Semana 13:** En este momento todavía existen muchos pedidos insatisfechos.

En la **semana 14** se empiezan a recibir embarques mas grandes de la fabrica igualmente en la **semana 15**. Al mismo tiempo los pedidos de las tiendas bajan un poco. Tal vez hayan pedido de mas en las semanas anteriores. A estas alturas todo lo que ayude a reducir los pedidos en espera es un alivio.

Ahora en la **semana 16**, se reciben al fin casi todos los pedidos de cerveza de las semanas anteriores, 55 gruesas. Los almacenes están llenos y los pedidos de cerveza están comienzan a mostrar cero.

En la **semana 17**, llegan 60 gruesas mas de la cerveza y las tiendas todavía piden cero. Ud. todavía pide cero. Hay 109 gruesas de cerveza en los depósitos y la fabrica continua distribuyendo cerveza, esta semana aparecen 60 gruesas mas.

### **La fábrica de cerveza**

Para la **semana 6**, ud. tiene 2 meses encargado de la fábrica y los pedidos se han elevado drásticamente. Al final de su tercer mes en el empleo, ud recibio pedidos de 40 gruesas por semana, en vez de las cuatro que había cuando ud. comenzo.

Sabiendo que las fabricas tambien acumulan pedidos retrasados. En esta fabrica se tardan 2 semanas desde que se decide destilar una botella de cerveza hasta que la cerveza esta lista para el embarque. Por supuesto que se tenian algunas semanas de reserva en el deposito, pero esos stocks se agotaron en la **semana 7**, solo 2 semanas despues de la llegada de esos grandes pedidos. La **semana siguiente**, mientras ud. tenia pedidos por 9 gruesas y otras 24 gruesas en pedidos nuevos, solo pudo despachar 22 gruesas.

La fabrica no logro cumplir con los pedidos acumulados ni siquiera en la **semana 14**. Ud. habia pedido regularmente lotes de gruesas de 70 gruesas o mas. En la **semana 16** al fin se logra cumplir con los pedidos. Pero en la semana siguiente los distribuidores pidieron solo 19 gruesas y en la **semana 18**, no pidieron mas cerveza.

En la **semana 19**, ud. tiene 100 guresas de cerveza en el inventario. Y practicamente no hay mas pedidos. Entretanto la cerveza destilada se sigue acumulando.

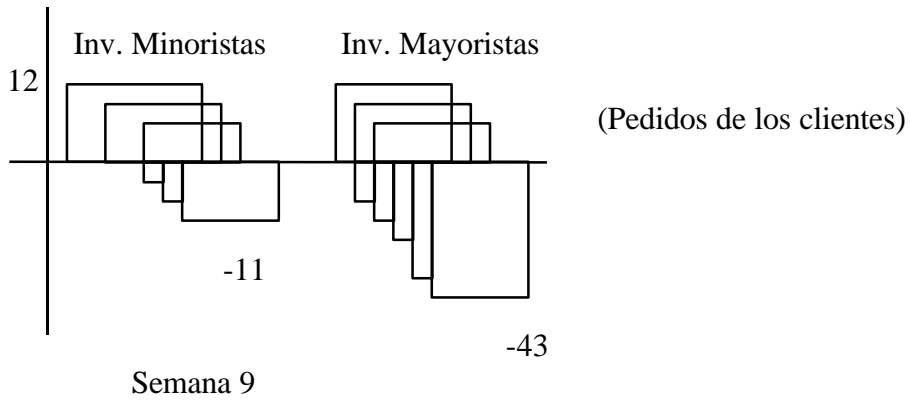
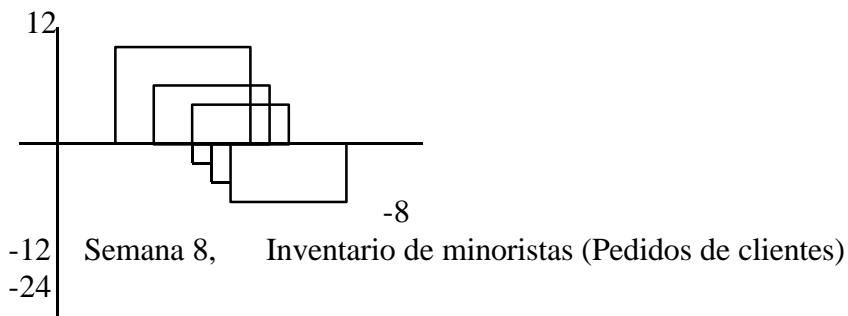
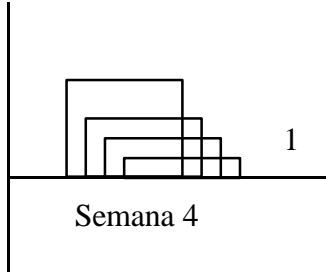
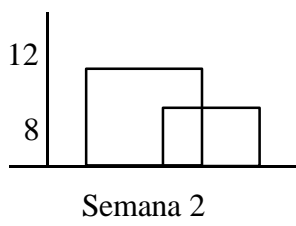
En las **semanas 20,21,22 y 23** continua el mismo patrón.

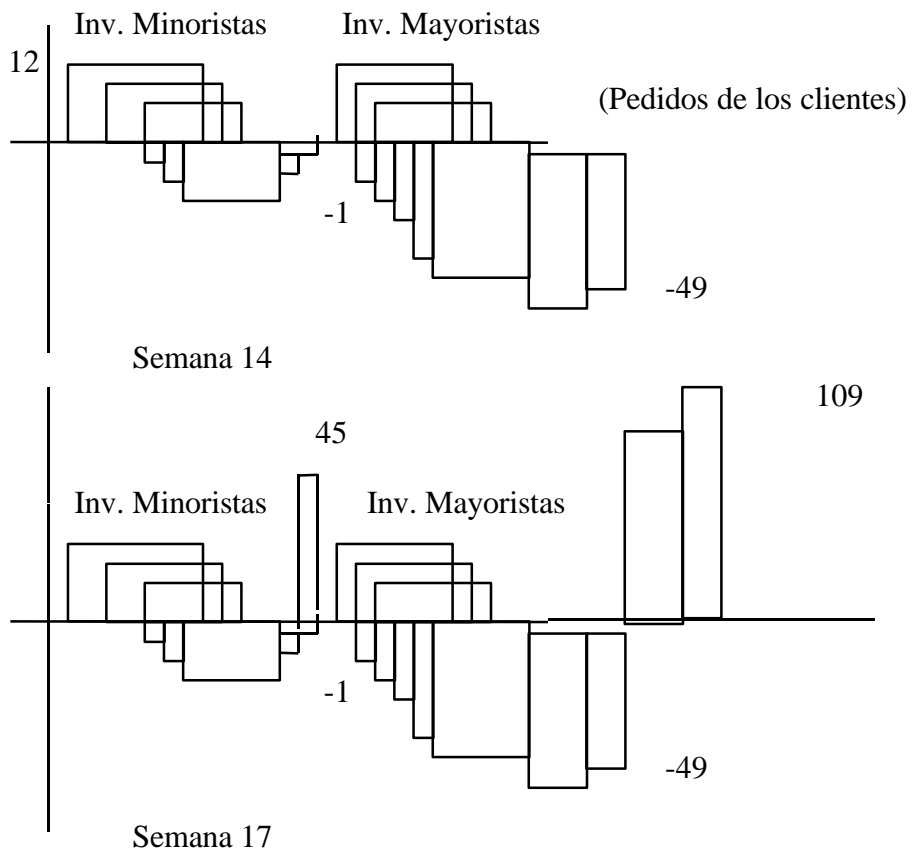
En la **semana 24**, el mayorista tenia 220 gruesas en inventario, el minorista tenia 93 cajas en inventario, al ritmo de venta tardaremos 6 semanas en pedir mas.

Si tardan 6 semanas en volver a pedir y luego piden con los mismos cantidades a partir de la **semana 2** entonces tardariamos un año en salir de las 220 gruesas que quedan en la fabrica.



Graficos de los inventarios:  
 Minorista





## Prisioneros del sistema

Para ver los problemas de aprendizaje en acción se invita a participar en una simulación llamada, el juego de la cerveza, desarrollada en los años 60 en la escuela de administración Sloan del MIT. Como una replica de laboratorio de un ámbito real, y no la realidad misma, podemos aislar los problemas y sus causas con mayor nitidez que en las organizaciones reales. Esto revela que los problemas se originan en modos básicos de pensamiento e interacción, más que en peculiaridades de la estructura y las políticas de las organizaciones.

El juego de la cerveza nos sumerge en un tipo de organización, un sistema de producción/distribución como los que producen y embarcan bienes comerciales y de consumo en todos los países industrializados. En este caso es un sistema de producción y distribución de una marca de cerveza. Los jugadores de cada posición están en la absoluta libertad para tomar cualquier decisión que consideren prudente. La única meta es administrar su puesto de tal modo de maximizar las ganancias.

### Minorista:

Una vez por semana, un camionero llega a la entrada trasera de la tienda, el camionero después de terminar sus rondas entrega el pedido al mayorista de cerveza, quien la procesa, ordena los pedidos y despacha el pedido a la tienda.

A causa de todo este procedimiento Ud. esta habituado a una demora de cuatro semanas por cada pedido, la entrega de la cerveza llega unas cuatro semanas después que usted la pidió.

Una de las marcas de mayor venta se llama cerveza de los enamorados, cada semana con regularidad, cuatro cajas de cerveza de los enamorados salen de los estantes.

Para seguridad de que siempre exista cerveza de los enamorados, se trata de mantener siempre doce cajas en el deposito.

Esto significa que se deben pedir cuatro cajas cada lunes, cuando llega el camión.

Osea que como cada semana se piden cuatro cajas, entonces cada semana llegan cuatro cajas pero las que van llegando corresponden a los pedidos hechos cuatro semanas antes.

**Semana 2:** Imprevistamente, las ventas de la cerveza se duplican, de 4 pasan a 8 cajas. El aumento repentino no afecta, pues existen 8 cajas de mas en la trastienda. Para reemplazar esas cajas adicionales, se eleva el pedido de la semana a 8 cajas. Eso devolverá el inventario a la normalidad. (llegan 4 cajas, del pedido hecho hace 4 semanas, quedan 8 cajas)

**Semana 3:** Se venden 8 cajas, se piden 8 cajas y llegan 4 cajas del pedido hecho hace 4 semanas.( quedan 4 cajas)

**Semana 4:** Se venden 8 caja, y llegan 5 cajas.( quedan 1 caja) se piden 16 cajas.

**Semana 5:** La única caja se vende el lunes por la mañana, se reciben 7 cajas por suerte pero hacia el fin de semana se han vendido todas, quedando cero en inventario, se piden 16 cajas.

**Semana 6:** Llegan 6 cajas, se venden todas en la semana, y se queda con cero en inventario, lo que le obliga a pedir 16 cajas mas.

**Semana 7:** Llegan 5 cajas, se venden a los dos días y se piden 16 cajas mas.

**Semana 8:** Llegan 5 cajas, se venden rápidamente y la demanda continua en la desesperación, el minorista hace un pedido de 24 cajas.

### **Mayorista**

Ud. se comunica con la fabrica mediante el mismo método que usan los minoristas para comunicarse con los mayoristas. Todas las semanas hace pedidos llenando un formulario, cada pedido tiene una demora de 4 semanas. En vez de pedir por cajas Ud. pide por gruesas. Cada gruesa alcanza para llenar una camioneta. Cuando un minorista pide 4 cajas de cerveza a los mayoristas el mayorista pide 4 gruesas a fabrica, semana tras semana. eso basta para mantener una acumulación de 12 gruesas en el inventario en todo momento.

**Semana 6:** Se despacha todo lo que había, se piden 20 gruesas

**Semana 8:** Se solicita a fabrica acelerar las entregas, se piden 30 gruesas.

**Semana 9:** Se reciben pedidos por 20 gruesas por semana, y aun no las hay. Llegan 6 gruesas y se piden otras 20 gruesas.

**Semana 10:** Llegan 8 gruesas y la demanda se mantiene, despacha todo lo que llega y pide 40 gruesas.

**Semana 11:** Llegan 12 gruesas, hay mas de 100 pedidos por cubrir. Algunos costes de esos pedidos vencen, y Ud. siente temor y hace lo posible por conseguir las cervezas que necesita, pide otras 40 gruesas.

**Semana 12:** Pide 60 gruesas. Durante las 4 semanas siguientes, la demanda continua superando la oferta.

**Semana 13:** En este momento todavía existen muchos pedidos insatisfechos.

En la **semana 14** se empiezan a recibir embarques mas grandes de la fabrica igualmente en la **semana 15**. Al mismo tiempo los pedidos de las tiendas bajan un poco. Tal vez hayan pedido de mas en las semanas anteriores. A estas alturas todo lo que ayude a reducir los pedidos en espera es un alivio.

Ahora en la **semana 16**, se reciben al fin casi todos los pedidos de cerveza de las semanas anteriores, 55 gruesas. Los almacenes están llenos y los pedidos de cerveza comienzan a mostrar cero.

En la **semana 17**, llegan 60 gruesas mas de la cerveza y las tiendas todavía piden cero. Ud. todavía pide cero. Hay 109 gruesas de cerveza en los depósitos y la fabrica continua distribuyendo cerveza, esta semana aparecen 60 gruesas mas.

### **La fabrica de cerveza**

Para la **semana 6**, Ud. tiene 2 meses encargado de la fabrica y los pedidos se han elevado drásticamente. Al final de su tercer mes en el empleo, Ud. recibió pedidos de 40 gruesas por semana, en vez de las cuatro, en el momento cuando Ud. comenzó.

Sabiendo que las fabricas también acumulan pedidos retrasados. En esta fabrica se tardan 2 semanas desde que se decide destilar una botella de cerveza hasta que la cerveza esta lista para el embarque. Por supuesto que se tenían algunas semanas de reserva en el deposito, pero esos stocks se agotaron en la **semana 7**, solo 2 semanas después de la llegada de esos grandes pedidos. La **semana siguiente**, mientras Ud. tenia pedidos por 9 gruesas y otras 24 gruesas en pedidos nuevos, solo pudo despachar 22 gruesas.

La fabrica no logro cumplir con los pedidos acumulados ni siquiera en la **semana 14**. Ud. había pedido regularmente lotes de gruesas de 70 gruesas o mas. En la **semana 16** al fin se logra cumplir con los pedidos. Pero en la semana siguiente los distribuidores pidieron solo 19 gruesas y en la **semana 18**, no pidieron mas cerveza.

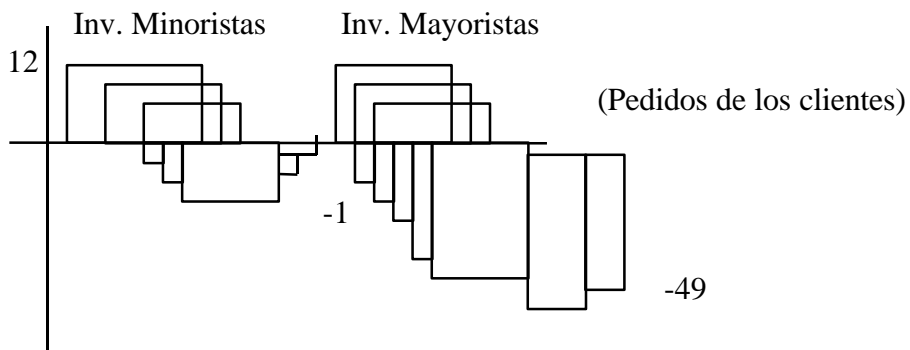
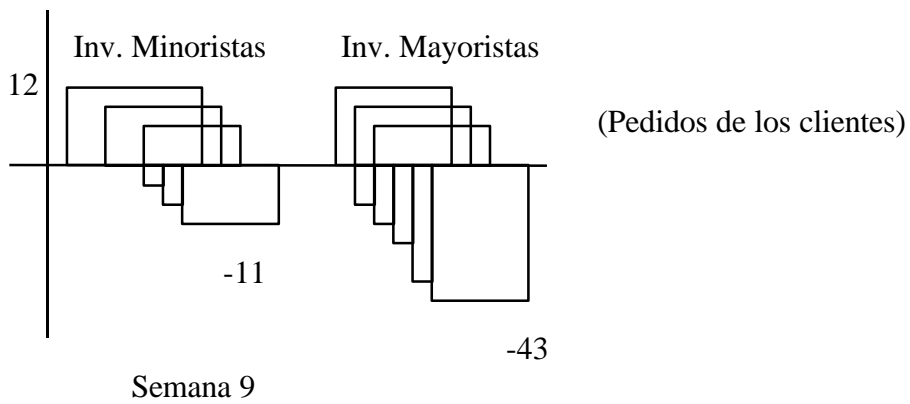
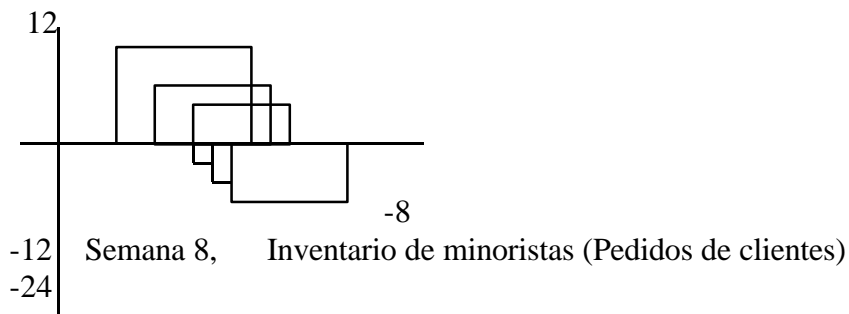
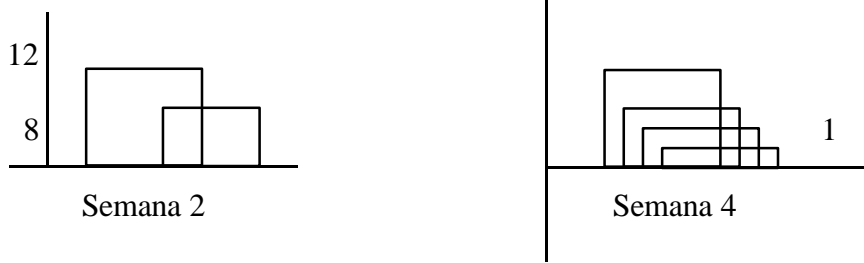
En la **semana 19**, Ud. tiene 100 gruesas de cerveza en el inventario. Y prácticamente no hay mas pedidos. Entretanto la cerveza destilada se sigue acumulando.

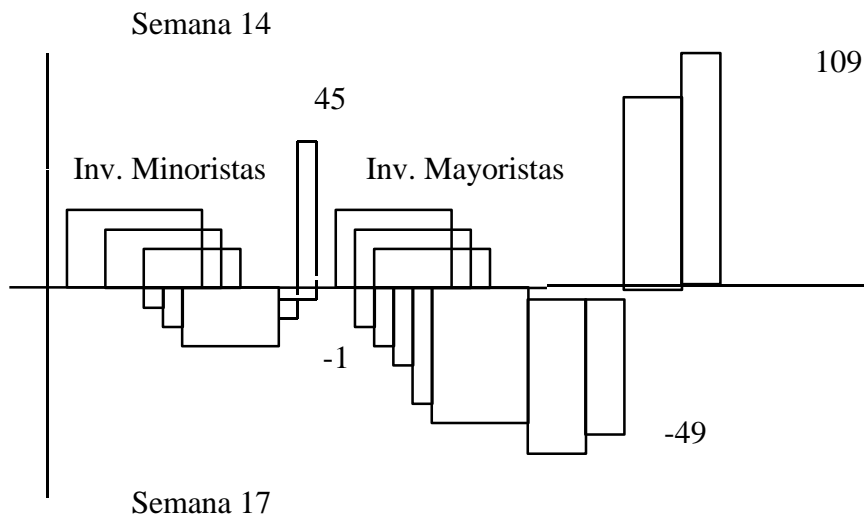
En las **semanas 20,21,22 y 23** continua el mismo patrón.

En la **semana 24**, el mayorista tenia 220 gruesas en inventario, el minorista tenia 93 cajas en inventario, al ritmo de venta tardaremos 6 semanas en pedir mas.

Si tardan 6 semanas en volver a pedir y luego piden las mismas cantidades que requirieron desde la **semana 2** entonces tardaríamos un año en salir de las 220 gruesas que quedan en la fabrica.

Gráficos de los inventarios:  
Minorista





## Lecciones del juego de la cerveza

### 1. La estructura influye sobre la conducta.

Las personas pertenecientes a la misma estructura tienden a producir resultados cualitativamente similares. Cuando hay problemas o el desempeño no satisface las expectativas, es fácil encontrar a algo o a alguien para echarle la culpa. Pero a menudo los sistemas causan sus propias crisis, que no obedecen a fuerzas externas ni a errores individuales.

### 2. La estructura de los sistemas humanos es sutil.

Tendemos a considerar una estructura como constreñimientos externos sobre el individuo. Pero la estructura, en los complejos sistemas vivientes tal como la estructura de los sistemas múltiples de un cuerpo humano alude a las interrelaciones básicas que controlan la conducta. En los sistemas humanos, la estructura incluye el modo de tomar decisiones, las políticas operativas mediante las cuales traducimos percepciones, metas, reglas y normas en actos.

### 3. El punto de apalancamiento a menudo se descubre mediante nuevos modos de pensar.

En los sistemas humanos, la gente a menudo goza de una influencia potencial que no ejerce porque se concentra solo en sus propias decisiones e ignora cómo esas decisiones afectan a los demás. En el juego de la cerveza, los jugadores tienen la capacidad de eliminar las inestabilidades extremas que invariablemente se presentan, pero no lo consiguen porque no entienden cómo crean esa inestabilidad.

En el juego de la cerveza, en toda las oportunidades que se practica se producen las mismas crisis. Primero hay una creciente demanda que no se puede satisfacer. Los pedidos se acumulan en el sistema. Los inventarios se agotan. Los pedidos acumulados se atrasan. Luego la cerveza llega en grandes cantidades mientras los pedidos declinan. Al final de los experimentos, casi todos los jugadores se quedan con grandes cantidades de inventario de los cuales no pueden deshacerse.

Si literalmente miles de jugadores, de orígenes absolutamente diversos, generan patrones de conducta cualitativa similares, las causas de esa conducta deben trascender a los individuos. Las causas de la conducta deben formar parte de la estructura del juego.

La dinámica de los sistemas de producción -distribución como el juego de la cerveza ilustran el primer principio del pensamiento sistémico.

### **La estructura influye sobre la conducta**

Cuando pertenecen al mismo sistema, las personas, a pesar de sus diferencias, suelen producir resultados similares. Personas con desempeños discretos en un grupo al pasar a formar parte de un grupo exitoso se adapta y produce resultados altamente positivos.

La perspectiva sistémica nos dice que debemos buscar mas allá de los errores individuales o la mala suerte para comprender los problemas importantes. Debemos mirar mas allá de las personalidades y los acontecimientos. Debemos examinar las estructuras que modelan los actos individuales y crean condiciones que posibilitan cierto tipo de acontecimientos.

El termino estructura sistémica, alude a las interrelaciones claves que influyen sobre la conducta a lo largo del tiempo. No se trata de interrelaciones entre la gente, sino entre variables claves, tales como la población, los recursos naturales y la producción alimentaria de un país en desarrollo; o la ideas de los ingenieros y el know-how técnico y administrativo en una compañía de alta tecnología.

En el juego de la cerveza, la estructura que causaba oscilaciones violentas en los pedidos e inventarios involucraba la cadena de suministros de etapas múltiples y las demoras entre las diversas etapas, la información limitada de que se disponía en cada etapa del sistema, y las metas, costes, percepciones y temores que influían sobre los pedidos de cerveza.

Es importante aclarar que al referirnos a estructura sistémica, no aludimos a una estructura exterior al individuo, la estructura de los sistemas humanos es sutil porque formamos parte de ella, lo que significa que con frecuencia se tiene o tenemos el poder para alterar estructuras dentro de las cuales operamos, pero casi nunca percibimos ese poder, no vemos las estructuras en el juego. Pero si sentimos la obligación de actuar en determinadas maneras. Podemos citar el ejemplo de un experimento con estudiantes universitarios en el papel de prisioneros y guardias. Lo que comenzó con una moderada resistencia de los



prisioneros y una reafirmación por parte de los guardias desembocó en creciente rebeldía y abuso, hasta que los guardias comenzaron a maltratar físicamente a los prisioneros, el experimento se terminó en seis días, cuando los estudiantes empezaron a sufrir de depresión y enfermedades psicosomáticas.

¿Qué significa exactamente decir que las estructuras generan patrones de conductas? ¿Cómo se pueden reconocer esas estructuras de control? ¿Cómo nos ayudaría ese conocimiento a tener más éxito en un sistema complejo?

El juego de la cerveza nos brinda un laboratorio para explorar la influencia de la estructura sobre la conducta. Cada jugador, toma una sola decisión por semana: cuánta cerveza pedir. El minorista es el primero en aumentar significativamente los pedidos, alcanzando un pico en la semana 12. A esa altura, la cerveza esperada no llega a tiempo, a causa de la acumulación de pedidos en el depósito mayorista y el de fábrica. Pero el minorista, sin pensar en esa acumulación, incrementa los pedidos para obtener cerveza a toda costa. Ese repentino salto luego se amplifica por todo el sistema: primero el mayorista, luego la fábrica. Los pedidos del mayorista alcanzan la cima en 40, y la producción de la fábrica alcanza la cima en 80.

El resultado es un patrón característico de escalada y declinación de pedidos en cada posición, amplificado en intensidad al moverse corriente arriba, desde los minoristas hasta la fábrica.

El otro patrón típico de conducta del juego se aprecia en los inventarios y acumulaciones de pedidos. El inventario del minorista comienza a descender por debajo de cero en la semana 5. Los pedidos del mayorista continúan aumentando varias semanas y el minorista no regresa a un inventario positivo hasta las semanas 12 a 15. Análogamente el mayorista tiene pedidos acumulados desde la semana 7 hasta las semanas 15 a 18, y la fábrica desde la semana 9 hasta las semanas 18 a 20. Una vez que se empiezan a acumular los inventarios, alcanzan grandes valores, muchos mayores de los pretendidos. Así que cada posición atraviesa un ciclo inventario-acumulación: primero el inventario es insuficiente y luego excesivo.

Estos patrones típicos de exceso y colapso en los ciclos de pedidos e inventario-acumulación acontecen a pesar de la demanda estable de los consumidores. Los pedidos de los consumidores experimentan un solo cambio, en la semana 2 los pedidos de los consumidores se duplicaron, pasando de 4 cajas a 8 cajas semanales y permanecieron en 8 cajas por el resto del juego.

En otras palabras, al cabo de un incremento, la demanda de los consumidores, durante el resto de la simulación, presentaba una línea chata. Desde luego, ninguno de los jugadores conocía la demanda del consumidor, salvo el minorista, e incluso el minorista veía la demanda semana a semana, sin saber lo que sucedería a continuación.

Según los mayorista y fábrica la gráfica para representar los pedidos de los consumidores, la mayoría muestra una curva que se eleva y cae, así como se elevaban y caían los pedidos.

En otras palabras, los jugadores entienden que si los pedidos se elevaban y decaían, esto se debía a la elevación y colapso en los pedidos de los consumidores, estos supuestos acerca de la causa externa son características del pensamiento asistémico.

### **Como mejorar el desempeño en el juego de la cerveza**

Para mejorar el desempeño, los jugadores deben redefinir su esfera de influencia. Como jugadores de cualquier posición, nuestra influencia supera los límites de cualquiera de esas posiciones. Nuestro éxito no depende solo de nuestros pedidos, sino de los actos de todos los demás integrantes del sistema. Por ejemplo si la fábrica se queda sin cerveza, pronto todos los demás se quedan sin cerveza. El sistema funciona o nuestra posición no funciona, en muchos sistemas y en particular en el juego de la cerveza nuestro triunfo depende del triunfo de otros.

Hay dos claves para los jugadores.

Primero, tener en cuenta la cerveza que se pidió pero que, a causa de la demora, no ha llegado aun. Esta regla se puede visualizar con el siguiente ejemplo. Tome dos aspirinas y espere, si tenemos una jaqueca y necesitamos tomar aspirina, no tomamos una aspirina cada 5 minutos hasta que se nos pasa, esperamos pacientemente a que la aspirina surta efecto porque sabemos que la aspirina opera con cierta demora.

Segundo, no se preste al pánico. Si el proveedor no puede entregar la cerveza con la celeridad suficiente, lo peor que se puede hacer es pedir mas cerveza. Se requiere disciplina para contener la abrumadora necesidad de pedir mas cuando los pedidos se acumulan y los clientes se quejan.

La mayoría de los jugadores pasan por alto estos criterios porque son evidentes sólo si uno comprende las interacciones que trascienden los límites de las diversas posiciones.

Los resultados que se pueden conseguir al seguir estas instrucciones, son las de mantener estas inestabilidades en un nivel muy moderado, una pequeña fracción de lo que sucedía con la cerveza de los Enamorados.

### **Los problemas de aprendizaje y nuestros modos de pensar**

Como ciertos actos convienen a su posición, las personas no ven como ellos afectan las demás posiciones;

En consecuencia, cuando surgen problemas, apresuran a culparse entre si. Los jugadores de las demás posiciones e incluso los clientes se transforman en el enemigo;

Cuando se vuelven proactivos y efectúan mas pedidos, empeoran las cosas.

Como el exceso de pedidos aumenta gradualmente, no reparan en la gravedad de la situación hasta que es demasiado tarde;

En general, no aprenden de los sistemas porque las consecuencias mas importantes de sus actos acontecen en otra parte del sistema, y eventualmente regresan para crear los mismos problemas que ellos atribuyen a otros;

Los equipos que ocupan la diversas posiciones se concentran en culpar a los demás jugadores por sus problemas; arruinando toda oportunidad de aprender de la experiencia ajena.

Las conclusiones mas profundas del juego de la cerveza surgen de ver como estos problemas de aprendizaje están relacionados con modos alternativos de pensar en situaciones complejas.

La perspectiva sistémica muestra que hay niveles múltiples de explicación en toda situación compleja, Las explicaciones facticas, le hicimos que a quien, condena a sus autores a la posición reactiva, las explicaciones facticas son las mas comunes en la cultura contemporánea, y por eso prevalece la administración reactiva, un ejemplo de una explicación factica, pedí cuarenta en la semana 11 porque mis minoristas pidieron treinta y seis y arrasaron con mi inventario.

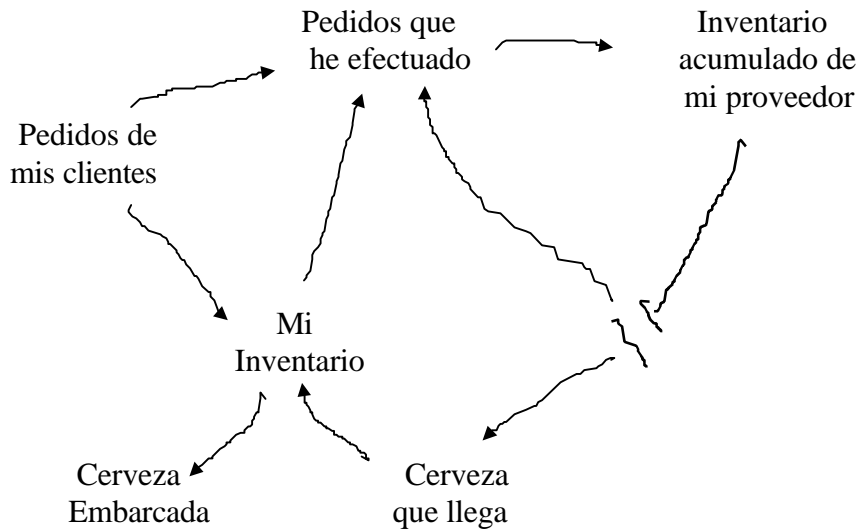
Las explicaciones basadas en patrones de conducta se concentran en ver tendencias de mas largo plazo y evaluar sus implicaciones, una explicación de este tipo seria : Los sistemas de producción-distribución son propensos a ciclos e inestabilidad, que se agravan cuanto mas nos alejamos del minorista, por ende las crisis agudas son probables en la fabrica. Estas explicaciones restan énfasis a la reacción a corto plazo, al menos sugiere como podemos responder a las tendencias cambiantes en un largo plazo.

El tercer nivel de explicación, el estructural, es el menos común y el mas potente. se concentra en la respuesta a la pregunta ¿ Que causa los patrones de conducta ? En el juego de la cerveza una explicación estructural debe a) Mostrar que los pedidos, los embarques y el inventario interactuan para generar patrones de inestabilidad y amplificación. b) Tener en cuenta los efectos de las demoras en el cumplimiento de los pedidos, y el circulo vicioso que surge cuando las crecientes demoras conducen a nuevos pedidos.

las explicaciones estructurales son importantes porque abordan las causas subyacentes de conducta en un nivel en el cual los patrones de conducta se pueden modificar. La estructura genera conducta , y el cambio de estructuras subyacentes puede generar otro patrones de conducta, por esto las explicaciones estructurales son inherentemente generativas.

El aprendizaje generativo no se puede sostener en una organización donde predomina el pensamiento fáctico, requiere un marco conceptual de pensamiento sistémico, la aptitud para descubrir causas estructurales de conducta.

**Una perspectiva individual del sistema es algo parecido a esto:**



Dado este cuadro de la situación, tiene sentido efectuar mas pedidos si necesitamos cerveza. Si la cerveza no llega cuando la esperamos, efectuamos mas pedidos. En este contexto, nuestra tarea consiste en administrar nuestra posición, reaccionando ante los cambios en los datos externos relacionados con los pedidos, las entregas de la cerveza y las demoras del proveedor.

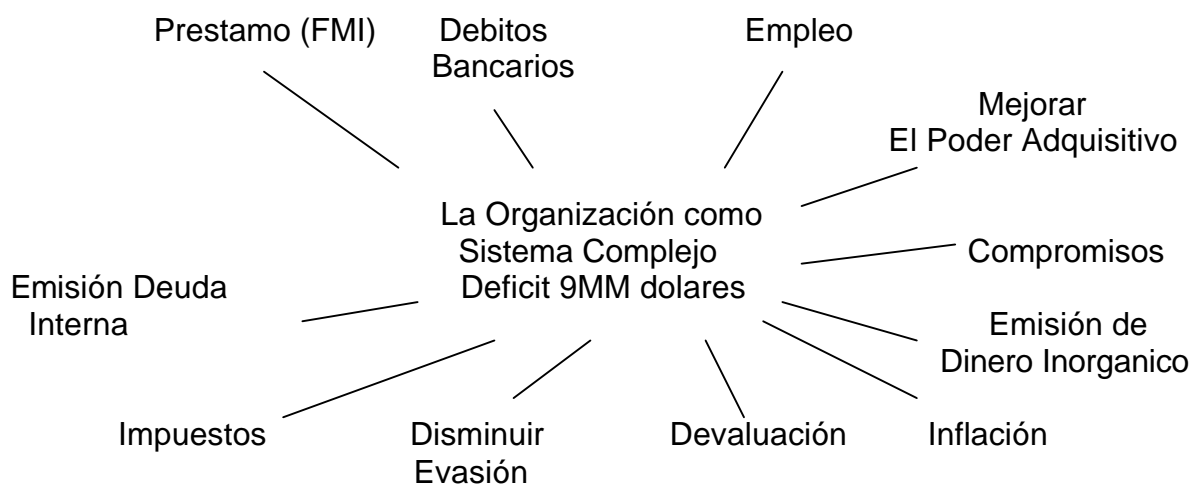
Pero esta perspectiva pasa por alto los modos en que los pedidos interactuan con los pedidos de otros para influir sobre las variables que percibimos como externas. Los jugadores forman parte de un sistema mas amplio que la mayoría percibe solo borrosamente.

## La Organización como Sistema Complejo

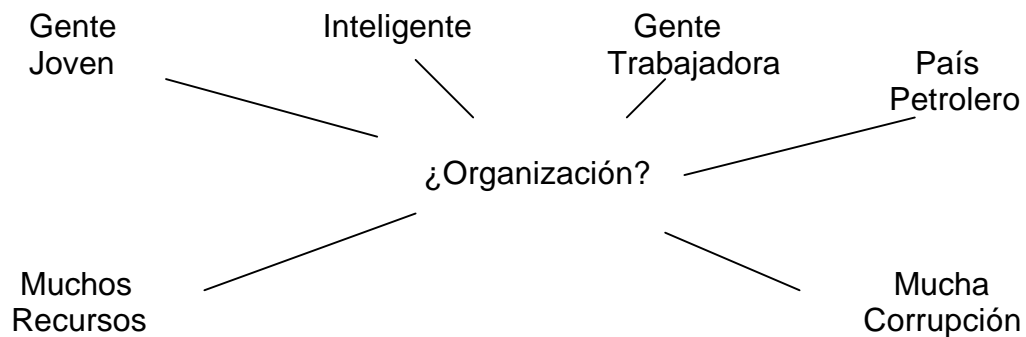
### La Utilidad de la Simulación

### El experimento de las cuentas Rojas

Modelo: Representación abstracta de parte de la realidad



El modelo no es único.



Se puede afirmar que un Modelo esta relacionado con una cantidad de información relativa a un sistema, recabado para fines de estudiarlo, dado que el propósito del estudio determina la naturaleza de la información que se reúne, se concluye que no hay un modelo único de un sistema.

Enfoque del modelado de Sistemas Sociales.

Modelo Econométrico: Parte de un punto de vista conductista, recurre a datos históricos, de evolución del mismo, no trata de establecer la estructura interna del sistema, sino, únicamente ajustar el modelo a los datos. Util para hacer inferencia estadística. (Para periodos cortos de tiempo)

Modelo Estructuralista: Sustentado de un análisis cuidadoso de los distintos elementos que intervienen en el sistema, para extraer la lógica interna del modelo, a partir de la estructura intenta el ajuste de los datos históricos. Util para estudiar las respuestas del sistema a condiciones futuras. (Periodos a largo plazo)

Utilidad de un Modelo

- Herramienta de indagación, permite verificar hipótesis antes de aplicarlas.
- Da las bases para diseñar "Laboratorios de Aprendizaje".

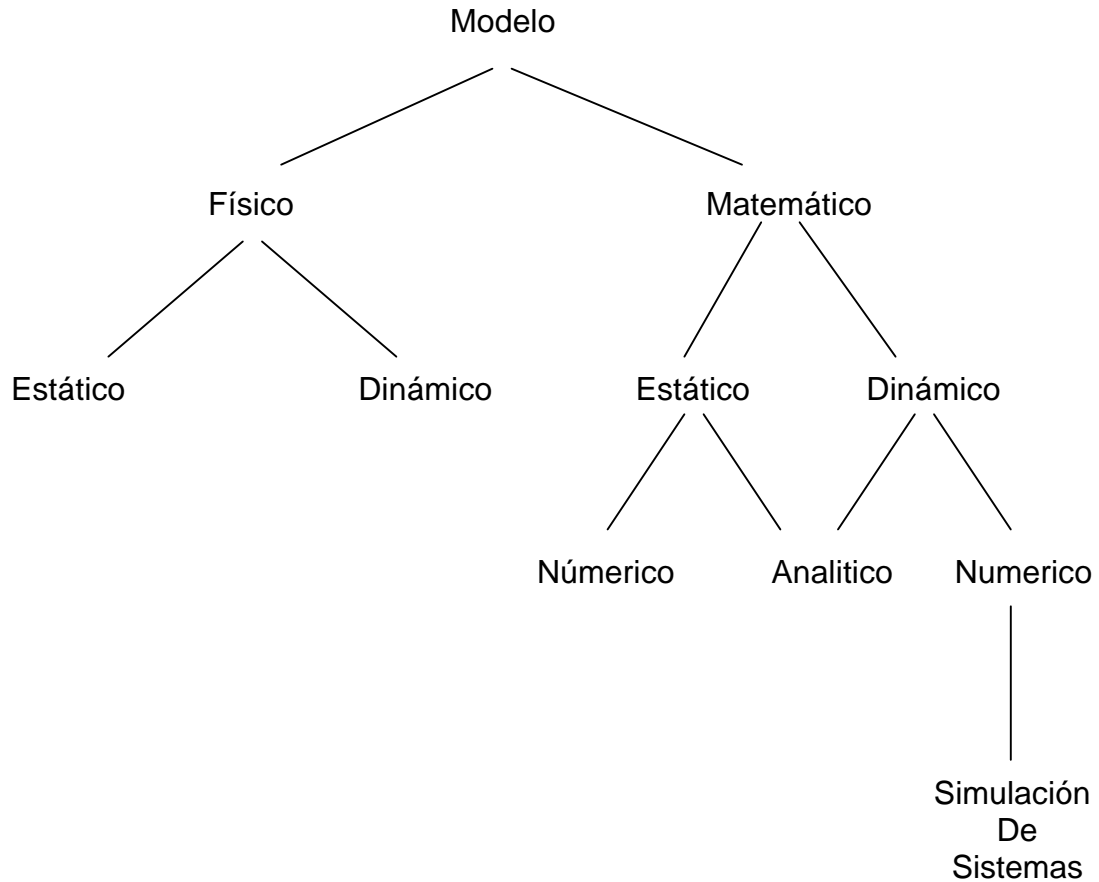
Uso de los Modelos

- Mostrar como las estructuras sistémicas generan pautas de conducta.
- Verificar si una estructura reproduce el desempeño que se observe en el mundo real.
- Explorar cómo cambiara la conducta cuando se alteran diversos aspectos de la estructura.
- Revelar puntos de abordaje que de otra manera se pasarían por alto.
- Inducir a los equipos a sumirse más profundamente en el aprendizaje de sistemas y permitirles experimentar con las consecuencias de su pensamiento.

Principios utilizados en el modelado

- Formación de bloques. ( Departamentos y Relaciones)
- Relevancia. (Con los objetivos de estudio)
- Exactitud. (Información que se utiliza)
- Agregación. (Generalización, para no abusar de exceso de detalles)

## Tipos de Modelo



Un modelo Físico Estático, aquellos en los que el tiempo no tiene ningún significado: Maqueta

Los modelos Físicos Dinámicos, se apoyan en una analogía entre el sistema que se estudia y algún otro sistema de alguna naturaleza distinta, por lo general la analogía depende de una similitud subyacente en las fuerzas que gobiernan el comportamiento de los sistemas.

Los modelos matemáticos son posibles de resolver analíticamente cuando el sistema es sencillo o de lo contrario es necesario resolverlos numéricamente, el tipo de solución depende de la complejidad del problema.

En el caso de un sistema de ecuaciones, en el que si se le da (a una de las incógnitas) un valor cualquiera es posible resolver analíticamente las ecuaciones

para obtener el valor de las otras incógnitas.( Sistema de 4 ecuaciones con 5 incógnitas )

Por otro lado, si el problema es encontrar niveles de gastos e ingresos que maximicen la función resultante, en este caso es necesario resolver numéricamente el problema.

Un modelo matemático dinámico permite deducir los cambios de los atributos del sistema en función del tiempo.

Un modelo matemático es aquel en que las entidades de un sistema y sus atributos se representan mediante variables matemáticas, las actividades se describen mediante funciones matemáticas que interrelacionan las variables.

Los modelos matemáticos pueden ser Estáticos y Dinámicos. El modelo Estático despliega las relaciones entre los atributos del sistema cuando éste está equilibrado.

Puede cambiar el punto de equilibrio, alterando uno o varios de los atributos, el modelo permite deducir los nuevos valores de todos los atributos pero no muestra la manera en que cambiaron a nuevos valores.

Simulación De Sistemas:

En un sistema económico bajo estudio los cambios arbitrarios de oferta y demanda de bienes no son factibles en un sistema real.

La simulación de Sistemas es una técnica numérica que utiliza modelos matemáticos dinámicos

Herber Simon, Premio Nobel de Economía 1978 enunció el principio de racionalidad Limitada.

"La capacidad de la mente humana para formular y resolver problemas complejos es muy pequeña en comparación con la magnitud del problema cuya solución se requiere para generar una conducta objetivamente racional en el mundo real."

Se considera a la simulación de sistemas una técnica para resolver problemas siguiendo los cambios en el tiempo de un modelo dinámico de un sistema.

Los tipos de simulación son continuos y discretos.

En los sistemas continuos, el interés primordial está en los cambios suaves, generalmente se utilizan conjuntos de ecuaciones diferenciales para describirlos. Las computadoras analógicas pueden resolver conjuntos de ecuaciones diferenciales lineales en forma simultánea y se utilizan frecuentemente en simulación continua.



La simulación continua se utiliza para modelar sistemas que no están controlados por eventos.

Los sistemas ambientales tienden a ser continuos, ejemplo, el efecto de los cambios de temporada sobre el crecimiento de la vegetación, la población de animales que comen hierbas y la población de animales que comen carnes.

" No es posible decir con certeza que el crecimiento de la vegetación se detiene en una fecha determinada, dando lugar a una reducción en los animales que la comen "

Es más exacto decir que el crecimiento de la vegetación se hace más lento conforme la luz del sol se reduce y se acelera conforme la luz del sol disponible se incrementa.

Los modelos continuos son valiosos para determinar las relaciones entre los impulsores empresariales, es decir, aquellos factores que afectan la viabilidad de la empresa.

Considere un modelo que analiza la relación entre los diversos factores de costo de la empresa, ganancias y utilidades. Suponga que un incremento de la publicidad dará lugar a un incremento de los costos de la empresa.

Las siguientes son las relaciones entre los factores empresariales.

- No es correcto decir que un aumento en la publicidad durante un día en particular dará lugar a un incremento en las ventas ese mismo día.
- No es correcto decir que el aumento en publicidad sucederá solo en un día.
- Lo correcto es determinar una fórmula que relacione el incremento en los gastos publicitarios con los costos de la empresa y las ganancias a través del tiempo.

Esta fórmula representaría una relación continua. El modelado y la simulación continua se basa en un flujo de información a través del modelo.

Para los sistemas discretos, el interés está en los eventos. Las ecuaciones son en esencia ecuaciones lógicas que expresan condiciones para que ocurra un evento. La simulación discreta consiste en seguir cambios en el estado del sistema de resultados de la sucesión de eventos. Es posible avanzar en el tiempo en pequeños incrementos y verificar en cada paso si ya es necesario ejecutar cualquier uno de los siguientes eventos.

Por regla general este tipo de simulación se realiza decidiendo una secuencia de eventos y avanzando en el tiempo al evento más inminente.

La simulación de eventos discretos está orientada hacia el tiempo y los eventos.

Un proceso discreto es aquel en el cual los pasos se presentan cuando surge una necesidad, como la realización de una tarea, la expiración de una unidad de tiempo, una decisión, etcétera.

Los modelos y simulaciones discretas tienen artículos u objetos que fluyen a través de ellos.

Ejemplo: Un proceso de fabricación crea bienes terminados, uno de procesamiento de préstamos genera solicitudes de préstamos terminados.

Ejemplo: Al mediodía, las personas que se encuentran en sus oficinas, suelen salir para dirigirse a los restaurantes, y a la una en punto tienden a regresar a sus oficinas. Las entradas y salidas de las oficinas y restaurantes están motivadas por un evento, el evento tiempo que se convierte en la hora del almuerzo.

Los modelos de eventos discretos se utilizan para determinar las medidas del proceso.

El flujo de entrada de trabajo y el tiempo que se requiere para llevar a cabo una tarea son parámetros orientados hacia el tiempo, al igual que el flujo hacia fuera de producto terminado.

El uso del personal, la productividad del personal y el rendimiento del proceso, son medidas del proceso.

No es posible determinar estas medidas utilizando modelos continuos.

Para determinar la efectividad de un proceso en términos del tiempo de ciclo, costo, productividad, etcétera, es necesario utilizar el modelado discreto.

El pensamiento sistémico permite experimentar cada vez más la interconectividad de la vida y ver totalidades en vez de partes. Cuando hay problemas, en una familia o una organización, un maestro del pensamiento sistémico los ve automáticamente como originados en estructuras subyacentes y no en errores individuales o en mala voluntad.

La disciplina del pensamiento sistémico se puede abordar en tres niveles:

- Prácticas: qué hacer.
- Principios: ideas rectoras y conceptos.
- Esencias: el estado de ser de quienes tienen un gran dominio de la disciplina.

Las **prácticas** son las actividades en que los practicantes de una disciplina concentran el tiempo y las energías. Por ejemplo, el pensamiento sistémico supone el uso de “arquetipos sistémicos” para percibir estructuras subyacentes en situaciones complejas.

Cada disciplina tiene **principios** subyacentes que representan la teoría que justifica las prácticas. Por ejemplo, la estructura influye sobre la conducta es un principio central del pensamiento sistémico, implica que la aptitud para influir sobre la realidad proviene de ver estructuras que controlan la conducta y los acontecimientos. Al igual que la resistencia política, la resistencia de los sistemas complejos a resistirse a los cambios de conducta, implica que los esfuerzos para manipular la conducta mejoran las cosas en el corto plazo pero crean más problemas en el largo plazo.

Es importante reconocer que el dominio de cualquiera de las disciplinas requiere un esfuerzo para comprender los principios y para seguir las prácticas. Hay una tendencia a confundir la comprensión de ciertos principios con el aprendizaje de la disciplina. El aprendizaje siempre implica nueva comprensión y nueva conducta, pensar y hacer.

El tercer nivel es el de las esencias, la esencia de las disciplinas consiste en el estado de ser que llegan a experimentar naturalmente los individuos o grupos que poseen un alto nivel de dominio de las disciplinas. En este nivel las disciplinas comienzan a converger. Una sensibilidad común une a las disciplinas, la sensibilidad de ser aprendices en un mundo intrínsecamente interdependiente.

1. **La esencia del pensamiento sistémico:** Holismo, interconectividad.
2. **Los principios del pensamiento sistémico:** estructura influye sobre la conducta, resistencia política, principio de la palanca.
3. **Prácticas:** arquetipos sistémicos, simulación.

El pensamiento sistémico es una disciplina para ver totalidades, es un marco para ver interrelaciones en lugar de cosas, para ver patrones de cambio en vez de instantáneas.

El pensamiento sistémico tiene su origen en: el concepto de realimentación de la cibernética y la teoría del servomecanismo, procedente de la ingeniería.

La principal utilidad del pensamiento sistémico radica en el estudio de la complejidad, por primera vez en la historia, la humanidad tiene capacidad para crear más información de la que nadie puede absorber, para agregar mayor interdependencia de la que nadie puede administrar y para impulsar el cambio que nadie puede seguir. Estamos rodeados por fallos sistémicos, un problema como el narcotráfico no tiene una causa simple y local. Análogamente, las organizaciones pierden el control o la brújula, a pesar de la lucidez individual y los productos innovadores, porque no pueden integrar sus distintas funciones y talentos en una totalidad productiva.

El pensamiento sistémico es una disciplina para ver las estructuras que subyacen a las situaciones complejas, y para discernir cambios de alto y bajo apalancamiento. El pensamiento sistémico ofrece un lenguaje que comienza con la reestructuración de nuestro pensamiento.

## POSTULADOS DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

### PRIMER POSTULADO: EXISTE UNA LÓGICA DE LOS SISTEMAS

La teoría de Sistemas se funda en una idea de una LÓGICA DE LOS SISTEMAS APLICABLE A TODO CONJUNTO ORGANIZADO.

Esta lógica, muy somera por cierto, se puede dar idea de ella de una forma mas o menos deductiva, por intermedio de un conjunto de definiciones y proposiciones.

#### DEFINICIÓN 1a:

“Un sistema es un conjunto de partes interdependientes relacionadas en función de un fin”

#### DEFINICIÓN 2a:

“Se llama estructura al conjunto de relaciones no fortuitas que ligan las partes entre ella y el todo”

#### PROPOSICIÓN 1a.:

Toda parte de un sistema posee propiedades internas o de la naturaleza de la parte, y externas en función del lugar que ocupa la parte en el seno del sistema.

Cada parte, componente, elemento o subsistema tendrá propiedades internas así como el sistema circulatorio consta de corazón, arterias y venas con características dentro del cuerpo humano, el sistema de frenos de un vehículo tiene propiedades internas, y en conjunto contribuye al desempeño del sistema vehículo.

En un equipo de fútbol los integrantes de la delantera tendrán sus características, buen dribbling, estatura adecuada para el juego aéreo, capacidad para patear con las dos piernas, etc, que dan características al subsistema de ataque del club de fútbol.

#### PROPOSICIÓN 2a.:

Siempre que la estructura interna de la parte sea mas compleja que la estructura externa del sistema, las propiedades de las partes están mas condicionadas por su naturaleza que por la configuración del sistema y viceversa.

En el caso de los equipos de fútbol de gran vocación ofensiva, es esta característica del subsistema de ataque (delantera) la que prevalece sobre el sistema equipo. El

equipo holandés de los años setenta propuso el llamado “fútbol total”, en el cual no había posiciones fijas en el campo, y todos los jugadores atacaban o defendían, según las circunstancias del juego. Evidentemente, la complejidad del todo (el equipo), puesto que era una estructura de juego planificada y organizada, condicionaba las propiedades de las partes (jugadores).

#### PROPOSICIÓN 3a.:

Cuando la complejidad, numero y diversidad de relaciones internas de un sistema aumenta, las propiedades que lo caracterizan dependen cada vez mas de su estructura y cada vez menos de sus partes.

Traigamos a la mente un juego de tenis individual, una persona contra otra, cada equipo consta de una persona y su raqueta, una estructura simple. Agreguemos ahora otra persona al equipo, tendremos la posibilidad de jugar un partido de dobles, en el cual cambian algunas reglas para que participen dos personas. Aquel individuo de gran saque no podrá hacer valer su habilidad todo el tiempo, puesto que deberá ceder el turno alternadamente a su compañero, que quizás tenga un saque mediocre, pero sea un gran defensor. Hemos complicado la estructura del equipo, y el comportamiento de este como sistema comienza a depender mucho mas de la interacción entre los componentes.

En sistemas constituidos por equipos de bowling (3 integrantes, en ternas), ciclismo (4, a veces), baloncesto (5), volibol (6), béisbol (9), softbol (9,10,11) o fútbol (11), el comportamiento y las propiedades del sistema dependerán, cada vez mas, de las relaciones internas y cada vez menos de sus partes.

El mejor jugador de fútbol del mundo no podría ganar solo frente a un equipo de 11.

### SEGUNDO POSTULADO: EXISTEN SISTEMAS HOMOMORFICOS.

#### DEFINICIÓN 1a.:

Dos sistemas que tengan una parte de su estructura idéntica son homomorficos.

Consideremos un ventilador y un helicóptero. Ambos tienen una hélice, la cual tiene un eje, y este eje lleva la fuerza de giro, proveniente de algo que produce un

movimiento (motor). El motor convierte energía en movimiento.

Desde el punto de vista de aplicación, el ventilador sirve para combatir el calor y el helicóptero es un medio de transporte, sin embargo, una parte de sus estructuras es idéntica.

**DEFINICIÓN 2a.:**

Dos sistemas que tengan la misma estructura son isomorfos.

Tengamos dos automóviles, uno LADA modelo 1994 y FÍAT 125 modelo 1974. Ambos con motor de 4 cilindros, cuatro ruedas, frenos, caja de velocidades, diferencial, etc. Son distintos, de marcas distintas, pero de estructura semejante. Ambos poseen subsistema de frenos, ambos motor de 4 cilindros, caja de cambios de 4 velocidades y retroceso, subsistema de dirección. Considerando a este nivel la estructura, estos sistemas son isomorfos.

¿Como consideraría Ud. el caso de un avión y una avioneta? ¿Son isomorfos?

**DEFINICIÓN 3a.:**

Cuando un sistema es homomorfo de un sistema mas complejo, constituye un modelo de este.

**PROPOSICIÓN 1a.:**

Si dos sistemas tienen estructuras semejantes (homomorficos), las propiedades externas de sus partes, o elementos, serán comparables.

**PROPOSICIÓN 2a.:**

Estas propiedades serán tanto mas comparables cuanto mas débil sea la estructura interna de las partes. Es decir, se pueden construir sistemas artificiales o modelos de manipulación cómoda, destinados al estudio de sistemas reales.

**PROPOSICIÓN 3a.:**

Si la estructura interna de los elementos no juega un papel demasiado grande, las observaciones efectuadas sobre sistemas complejos, pertenecientes a un campo determinado permiten prever el comportamiento de un sistema isomorfo, perteneciente a un campo totalmente diferente.

Resulta interesante buscar sistemas naturales de gran complejidad, isomorfos con el sistema real en estudio, mas que fabricar modelos costosos.

El aeromodelismo es el deporte en el cual se hacen volar pequeñas replicas de aviones. Exteriormente son modelos a escala, su sistema de sustentación es similar, sin embargo, los motores son distintos, el modelo no tiene los mecanismos de comunicación ni el radar del original, ni los sistemas de generación de electricidad, ni los sistemas de seguridad para tripulantes y pasajeros, ni los sistemas de señalización obligatorios en aviones normales. En consecuencia, es un modelo del otro. Pudiera ser aun mas simple, si tuviésemos el modelo hecho en yeso, a escala natural, para probarlo en un túnel de viento, solo verificaríamos su resistencia al viento.

Hoy día, es posible realizar modelos de sistemas físicos reales: rueda de automóviles, resortes, mecanismos de amortiguación, dentro de computadoras y ver su funcionamiento, por ejemplo en AUTOCAD.

**TERCER POSTULADO: SI SISTEMAS PERTENECIENTES A DIVERSOS CAMPOS DEL SABER TIENEN LA MISMA ESTRUCTURA, DEBE SER POSIBLE EXPRESAR ESTA ESTRUCTURA EN UN LENGUAJE UNIVERSAL COMÚN, SUSCEPTIBLE DE SER TRADUCIDO EN UNA TECNOLOGÍA PARTICULAR.**

Supongamos una tubería por la cual circula agua, podemos medir la cantidad de agua que pasa por un punto de la tubería, en un segundo. Consideremos ahora un conductor eléctrico, energizado alimentando un artefacto, podemos medir la cantidad de corriente que fluye a través de un punto, en un segundo. En este caso estamos frente a dos sistemas( un medio:cable o tubo. Un fluido: Agua o electricidad. Una dimensión: Litros por segundo o amperio por segundo) puede ser expresada entonces en un lenguaje común, según el cual la cantidad de fluido va a estar en función de la fuerza aplicada (voltaje o presión) y de la resistencia (diámetro del cable o del tubo, entre otras cosas).

**Teoría General de Sistemas  
Resumen Capitulo 1 ( Javier Aracil)****Prof. Armando Perdomo G.  
Sept. 95****INTRODUCCIÓN****Teoría de los Servomecanismos.**

Características:

1. El estudio sistemático del concepto de realimentación.
2. Desarrollo del comportamiento dinámico de los sistemas.

**Realimentación:** Proceso en virtud del cual, cuando se actúa sobre un determinado sistema, se obtiene continuamente información sobre los resultados de las decisiones tomadas, información que servirá para tomar las decisiones sucesivas.

**Estudio de procesos socioeconómicos:** aquellos procesos en los que además de componentes tecnológicos apareciesen colectividades humanas.

En estos procesos se desconocen, en gran medida, las leyes que rigen las interacciones elementales que se producen en el seno de los mismos.

**Dinámica de Sistemas:** metodología para la aplicación a los procesos socioeconómicos, íntimamente ligada a la teoría general de sistemas, la teoría de la automática y la cibernética..

La dinámica de sistemas trata de describir las fuerzas que surgen en el interior del sistema para producir sus cambios a través del tiempo, y como se interrelacionan estas fuerzas entre si en un modelo unitario.

**Pasos de un estudio de dinámica de sistemas:**

1. Identificar los elementos fundamentales.
2. Se buscan estructuras de realimentación que puedan producir el comportamiento observado.
3. Se construye el modelo matemático a partir de las estructuras identificadas, para ser tratado en el computador.
4. El modelo se emplea para simular el comportamiento dinámico implícito en la estructura identificada.
5. Se modifica la estructura hasta que sus componentes y el comportamiento resultante coincidan con el comportamiento observado en el sistema real.
6. Se modifican las decisiones que puedan ser introducidas en el modelo de simulación hasta encontrar decisiones aceptables y utilizables que den lugar a un comportamiento mejorado.

**MODELOS Y TOMA DE DECISIONES**

Modelo de Sistema: La relación que liga a las posibles acciones con sus efectos.

Los modelos ayudan a tomar decisiones las cuales implican predicciones.

Un modelo constituye una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad y tiene una estructura que esta formada por los elementos que caracterizan el aspecto de la realidad modelado, y por las relaciones entre estos elementos.

**Sistema Dinámico:** Cuando se consideran elementos constitutivos de un modelo las evoluciones en el tiempo de las magnitudes que lo constituyen.

El proceso de toma de decisiones puede esquematizarse teniendo en cuenta, un aspecto de la realidad sobre el cual se actúa y del que se tienen unos resultados (observaciones). La decisión sobre que acciones tomar para actuar sobre la realidad se adopta a partir del conocimiento de los valores de los resultados. (observaciones)

$y = R(u)$ ,  $u(t)$  y  $y(t)$  representan evoluciones del tiempo.

La relación  $R$  constituye la representación formal del modelo.

## MODELOS MENTALES Y MODELOS FORMALES

Un modelo mental suele ser incompleto y no estar enunciado en forma precisa, es fruto de la experiencia y la intuición.

La dinámica de sistemas intenta incluir en sus modelos formales (matemáticos) aspectos subjetivos de los modelos mentales generalmente empleados.

Los modelos formales están basados en hipótesis, los modelos mentales están limitados por que no tienen la capacidad de proyectar en el tiempo las interrelaciones que se producen entre todas las partes que componen el modelo. Para complementar esta limitación se recurre a la computadora el cual está capacitado para desarrollar las consecuencias del conjunto de interrelaciones que constituyen el mismo.

Los modelos para la computadora pueden mostrar las consecuencias dinámicas de las interacciones entre los componentes del sistema.

En problemas complejos la intuición no es fiable porque se tiende a pensar en relaciones de causa y efecto unidireccionales, olvidando la estructura de realimentación que existe.

Los modelos formales están enunciados de una manera explícita, no da lugar a ambigüedades.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS MODELOS.

1. La esencia de la construcción de un modelo es la simplificación.
2. El establecimiento de un modelo debe hacerse en forma precisa, sin ambigüedades, no debe negarse la existencia de aspectos difícilmente cuantificables que pueden tener una gran influencia en determinados procesos reales de toma de decisiones.

## MODELOS Y COMPUTADORES

La teoría de sistemas suministra un útil analítico para el estudio de sistemas lineales, la dificultad se presenta en el estudio de sistemas socioeconómicos los cuales tienen un



comportamiento no lineal, esto impide normalmente una resolución analítica del modelo. Aparte de que aun siendo el modelo lineal, la complejidad del mismo puede hacer que la resolución analítica sea inoperante.

Por esta razón se requiere recurrir al computador para el estudio de esta clase de sistemas.

## LOS MODELOS DE LOS SISTEMAS SOCIALES

Factores que crean desconfianza o reservas en el uso del computador como ayuda para la resolución de sistemas sociales.

1. A que generalmente se tiende a evitar formas de conceptualización distintas a las habituales.
2. A la dificultad de cuantificar las variables que intervienen en la construcción de un modelo de esta naturaleza.

El intento de obtener modelos formales de los sistemas sociales tiene la ventaja de suministrar una referencia objetiva del sistema estudiado.

Un modelo de un sistema social puede reunir en el mejor de los casos la opinión de expertos de una manera razonablemente objetiva, pero que nunca puede pretender desprenderse totalmente de un cierto grado de subjetividad y alcanzar, de lleno, la objetividad de una teoría científica, esta solo se alcanzara si el modelo se construye sobre relaciones que no constituyen opiniones de expertos, sino de leyes científicas. Estas leyes son las que desafortunadamente no abundan en el área de las ciencias sociales.

## ESTUDIO POR SIMULACIÓN DE LAS CIENCIAS SOCIALES

Los especialistas en ciencias sociales rara vez descomponen los sistemas en partes ni experimentan con los componentes independientemente, ellos prefieren el siguiente procedimiento, el cual consiste en disponer de una lista de interacciones hipotéticas entre las variables del sistema e intentar dar validez a estas relaciones con ayuda de datos tomados del sistema real, basándose en estas relaciones construyen modelos de simulación.

Se define simulación como el proceso mediante el cual se realizan experiencias sobre el modelo y no sobre la realidad.

En los estudios de simulación no se pretende predecir el futuro, sino mas bien comprender como los posibles cambios que se pueden realizar sobre el sistema están asociados con distintos modos de comportamiento en el tiempo.

## DISTINTOS ENFOQUES AL MODELADO DE SISTEMAS SOCIALES

Existen dos puntos de vista en relación al establecimiento de modelos matemáticos de sistemas sociales.

1. Aquel que esta sustentado por especialistas que construyen modelos de un sistema social a partir del procesamiento de datos históricos de evolución del mismo, es un punto de vista conductista porque no trata de establecer la estructura interna del sistema , sino únicamente

ajustar un modelo a los datos reales que se conocen, a este enfoque pertenece la **ECONOMETRIA**.(De lo general a lo particular)

Los modelos de predicción econométrica emplean técnicas de inferencia estadística para estimar, a partir de datos empíricos, la dirección y magnitud de la interdependencia de diferentes variables económicas.

Los modelos econométricos han demostrado ser útiles para periodos cortos de tiempo.

2. Aquel que esta sustentado de un análisis cuidadoso y detenido de los distintos elementos que intervienen en el sistema observado, para extraer la lógica interna del modelo, y a partir de la estructura así construida se intenta un ajuste de los datos históricos.(De lo particular a lo general)

Lo fundamental para la construcción de un modelo son el análisis de la lógica interna y de las relaciones estructurales en el modelo. La dinámica de sistemas pertenece a esta segunda escuela. (Estructuralista)

La dinámica de sistemas es una versión especializada del cuerpo de doctrina surgido en torno al estudio de los sistemas de control realimentados y no lineales empleados para el diseño de sistemas físicos. La técnica de Forrester reside en que la estructura del modelo no esta previamente determinada y la establece el constructor del mismo..

En resumen para obtener los valores mas probables tomados por un suceso futuro normalmente se emplean métodos estadísticos (Estudios a corto plazo), pero para comprender la respuesta del sistema a un conjunto de condiciones futuras es preferible el empleo de la dinámica de sistemas (Estudios a largo Plazo)

El modelo de construcción de modelos de la dinámica de sistemas es de fácil accesibilidad porque proviene de la opinión de especialistas en el área, en cambio el otro enfoque depende de un algoritmo.

En la fácil accesibilidad reside la mayor garantía contra los posibles falseamientos que se introduzcan al construir el modelo.

La mayor parte de las ciencias sociales solo tienen un conocimiento parcial de las leyes que regulan el comportamiento de sus objetos de estudio, la elección de variables que deben incluir los modelos, su estructura y los valores de los parámetros que aparecen en los mismos reflejan la imagen que el constructor del modelo a desarrollado con relación a los elementos que intervienen en el mismo, de esta manera los juicios o hipótesis subjetivos prevalecen en los modelos desarrollados con ayuda de la dinámica de sistemas lo cual no debe considerarse negativo porque estos juicios subjetivos no están ocultos sino que son explícitos en el modelo.

## **ORIGEN HISTÓRICO Y FUNDAMENTOS DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS**

La informática, la cibernética y la teoría general de sistemas.

La informática se puede considerar como la ciencia y el arte de hacer fácil, cómodo y fecundo el empleo del computador.

Cibernética, tiene por objeto el estudio de la comunicación y el control tanto en el animal como en la maquina, también se le define como el estudio de mecanismos de realimentación en los sistemas físicos, biológicos y sociales.

**Aportes de Wiener, precursor de la cibernética.**

1. Importancia de los estudios interdisciplinarios, mostrando el gran interés para cada una de las disciplinas consideradas.

2. Advierte la presencia de procesos realimentados, de control en una amplia clase de sistema, tanto naturales como sociales.

La cibernética ha establecido la existencia de analogías entre los procesos auto-reguladores de los organismos vivos, el funcionamiento de determinados dispositivos técnicos (servomecanismos) y ciertas formas de desarrollo de sistemas sociales.

Teoría general sistemas, pretende capitalizar la existencia de paralelismo entre diferentes campos científicos y suministrar las bases para una teoría integrada de la organización y de la complejidad.

**Basamento teórico:**

- Existe una tendencia general hacia la integración en todas las ciencias, tanto naturales como sociales.
- Esta integración parece centrarse en una teoría general de sistemas.
- Esta teoría puede ser un medio importante para conseguir una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.
- Esta teoría conduce a la unidad de la ciencia, al desarrollar principios unificadores que integren, verticalmente, el universo de las ciencias individuales.
- Todo ello puede conducir a una integración, ampliamente necesitada, en la educación científica.

**Objetivos que se persiguen en la investigación de la teoría general de sistemas**

1. Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos y facilitar transferencias de un campo a otro.

2. Promover desarrollo de modelos teóricos adecuados en aquellos campos que carecen de ello.

3. Minimizar la duplicación de esfuerzo teórico en campos diferentes.

4. Promover la unidad de la ciencia a través de la mejora de comunicación entre especialistas de distintos campos.

La dinámica de sistemas hace su aparición en el contexto histórico que se crea con las disciplinas informática, cibernética y teoría general de sistemas.

El conjunto de todas estas disciplinas constituye la manifestación del llamado paradigma de sistemas, el cual está formado por los métodos científicos de estudio de los problemas del mundo real que adoptan una óptica globalizadora (holística) por oposición a los métodos de tipo analítico y reduccionista.

**Origen histórico de la dinámica de sistemas.**

El origen de la dinámica de sistemas se remonta a una situación no esperada de una compañía que producía partes eléctricas y que contaba con un número reducido de clientes

muy especiales por lo que se esperaba que el flujo de pedidos se mantuviese aproximadamente constante.

Sin embargo con el tiempo se observó que los pedidos sufrían fuertes oscilaciones, oscilaciones que recuerdan a las que presentan los servomecanismos incorrectamente compensados.

Se encargó un equipo del M.I.T., bajo la dirección de Jay Forrester, el estudio de este problema. Forrester descubrió el papel primordial que jugaban en el funcionamiento del proceso las estructuras de realimentación de información que se presentaban en el mismo. En particular, observo como la combinación de retrasos en la transmisión de información, con las estructuras de realimentación, estaban en gran medida, en el origen de las oscilaciones. Según esto se concluye, que si se tiene una cadena cerrada de acciones, que sea autoreguladora, y en esta cadena se introducen importantes retrasos en la transmisión, el sistema puede convertirse en oscilante. A partir de esta idea se tiene que los elementos que intervienen en un proceso, así como las relaciones entre los mismos cuentan en ocasiones con cadenas de realimentación negativa que justificaban la existencia de oscilaciones.

### **Fundamentos de la dinámica de sistemas**

En la dinámica de sistemas se combinan tres líneas de desarrollo científico técnico.

1. Las técnicas tradicionales de gestión de sistemas sociales.
2. La teoría de sistemas realimentados.
3. La simulación por computadora.

### **Las técnicas tradicionales de gestión de sistemas sociales**

Estos métodos tradicionales de gestión están basados en la experiencia acumulada por el que toma la decisión, esta experiencia se reduce a una información recogida mas o menos directamente sobre situaciones previas, de esta forma se van construyendo modelos mentales de las situaciones habitualmente encontradas, estos modelos se corrigen y perfeccionan por un proceso de aprendizaje.

Una metodología para la construcción de modelos formales con vistas a facilitar los procesos de decisión debe contar, con la posibilidad de incorporar en sus modelos la experiencia acumulada en los métodos tradicionales de gestión.

### **La teoría de los sistemas realimentados**

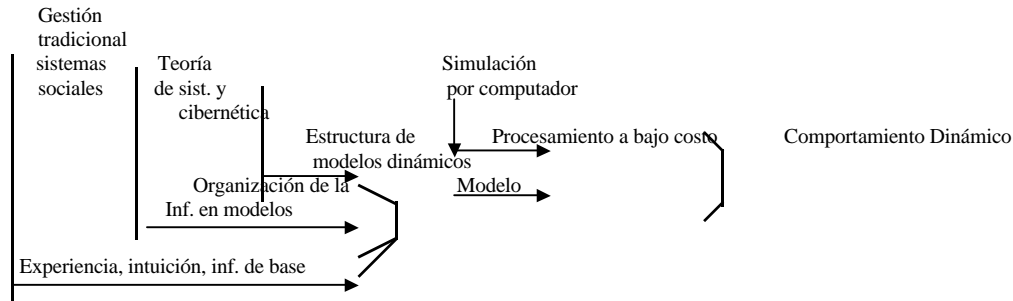
La teoría de sistemas realimentados suministra estructuras básicas que permiten generar una amplia variedad de comportamientos dinámicos y que pueden emplearse para describir las formas de comportamiento dinámico encontradas en la realidad.

### **La simulación por computador**

Gracias al desarrollo de los computadores, se pueden conseguir a un bajo costo y en tiempos muy cortos los cálculos implícitos en un modelo, pudiéndose realizar diferentes pasadas del modelo, correspondientes a las distintas condiciones que se quieren analizar.. De

esta forma se consigue una operatividad sobre lo que en ultimo extremo se basa el interés practico de la metodología.

En conclusión, la dinámica de sistemas trata de construir, basándose en la opinión de expertos, modelos dinámicos en los que juega un papel primordial los bucles de realimentación, y empleando el computador como útil básico de simulación.



### Características de los sistemas sociales

La característica esencial de los sistemas sociales, reside en la consideración de que en el interior de los mismos se generan las fuerzas que determinan la evolución en el tiempo, en el interior de un sistema se realizan una serie de interacciones entre sus elementos constituyentes que generan el comportamiento dinámico del mismo .

El estudio, análisis e integración de todas estas interacciones elementales para explicar en conjunto el comportamiento global del sistema, constituye uno de los objetivos básicos de la dinámica de sistemas.

El bucle de realimentación, o cadena cerrada de acciones elementales entre los elementos que forman un sistema, constituye el concepto básico para la comprensión del comportamiento dinámico del mismo.

La existencia de retrasos en la transmisión de información entre estos distintos elementos conduce a un comportamiento oscilatorio del conjunto. El análisis de los componentes del bucle tomados aislados no suministra, normalmente, ninguna luz respecto al comportamiento global del sistema.

Los sistemas complejos presentan un comportamiento anti-intuitivo, la intuición que preside el análisis de los sistemas se ha elaborado a partir de análisis de sistemas simples, por lo que las conclusiones que se extraen de la aplicación de esta intuición a sistemas complejos puede llevar a resultados exactamente opuestos a los que aparecen en la realidad.

Así, en los sistemas simples, la causa y efecto se suelen producir, normalmente, de forma cercana en el espacio y en el tiempo.

En los sistemas complejos existe una gran multiplicidad de bucles de realimentación en interacción. De estos bucles algunos son positivos y gobiernan los procesos de crecimiento mientras que otros son negativos y gobiernan los procesos estabilizadores.

Lo importante es entender que la causa de cierto problema puede estar situada muy lejos en el tiempo de los síntomas que produce, o puede estar situada en una parte completamente diferente y remota del sistema.

Uno de los aspectos resultantes de la dinámica de sistemas es que las causas de los problemas sociales se encuentran habitualmente, no tanto en sucesos previos, como en la estructura misma del sistema.

### **Sensibilidad de los sistemas sociales**

La noción de sensibilidad pretende establecer en que medida se altera el comportamiento normal de un modelo como consecuencia de la modificación del valor de uno de sus parámetros. Así se dice que el modelo es muy sensible a un cierto parámetro si una pequeña desviación del valor del mismo de su valor normal da lugar a una importante modificación del comportamiento global del modelo.

Un resultado convencional de la teoría de sistemas es el que la existencia de bucles de realimentación en un sistema reduce notablemente la sensibilidad del mismo a los parámetros que aparecen en dichos bucles. Sucede a veces que en un sistema social no modifica su comportamiento básico cuando se le somete a una determinada acción , como en otros casos pequeñas acciones producen grandes efectos .

Un análisis de sensibilidad del modelo permite explicar hechos como estos, al tiempo que permite conocer cuales son los parámetros mas sensibles, lo que ayuda a establecer como actuar sobre el sistema si se pretende modificar su comportamiento.

### **Conflicto entre objetivos.**

En los sistemas sociales habitualmente hay conflicto entre políticas a corto y a largo plazo, el disponer de los modelos que suministra la dinámica de sistemas constituye un útil de gran valor en el estudio de estas alternativas, ayuda a evaluar las decisiones políticas habituales con respecto a un cierto sistema real, actúan a favor o en contra de los objetivos a largo plazo de dicho sistema.

### **Consideración Final.**

La dinámica de sistemas estudia fundamentalmente aquellos aspectos de los sistemas sociales que son susceptibles a ser interpretados en términos de bucles de realimentación, habiendo muchos problemas sociales que pueden ser descritos con éxito de esta forma.

## LA QUINTA DISCIPLINA

El arte y la practica de la organización abierta al aprendizaje.

Las organizaciones de hoy en día tienden a ser organizaciones del conocimiento, cada puesto es ocupado por alguien que conoce su tarea, que no actúa tanto por delegación como por pericia.

Una organización que aspire a sobrevivir en el contexto actual debe mantener un dialogo con su publico. Capaz de interpretar las demandas que recibe y de responder a ellas. Pero para poder dialogar con el mercado, una organización debe ser capaz de mantener su propio dialogo interno.

Quienes normalmente están mas cerca del cliente están mas lejos del poder.

En un contexto turbulento como el actual nadie puede sentirse fuerte por lo que es. La única fortaleza posible es la que proviene de ser capaz de responder, de poder dejar de ser lo que se es para ser lo que sea necesario.

La capacidad de aprender puede llegar a ser nuestra ultima ventaja competitiva.

La capacidad de aprender mas rápido que nuestros competidores quizá sea la única ventaja competitiva sostenible.

Desde muy temprana edad nos enseñan a analizar los problemas, a fragmentar el mundo, al parecer esto facilita las tareas complejas, pero sin embargo pagamos un precio enorme, ya no vemos las consecuencias de nuestros actos, perdemos nuestra sensación intrínseca de conexión con una totalidad mas vasta porque cuando intentamos ver la imagen general tratamos de ensamblar nuevamente los fragmentos, enumerar y organizar todas las piezas, esta tarea es fútil, es como ensamblar los fragmentos de un espejo roto para ver un reflejo fiel. Al cabo de un tiempo desistimos de ver la totalidad.

La idea es destruir la ilusión de que el mundo esta compuesto por fuerzas separadas y desconectadas.

Las organizaciones que cobraran relevancia en el futuro serán las que descubran como aprovechar el entusiasmo y la capacidad de aprendizaje de la gente en todos los niveles de la organización.

## DISCIPLINAS DE LA ORGANIZACIÓN INTELIGENTE.

Las organizaciones inteligentes ya se han inventado pero aun no se han innovado, esto se explica basado en los siguientes términos, los ingenieros dicen que se ha inventado una idea nueva cuando se demuestra que funciona en el laboratorio. La idea se transforma en innovación solo cuando se puede reproducir sin contratiempo, en gran escala y a costes prácticos. Si la idea tiene suficiente importancia se denomina innovación básica, como en el caso de un computador, y crea una industria nueva o transforma la industria existente. Cuando una idea pasa de la invención a la innovación, confluyen diversas tecnologías de componentes, estos componentes nacen de desarrollos aislados en diversas áreas de investigación, configuran gradualmente un conjunto de tecnologías que son fundamentales para el mutuo éxito.

En la actualidad, cinco nuevas tecnologías de componentes convergen para innovar las organizaciones inteligentes, estas son:

1. *Pensamiento Sistemico.*
2. *Dominio Personal.*
3. *Modelos Mentales.*
4. *Construcción de una visión compartida.*
5. *Aprendizaje en equipo.*
6. *La quinta disciplina.*

### **1.Pensamiento Sistemico**

El pensamiento sistemico es un marco conceptual, un cuerpo de conocimientos y herramientas que se ha desarrollado en los últimos 50 años, para que los patrones totales resulten mas claros, y para ayudarnos a modificarlos. Suponen una visión del mundo extremadamente intuitivo. Solo se comprende un sistema al contemplar el todo, no cada elemento individual.

Los negocios y otras empresas humanas son sistemas que están ligados por tramas invisibles de actos interrelacionados, que con frecuencia tardan años en exhibir plenamente sus efectos mutuos, acontecimientos distanciados en el espacio y en el tiempo.

## **2. Dominio Personal**

Es la disciplina que permite aclarar y ahondar continuamente nuestra visión personal, concentrar las energías, desarrollar paciencia y ver la realidad objetivamente. El afán y la capacidad de aprender de una organización no pueden ser mayor que la suma de la de cada uno de sus miembros. Nos interesa las conexiones entre aprendizaje personal y aprendizaje organizacional, los compromisos recíprocos entre individuo y organización, el espíritu especial de una empresa constituida por gentes capaces de aprender.

## **3. Modelos Mentales**

Los modelos mentales son supuestos hondamente arraigados, generalizaciones e imágenes que influyen sobre nuestro modo de comprender el mundo y actuar. A menudo no tenemos conciencia de nuestros modelos mentales o los efectos que surten sobre nuestra conducta.

La adaptación continua y el crecimiento de un ámbito cambiante dependen del aprendizaje institucional, que es el proceso mediante el cual los equipos de management modifican modelos mentales compartidos acerca de la compañía, sus mercados y sus competidores. Por esta razón se piensa que la planificación es aprendizaje y la planificación empresarial es aprendizaje institucional.

La disciplina de trabajar con modelos mentales empieza por volver el espejo hacia adentro: aprender a exhumar nuestras imágenes internas del mundo, para llevarlas a la superficie y someterlas a un riguroso escrutinio. También incluye la aptitud para entablar conversaciones abiertas donde se equilibre la indagación con la persuasión, donde la gente manifieste sus pensamientos para exponerlos a la influencia de otros.

## **4. Construcción de una visión Compartida**

Un símbolo de inspiración a las organizaciones, es la capacidad de compartir una imagen del futuro que se procura crear, cuesta concebir una organización que haya alcanzado cierta grandeza sin metas, valores y misiones que sean profundamente compartidos dentro de la organización. Con frecuencia la visión compartida de una empresa gira en torno del carisma del líder, o de una crisis que involucra a todos temporalmente, lo que falta es una disciplina para traducir la visión individual en una visión compartida, un conjunto de principios y practicas rectoras. La practica de visión compartida supone aptitudes para configurar visiones del futuro compartidas que propicien un compromiso genuino antes que un simple acatamiento.

## **5. Aprendizaje en equipo**

El aprendizaje en equipo es vital porque la unidad fundamental de aprendizaje en las organizaciones moderna no es el individuo sino el equipo. Si los equipos no aprenden, la organización no puede aprender. Si la organización inteligente fuera una innovación, en conducta humana, los componentes se ven como disciplinas. Así como para la ingeniería los componentes de una innovación se llaman tecnología, una disciplina es un camino de desarrollo para adquirir ciertas aptitudes o competencias. La practica de una disciplina supone un compromiso constante con el aprendizaje.

La disciplina de aprendizaje en equipo comienza con el dialogo, la capacidad de los miembros del equipo para suspender los supuestos e ingresar en un autentico pensamiento conjunto, que permiten al grupo descubrir percepciones que no se alcanzan individualmente. La disciplina del dialogo también implica aprender a reconocer los patrones de interacción que erosionan el aprendizaje en un equipo.

## **6. La quinta disciplina**

Es vital que las cinco disciplinas se desarrollen como un conjunto. Esto representa un desafío porque es mucho mas difícil integrar herramientas nuevas que aplicarlas por separado. Los beneficios se hacen inmensos.

Por eso el pensamiento sistémico es la quinta disciplina. Es la disciplina que integra las demás disciplinas, fusionándolas en un cuerpo coherente de teoría y practica. Les impide ser recursos separados o una ultima moda. Sin una orientación sistémica, no hay motivación para examinar como se interrelacionan las disciplinas. Al enfatizar cada una de las demás disciplinas, el pensamiento sistémico nos recuerda continuamente que el todo puede superar a la suma de las partes.



Pero el pensamiento sistémico también requiere las disciplinas concernientes a la **visión compartida** la cual alienta un compromiso a largo plazo, los **modelos mentales** los cuales enfatizan la apertura necesaria para desnudar las limitaciones de nuestra manera actual de ver el mundo, el **aprendizaje en equipo** el cual desarrolla aptitudes de grupos de personas para buscar una figura más amplia que trascienda las perspectivas individuales y el **dominio personal** para aprender continuamente como nuestros actos afectan el mundo.

Sin dominio de sí mismas las personas se afincan tanto en un marco mental reactivo que resultan profundamente amenazadas por la perspectiva sistémica.

## **Porque las organizaciones tienen problemas de aprendizaje**

Barreras para el aprendizaje

### 1. Yo soy mi puesto

Nos enseñan a ser leales a nuestra tarea, al extremo de que la confundimos con nuestra identidad.

Cuando las personas de una organización se concentran únicamente en su puesto, no sienten mayor responsabilidad por los resultados que se generan cuando interactúan toda sus partes. Mas aun, cuando los resultados son decepcionantes, resulta difícil saber que. Solo se puede suponer que alguien cometió una falla. La mayoría se ve dentro de un sistema sobre el cual no ejerce ninguna influencia. Hacen su trabajo, cumplen con su horario y tratan de apañárselas ante esas fuerzas que están fuera de su control. En consecuencia ven sus responsabilidades como limitadas por el puesto que ocupan.

### 2. El enemigo externo

Todos tenemos la propensión a culpar a un factor o una persona externa cuando las cosas salen mal.

El síndrome del enemigo externo es un subproducto de Yo soy mi puesto, cuando nos concentramos solo en nuestra posición, no vemos que nuestros actos trasciendan, cuando esos actos tienen consecuencias que nos perjudican, incurrimos en el error de pensar que estos nuevos problemas tienen un origen externo.

### 3. La ilusión de hacerse cargo

Esta de moda ser proactivo, la actitud proactiva se ve a menudo como un antídoto contra la actitud reactiva, la de esperar que una situación cause un serio problema antes de tomar una medida.

A menudo la proactividad es reactividad disfrazada, si nos volvemos más agresivos para luchar contra el enemigo externo, estamos reaccionando, no importa como lo llamemos.

La verdadera proactividad surge de ver como intensificamos nuestros propios problemas. Es un producto de nuestro modo de pensar, no de nuestro estado emocional.

### 4. La fijación de los hechos

La preocupación por los hechos domina las deliberaciones empresariales: las ventas del mes pasado, los nuevos recortes del presupuesto, las ganancias del trimestre anterior, el nuevo producto de nuestro competidor y demás. Los medios informativos refuerzan el énfasis en los acontecimientos inmediatos, si algo ocurrió hace dos días deja de ser noticia. Esas explicaciones pueden ser ciertas en alguna medida, pero nos impiden ver los patrones más amplios que subyacen a los hechos y comprender las causas de esos patrones.

Las primordiales amenazas para nuestra supervivencia, tanto de nuestras organizaciones como de nuestras sociedades, no vienen de hechos repentinos sino de procesos lentos y graduales. ejemplo la carrera armamentista, el deterioro ecológico etc.

El aprendizaje generativo no se puede sostener en una organización si el pensamiento de la gente esta dominado por hechos inmediatos. Si nos concentramos en los hechos a lo sumo podemos predecir un hecho antes de que ocurra, para tener una reacción óptima. Pero no podemos aprender a crear.

### 5. La parábola de la rana hervida

La mala adaptación a amenazas crecientes para la supervivencia aparece con tanta frecuencia en los estudios sistemáticos de los fracasos empresariales que a dado nacimiento a la parábola de la rana hervida, la cual

demuestra que estamos preparados para detectar cambios repentinos en el medio ambiente , no cambios lentos y graduales.

Para aprender a ver procesos lentos y graduales tenemos que aminorar nuestro ritmo frenético y prestar atención no solo a lo evidente sino a lo sutil. si nos sentamos a mirar los charcos dejados por la marea, no vemos mucho al principio, pero si nos detenemos a mirar el charco por mas tiempo, el charco cobra vida.

Tenemos que aprender a aminorar nuestro ritmo frenético y ver esos procesos graduales que a menudo plantean para todos las mayores amenazas.

#### 6. La ilusión de que se aprende con la experiencia

La experiencia directa constituye un potente medio de aprendizaje. Muchas cosas se aprenden por ensayo y error. Realizamos un acto y vemos las consecuencias de ese acto, luego realizamos un acto nuevo y diferente.

Cuando nuestros actos tienen consecuencias que trascienden el horizonte de aprendizaje, se vuelve imposible aprender de la experiencia directa, esto sucede si las consecuencias de nuestros actos están en el futuro distante o en una parte distante del sistema mas amplio dentro del cual operamos.

Se aprende mejor de la experiencia, pero nunca experimentamos directamente las consecuencias de muchas de nuestras decisiones mas importantes. Las decisiones mas críticas de las organizaciones tienen consecuencias en todo el sistema, y se extienden durante años o décadas.

#### 7. El mito del equipo administrativo

Para batallar contra estos dilemas y problemas se yergue el equipo administrativo, un grupo escogido de managers enérgicos y experimentados que representan las diversas funciones y pericias de la organización.

Con frecuencia los equipos empresariales suelen pasar el tiempo luchando en defensa de su territorio, evitando todo aquello que pueda dejarlos mal parados y fingiendo que todos respaldan la estrategia colectiva del equipo, para mantener la apariencia de un equipo cohesivo.

Para preservar esta imagen, procuran callar sus desacuerdos, personas que tienen grandes reservas evitan manifestarlas públicamente, y las decisiones conjuntas son aguadas componendas que reflejan lo que es aceptable para todos, o bien el predominio de una persona sobre el grupo.

El equipo puede funcionar muy bien con problemas rutinarios, pero cuando enfrenta problemas complejos que pueden ser amenazadores, el espíritu del equipo se va a pique. La mayoría de los managers consideran la indagación colectiva como una amenaza inherente. Nuestra educación no nos capacita para admitir que no conocemos la respuesta, y la mayoría de las empresas refuerzan esa lección al recompensar a las personas que saben defender sus puntos de vista pero no indagar los problemas complejos.

Este proceso bloquea nuestra comprensión de aquello que nos amenaza, la consecuencia es la incompetencia calificada, equipos llenos de gente increíblemente apta para cerrarse al aprendizaje.

### **Prisioneros del sistema o prisioneros de nuestro propio pensamiento**

Los problemas se originan en modos básicos de pensamiento e interacción, mas que en peculiaridades de la estructura y las políticas de las organizaciones.

El juego de la cerveza ilustra algunas de las causas de problemas relacionados con decisiones cuyos efectos o consecuencias no son visibles en forma inmediata.

En el juego de las cervezas, la estructura que causaba oscilaciones violentas en los pedidos e inventarios involucraba la cadena de suministro de etapas múltiples y las demoras entre las diversas etapas, la información limitada que se disponía en cada etapa del sistema, y las metas, costes, percepciones y temores que influían sobre los pedidos de cerveza. el termino estructura sistémica no alude a una estructura exterior al individuo. La estructura de los sistemas humanos es sutil porque formamos parte de ella. Ello significa que a menudo tenemos el poder para alterar estructuras dentro de las cuales operamos. A menudo no se percibe ese poder, habitualmente no vemos las estructuras en juego, en cambio nos sentimos obligados a actuar de determinadas maneras.

Componentes del juego de la cerveza:

## **MINORISTAS**

## **MAYORISTAS**

## **FABRICA**

Lecciones:

1. La estructura influye sobre la conducta

Las personas pertenecientes a la misma estructura tienden a producir resultados cualitativamente similares. Cuando hay problemas o el desempeño no satisface las expectativas, es fácil encontrar a alguien o algo para echarle la culpa.

2. La estructura de los sistemas humanos es sutil

Tendemos a considerar una estructura como constreñimientos externos sobre el individuo. Pero la estructura, en los complejos sistemas vivos, tal como la estructura de los sistemas múltiples de un cuerpo humano alude a las interrelaciones básicas que controlan la conducta.

En los sistemas humanos, la estructura incluye el modo de tomar decisiones, las políticas operativas mediante las cuales traducimos percepciones, metas, reglas y normas en actos.

3. El punto de apalancamiento a menudo se descubre mediante nuevos modos de operar.

En los sistemas humanos, la gente a menudo goza de una influencia potencial que no ejerce porque se concentra solo en sus propias decisiones e ignora como esas decisiones afectan a los demás.

En el juego de las cervezas, los jugadores tienen la capacidad de eliminar las inestabilidades extremas que invariablemente se presentan, pero no entienden como crean esa inestabilidad.

La realidad de los sistemas de producción-distribución a menudo es peor que el juego de la cerveza. Un minorista real puede hacer pedidos a tres o cuatro mayoristas a la vez, esperar la llegada de la primera partida y cancelar las demás ordenes. Los productores reales a veces se topan con límites de capacidad de producción que no están presentes en el juego, y así exacerban el pánico en el sistema de distribución. A la vez los productores invierten en capacidad adicional porque creen que los actuales niveles de demanda continuarán en el futuro, y luego se encuentran abrumados con una capacidad excesiva una vez que la demanda se desmorona.

Primer principio del pensamiento Sistemico

### **La estructura influye sobre la conducta**

Cuando pertenecen al mismo sistema, las personas, a pesar de sus diferencias, suelen producir resultados similares.

La perspectiva sistémica nos dice que debemos buscar más allá de los errores individuales o la mala suerte para comprender los problemas importantes, debemos mirar más allá de las personalidades y acontecimientos.

Se experimenta una aprehensión profunda y diferente cuando empezamos a ver que el sistema causa su propia conducta.

La estructura sistémica alude a las interrelaciones clave que influyen sobre la conducta a lo largo del tiempo. No se trata de interrelaciones entre la gente, sino entre variables claves, tales como la población, los recursos naturales y la producción alimentaria en un país en desarrollo, o las ideas de productos de los ingenieros y el know-how técnico y administrativo en una compañía de alta tecnología.

El juego de la cerveza nos brinda un laboratorio para explorar la influencia de la estructura sobre la conducta.

Cada jugador toma una sola decisión por semana, cuanta cerveza pedir. El minorista es el primero en aumentar significativamente los pedidos, alcanzando un pico en la semana  $X=12$ . A esta altura la cerveza esperada no llega a tiempo, a causa de la acumulación de pedidos en el depósito mayorista y la fábrica. Pero el minorista, sin pensar en esa acumulación, incrementa los pedidos para obtener cerveza a toda costa. Ese

repentino salto luego se amplifica por todo el sistema: primero el mayorista, luego la fabrica. Los pedidos del mayorista alcanzan la cima en 40, y la producción de la fabrica alcanza el pico en 80.

El resultado es un patrón característico de escalada y declinación de pedidos en cada posición, amplificado en intensidad al moverse corriente arriba, desde los minoristas hasta la fabrica. En otras palabras, cuanto mas lejos se esta del consumidor final, mas altos son los pedidos, y mas calamitoso el colapso.

De hecho casi todos los jugadores que hacen el papel de fabrica sufren crisis descomunales que culminan en tasas de producción cercanas a cero pocas semanas después de haber producido 40, 60, 100 o mas gruesas semanales.

El otro patrón típico de conducta del juego se aprecia en los inventarios y acumulaciones de pedidos. El inventario del minorista comienza a descender por debajo de cero en la semana  $X=5$ . Los pedidos del mayorista continúan aumentando varias semanas y el minorista no regresa a un inventario positivo hasta la semana 12 a 15.

Análogamente el mayorista tiene pedidos acumulados desde la semana 7 hasta la semana 15 a 18, y la fabrica desde la semana 9 hasta la semanas 18 a 20. Una vez que se empiezan a acumular los inventarios, alcanzan grandes valores, mucho mayores de lo pretendido. Así que cada posición atraviesa un ciclo inventario - acumulación: primero el inventario es insuficiente, luego es excesivo.

Estos patrones típicos de exceso y colapso en los ciclos de pedidos e inventario-acumulación acontecen a pesar de la demanda estable de los consumidores. Los pedidos del consumidor experimentan un solo cambio, en la semana  $X=2$  los pedidos del consumidor se duplicaron y luego permanecieron constante por el resto del juego.

### **Redefiniendo el margen de influencia: como mejorar nuestro desempeño en el juego de la cerveza**

Para mejorar su desempeño, los jugadores deben redefinir su esfera de influencia. Nuestro éxito no depende solo de nuestros pedidos sino de los actos de todos lo demás integrantes del sistema, en este juego nuestro triunfo depende del triunfo de otros.

Hay dos claves para los jugadores.

Primero tener en cuenta la cerveza que se pidió pero que, a causa de la demora, no ha llegado aun. Esta regla se puede definir como tome dos aspirinas y espere. Si tenemos jaqueca y necesitamos tomar aspirina, no tomamos una aspirina cada 5 minutos hasta que se nos pasa el dolor de cabeza. Esperamos pacientemente hasta que la aspirina surta efecto porque sabemos que la aspirina actúa con cierta demora. Muchos jugadores siguen pidiendo cerveza todas las semanas hasta que desaparece la discrepancia de inventario.

Segundo, no ser presa del pánico. Si el proveedor no puede entregar la cerveza con la celeridad suficiente, lo peor que se puede hacer es pedir mas cerveza. Se requiere disciplina para contener la necesidad de pedir mas cuando los pedidos se acumulan y los clientes aúllan.

La mayoría de los jugadores pasan por alto esos criterios porque son evidentes solo uno comprende las interacciones que trascienden los limites de las diversas posiciones

Los problemas de aprendizaje y nuestro modo de pensar

Todos los problemas de aprendizaje operan en el juego de la cerveza.

Las conclusiones mas profundas del juego de la cerveza surgen de ver como estos problemas de aprendizaje están relacionados con modos alternativos de pensar en situaciones complejas. Para la mayoría, la experiencia general del juego es insatisfactoria porque es puramente reactiva. Sin embargo la mayoría comprende que el origen de esa actitud reactiva reside en una concentración en hechas inmediatos.

La perspectiva sistémica muestra que hay niveles múltiples de explicación en toda situación compleja. Las explicaciones facticas, le decimos que a quien, condenan a sus autores a la posición reactiva, las explicaciones facticas son las más comunes en la cultura contemporánea, y por eso prevalece la administración reactiva.

**Estructura sistémica** (generativa)

**Patrones de conducta** (reflexiva)

**Hechos** (reactiva)

Las explicaciones basadas en patrones de conducta se concentran en ver tendencias de más largo plazo y evaluar sus implicaciones. Por ejemplo en el juego de la cerveza una explicación de este tipo diría: Los sistemas de producción - distribución son inherentemente propensos a ciclos e inestabilidad, que se agravan cuanto más nos alejamos del minorista. Por ende, las crisis agudas son probables en la fábrica. Estas explicaciones restan énfasis a la reacción de corto plazo. Al menos sugieren como podemos responder a las tendencias cambiantes en un largo plazo.

El tercer nivel de explicación, el estructural, es el menos común y el más potente. Se encuentra en la respuesta a la pregunta ¿Que causa los patrones de conducta? En el juego de la cerveza, una explicación estructural debe: a) mostrar que los pedidos, los embarques y el inventario interactúan para generar patrones de inestabilidad y amplificación, b) tener en cuenta los efectos de las demoras en el cumplimiento de los pedidos, y el círculo vicioso que surge cuando las crecientes demoras conducen a nuevos pedidos.

Las explicaciones estructurales son importantes porque abordan las causas subyacentes de conducta en un nivel en el cual los patrones de conducta se pueden modificar. La estructura genera conducta, y el cambio de estructuras subyacente puede generar otros patrones de conducta. En este sentido las explicaciones estructurales son inherentemente generativas.

Como la estructura de los sistemas humanos incluye las políticas operativas de los que toman decisiones en el sistema, la redefinición de nuestras tomas de decisión redefine consecuentemente la estructura del sistema. Para la mayoría de los jugadores, la percepción más profunda se produce cuando entienden que sus problemas y sus esperanzas de mejora están inextricablemente ligadas a su manera de pensar. El aprendizaje generativo no se puede sostener en una organización donde predomina el pensamiento factico. Requiere un marco conceptual de pensamiento estructural o sistémico, la aptitud para descubrir causas estructurales de conducta. No basta con entusiasmarse por la creación de nuestro futuro.

A medida que los jugadores comprenden las estructuras que causan su conducta, ven con mayor claridad su poder de modificar esa conducta, para adoptar políticas de pedidos que funcionen dentro del sistema más amplio.

## **La quinta disciplina piedra angular de la organización inteligente**

### **Las leyes de la quinta disciplina**

1 Los problemas de hoy se derivan de las soluciones de ayer

Las soluciones que simplemente desplazan los problemas a otra parte del sistema a menudo pasan inadvertidos porque, quienes resolvieron el primer problema no son los mismos que quienes heredan el nuevo.

2 Cuanto más se presiona más presiona el sistema

Cuanto más trabajaba más trabajo hacía. El pensamiento sistémico tiene un nombre para este fenómeno: **realimentación compensadora**, hay realimentación compensadora cuando las intervenciones bien intencionadas provocan respuestas del sistema que compensan los frutos de la intervención, muchas compañías experimentan la realimentación compensadora cuando uno de sus productos empieza a perder atractivo en el mercado, abogan por un marketing más agresivo, gastan más en publicidad, y bajan el precio,

estos métodos pueden recobrar clientes temporariamente pero también cuestan dinero y la compañía debe reducir gastos para compensar.

Un ejemplo típico se da en programas masivos para construir viviendas baratas y mejorar las aptitudes laborales en zonas urbanas, muchas de estas ciudades se encuentran en peores condiciones actualmente, la razón es que la gente de bajos ingresos emigra desde otras ciudades y desde zonas rurales a las ciudades con los mejores programas de asistencia. Evidentemente las nuevas unidades de vivienda se atestaron y los programas de aptitud laboral se atiborraron de solicitantes mientras tanto la base impositiva de la ciudad continuaba erosionandose, dejando a mas personas atrapadas en zonas económicamente deprimidas.

Un ejemplo personal seria el de la madre protectora que desea que su hijo se lleve bien con sus compañeros de escuela y se entromete para resolver los problemas, con el resultado de que su hijo nunca aprende a zanjar solo las diferencias.

### 3 La conducta mejora antes de empeorar

La realimentación compensadora habitualmente implica una demora, un paréntesis entre el beneficio a corto plazo y el perjuicio a largo plazo. Por lo tanto las intervenciones de bajo apalancamiento serian menos seductoras sin muchas de ellas no dieran resultado a corto plazo. Una solución típica luce bien cuando cura los síntomas, ahora hay una mejora, o incluso el problema quizás haya desaparecido. Pueden pasar 2 y 3 años hasta que regrese el problema, o surja un problema nuevo y peor, para entonces dada la rapidez con que la mayoría de la gente cambia de trabajo, habrá otro sujeto sentado en el sillón.

### 4 El camino fácil lleva al mismo lugar

Todos nos sentimos cómodos aplicando soluciones típicas a los problemas, ateniéndonos a lo conocido.

La insistencia en soluciones conocidas mientras los problemas fundamentales persisten o se empeoran es un buen indicador de pensamiento asistémico, lo que a menudo llamamos el síndrome de aquí se necesita un martillo mas grande

### 5 La cura puede ser peor que la enfermedad

A veces la solución fácil o familiar no solo es ineficaz, sino adictiva y peligrosa. El alcoholismo puede empezar como consumo de bebida en las reuniones, una solución al problema de la baja autoestima o el estrés laboral. Gradualmente la cura se vuelve peor que la enfermedad, entre otros problemas reduce aun mas el autoestima y aumenta el estrés.

La consecuencia mas insidiosa de la aplicación de soluciones asistémicas es que esas soluciones se necesitan cada vez mas.

El fenómeno de las mejoras de corto plazo que conducen a una dependencia de largo plazo es tan común que los pensadores sistémicos le han dado un nombre: **Desplazamiento de la carga**, todos ayudan a un sistema huésped para dejarlo mas débil que antes y con mayor necesidad de ayuda.

En los negocios, delegamos la carga en consultores u otros asistentes que crean una dependencia, en vez de adiestrar a los gerentes para resolver los problemas. Un gerente que desplaza la carga de sus problemas de personal en un especialista en relaciones humanas puede descubrir que lo difícil es retomar esa responsabilidad, una vez que lo haga, aprender a manejar a la gente es un problema de tiempo y dedicación.

### 6 Lo mas rápido es lo mas lento

La tasa de crecimiento optima es muy inferior a la tasa de crecimiento mas rápida posible, cuando el crecimiento se vuelve excesivo, el sistema procura compensarlo aminorando la marcha, y quizás poniendo en jaque la supervivencia de la organización.(Aerolínea people express)

Los sistemas naturales tienen tasa de crecimiento intrínsecamente optimas.

### 7 La causa y el efecto no están próximos en el tiempo y en el espacio

En los sistemas humanos complejos la causa y el efecto no están próximos en el tiempo y en el espacio. Si hay un problema en la línea de producción, buscamos la causa en producción. Si los vendedores no logran sus objetivos creemos necesitar nuevos incentivos de venta o promociones, muchos de nuestros problemas no se encuentran en adversarios malignos sino en nosotros mismos. Tenemos que considerar que ya no somos niños, que cuando nos distraemos con nuestros juguetes los problemas que se presentaban siempre estaban cerca de las soluciones.

8 Los cambios pequeños pueden producir resultados grandes, pero las zonas de mayor apalancamiento a menudo son las menos obvias

El pensamiento sistémico enseña que los actos pequeños y bien focalizados a veces producen mejoras significativas y duraderas, si se realizan en el sitio apropiado. Los pensadores sistémicos lo denominan **Principio de la palanca**. Afrontar un problema dificultoso a menudo requiere ver donde se encuentra el punto de apalancamiento, un cambio que con mínimo esfuerzo llevaría a una mejora significativa y duradera.

El problema radica en que las zonas de alto apalancamiento no son evidentes para la mayoría de los integrantes del sistema, no están próximas en el tiempo y en el espacio.

No hay reglas sencillas para efectuar cambios de alto apalancamiento, pero hay modos de pensar que los facilitan. Un punto de partida consiste en aprender a ver estructuras subyacentes en vez de hechos, cada uno de los arquetipos sistémicos que serán discutidos adelante sugiere zonas de alto y bajo apalancamiento, otro punto de partida consiste en pensar en procesos de cambio y no en instantáneas.

9 Se pueden alcanzar dos metas aparentemente contradictorias

A veces los problemas más enredados son producto de un pensamiento por instantáneas y no por procesos, y aparecen bajo una nueva luz cuando se piensa conscientemente en el cambio a través del tiempo.

Por ejemplo, por mucho tiempo los fabricantes norteamericanos creyeron que debían escoger entre bajo costo y alta calidad. Los productos de alta calidad requieren costos de manufacturación más altos, pensaban, -. Se tardan más tiempo en ensamblarlos, exigen materiales y componentes más caros, y suponen controles de calidad más prolongados. Pero no analizaban que los modos de aumentar la calidad y bajar los costos podían ir de la mano a través del tiempo. No analizaban que ciertas mejoras básicas en los procesos laborales podían evitar la repetición de tareas, eliminar a los inspectores de calidad, reducir las quejas de la clientela, disminuir los gastos de garantía, aumentar la lealtad de la clientela y bajar costos de publicidad y promoción de ventas. No comprendían que podían alcanzar ambas metas, si estaban dispuestos a esperar un mientras se concentraban en la otra.

10 Dividir un elefante por la mitad no genera dos elefantes pequeños

Los sistemas vivos poseen integridad. Su carácter depende de la totalidad, lo mismo vale para las organizaciones, la comprensión de la mayoría de los problemas administrativos requiere ver la totalidad del sistema que genera dichos problemas. Algunos problemas se entienden solo observando como interactúan funciones tales como: manufactura, marketing, pero hay otros problemas donde las fuerzas sistémicas críticas surgen dentro de una zona funcional dada y otros en donde es preciso examinar la dinámica de una industria entera.

El principio clave del límite del sistema es que las interacciones a examinar son las más relevantes para el problema en cuestión, al margen de los límites organizacionales locales. Este principio resulta difícil de practicar porque las organizaciones están diseñadas para impedir que la gente vea interacciones importantes. Un modo obvio consiste en imponer rígidas divisiones internas que inhiban las preguntas a través de los límites. Otra consiste en dejar los problemas para que otros los resuelvan.

A veces la gente decide dividir un elefante en dos. En tal caso no obtiene dos elefantes pequeños sino un problema arrevesado donde no hay apalancamiento, porque el punto de apalancamiento se halla en interacciones que no se pueden ver examinando solo un fragmento.

11 No hay culpa

Solemos culpar a circunstancias externas por nuestros problemas. El pensamiento sistémico muestra que no hay nada externo, nosotros y la causa de nuestros problemas formamos parte de un solo sistema. La cura radica en la relación con nuestros enemigos.

## **Un cambio de enfoque**

Ver el mundo de nuevo

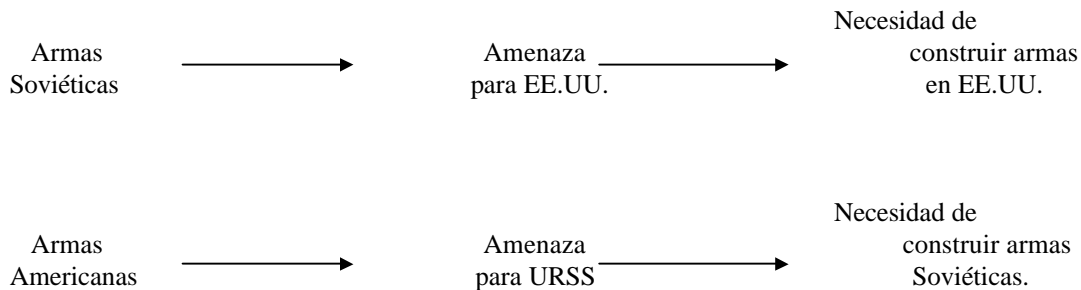
El pensamiento sistémico es una disciplina para ver totalidades. Es un marco para ver interrelaciones en vez de cosas, para ver patrones de cambio en vez de instantáneas estáticas. Es un conjunto de herramientas y técnicas específicas que se origina en dos ramificaciones: el concepto de realimentación de la cibernética y la teoría de servomecanismos procedente de la ingeniería. El pensamiento sistémico es también una sensibilidad hacia las interconexiones sutiles que confieren a los sistemas vivos su carácter singular.

El pensamiento sistémico es una disciplina para ver las estructuras que subyacen a los sistemas complejos, y para discernir cambios de alto y bajo apalancamiento.

El pensamiento sistémico es la quinta disciplina porque es la piedra angular conceptual de las cinco disciplinas de aprendizaje. Todas se relacionan con un cambio de enfoque: ver totalidades en vez de partes. En vez de ver a las personas como seres que se limitan a reaccionar con impotencia, se les ve como participantes activos en la modelación de la realidad. En vez de reaccionar ante el presente, se crea el futuro. Sin pensamiento sistémico, no hay incentivos ni medios para integrar las disciplinas de aprendizaje una vez que se introducen en la práctica. El pensamiento sistémico constituye la piedra angular del modo en que una organización inteligente piensa acerca del mundo.

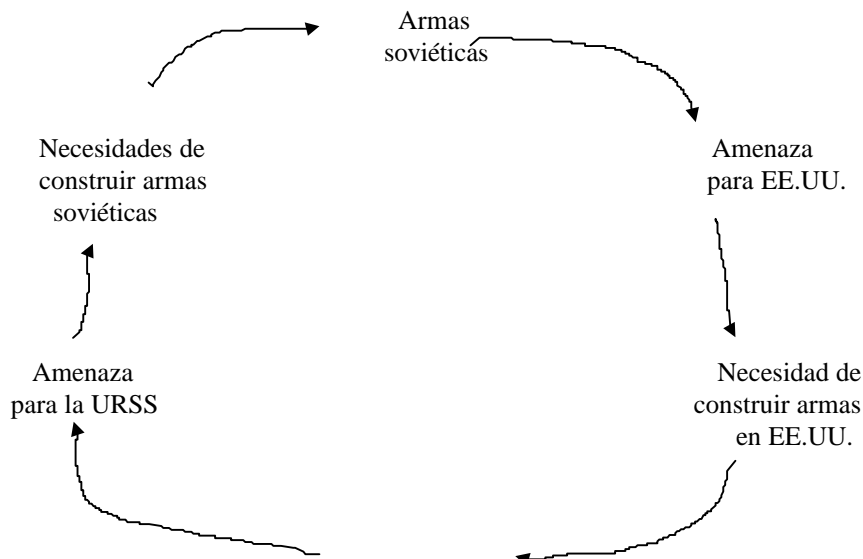
La raíz de la carrera armamentista no se encuentra en ideologías políticas rivales, ni en las armas nucleares, sino en un modo de pensar compartido por ambos bandos.

Veamos las dos perspectivas de la carrera armamentista:



Desde la perspectiva americana, los soviéticos eran los agresores, y la expansión en armas nucleares era una respuesta defensiva a la amenaza soviética. Desde la perspectiva soviética, el agresor era Estados Unidos, y la expansión soviética en armas nucleares era una respuesta defensiva a la amenaza americana.

Pero las dos líneas rectas forman un círculo. Las perspectivas individuales, lineales, asistémicas de ambas naciones interactúan para crear un sistema, un conjunto de variables que se influyen mutuamente:





## Armas Americanas

La perspectiva sistémica de la carrera armamentista muestra un ciclo perpetuo de agresión. Estados Unidos responde a una presunta amenaza para los norteamericanos construyendo más armas, lo cual aumenta la amenaza para los soviéticos, lo cual produce más armas soviéticas, lo cual aumenta la amenaza para los Estados Unidos, lo cual conduce a más armas norteamericanas, lo cual aumenta la amenaza para los soviéticos ... el ciclo es interminable. Después de sus perspectivas individuales ambos bandos alcanzan su meta a corto plazo. Ambos bandos responden a una presunta amenaza. Pero sus actos terminan por crear el resultado contrario a largo plazo: el aumento de la amenaza.

Aquí como en muchos otros sistemas hacer lo obvio no produce el resultado obvio deseado. El resultado de largo plazo de los esfuerzos de ambos bandos por ganar mayor seguridad consiste en mayor inseguridad para todos.

Complejidad en los detalles es aquella donde se presentan muchas variables.

Complejidad Dinámica, cuando la misma acción tiene efectos drásticamente distintos a corto y a largo plazo, cuando una acción tiene un conjunto de consecuencias locales y otro conjunto de consecuencias distintas en otra parte del sistema, cuando las intervenciones obvias producen consecuencias no obvias.

Para hallar un punto de apalancamiento en la mayoría de las situaciones empresariales hay que comprender la complejidad dinámica, no la complejidad en los detalles.

La esencia de la disciplina del pensamiento sistémico radica en un cambio de enfoque:

- Ver las interrelaciones en vez de las concatenaciones lineales de causa-efecto.
- Ver procesos de cambios en vez de instantáneas.

La práctica del pensamiento sistémico comienza con la comprensión de un concepto simple llamado feedback o realimentación, que muestra como los actos pueden forzarse o contrarrestarse (equilibrarse) entre sí. Se trata de aprender a reconocer tipos de estructuras recurrentes.

La carrera armamentista es un patrón genérico o arquetipo de escalada y tiene el mismo comportamiento de una guerra territorial librada por dos pandillas callejeras.

### **Círculos de Causalidad**

La realidad está constituida por círculos pero vemos líneas rectas. Aquí radica el comienzo de nuestra limitación como pensadores sistémicos.

Una de las razones de esta fragmentación de nuestro pensamiento surge del lenguaje. El lenguaje modela la percepción. Lo que vemos depende de cómo estemos preparados para verlo. Los idiomas occidentales con su estructura sujeto-verbo-objeto, favorecen una perspectiva lineal.

Si queremos ver interrelaciones sistémicas, necesitamos un lenguaje de interrelaciones, un lenguaje constituido por círculos.

Veamos el siguiente ejemplo que ilustra la diferencia de una percepción lineal con una percepción circular.

Sistema: llenar un vaso de agua

Desde el punto de vista lineal, decimos: Estoy llenando un vaso de agua.

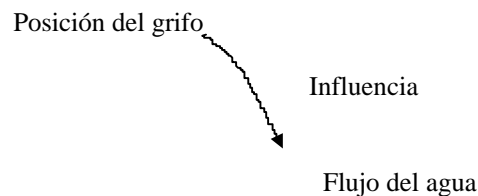
Pero en realidad, al llenar el vaso, estamos observando la elevación del nivel de agua. Monitoreamos la brecha entre el nivel y nuestro objetivo, el nivel de agua deseado. Cuando el agua se aproxima al nivel deseado, ajustamos la posición del grifo para reducir el flujo de agua, cerrándolo cuando el vaso está lleno. Cuando llenamos un vaso de agua estamos en un sistema de regulación de agua que involucra cinco variables: el nivel de agua deseado, el nivel actual de agua del vaso, la brecha entre ambos, la posición del grifo y el flujo de agua. Estas variables están organizadas en un círculo o rizo de relaciones causa-efecto que se denomina proceso de realimentación. Este proceso opera continuamente para llevar el nivel de agua a su nivel deseado:

En el pensamiento sistémico realimentación alude a todo flujo recíproco de influencia. En el pensamiento sistémico es un axioma que toda influencia es causa y efecto. Nunca hay influencias en una sola dirección.

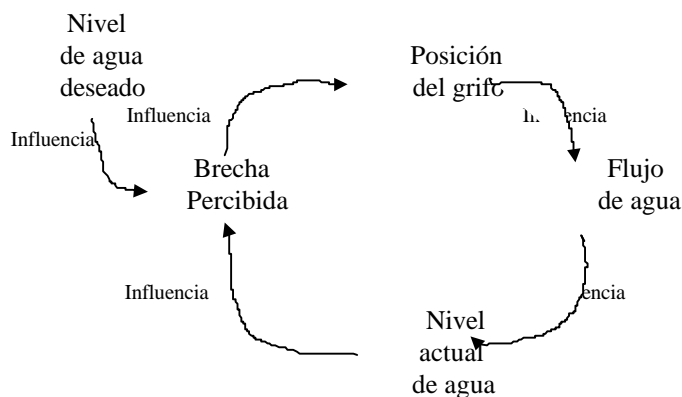
### COMO LEER UN DIAGRAMA SISTEMICO

La clave para ver la realidad sistémica consiste en ver círculos de influencia en vez de líneas. Cada círculo cuenta una historia. Al seguir los flujos de influencia, vemos patrones que se repiten una y otra vez, mejorando o empeorando las situaciones.

De cualquier elemento de una situación, podemos trazar flechas que representan la influencia sobre otro elemento:



La flecha de posición del grifo apunta hacia el flujo de agua. Todo cambio en la posición del grifo modificará el flujo de agua. Pero las flechas nunca existen aisladamente:



### (INFLUENCIAS)

Para seguir la historia, se comienza en cualquier elemento y observamos la acción, siguiendo el círculo como el tren de un ferrocarril. Un buen sitio para comenzar es la acción realizada por quien tomó la decisión:

Fijo la posición del grifo, el cual ajusta el flujo del agua, el cual cambia el nivel del agua. Al cambiar el nivel del agua, la brecha percibida cambia. Al cambiar la brecha, la posición de mi mano en el grifo cambia de nuevo. Y así sucesivamente...

Al leer un diagrama de círculo de realimentación, la habilidad principal consiste en ver la historia que cuenta el diagrama: cómo la estructura crea un patrón de conducta específico y como se puede influir sobre ese patrón. En este ejemplo la historia consiste en llenar el vaso de agua y cerrar gradualmente el grifo a medida que se llena el vaso.

En este ejemplo el enunciado más completo de causalidad es que mi propósito de llenar un vaso de agua crea un sistema que causa que el agua fluya cuando el nivel está bajo, luego cierra el flujo cuando el vaso está lleno. En otras palabras la estructura causa la conducta. Esta distinción es importante porque ver solo actos individuales y pasar por alto la estructura que subyace a los actos, como se vio en el juego de la cerveza, está en la raíz de nuestra impotencia ante las situaciones complejas.

Otra idea equivocada por la perspectiva de realimentación es el antropocentrismo: la actitud de considerarnos centro de las actividades. Desde la perspectiva sistémica, el actor humano forma parte del

proceso de realimentación, no esta separado de el. esto nos permite ver que constantemente recibimos influencia de la realidad y ejercemos influencia sobre ella.

Al dominar el pensamiento sistémico, abandonamos el supuesto de que debe haber un agente individual responsable. la perspectiva de realimentación sugiere que todos comparten la responsabilidad por los problemas generados por un sistema.

### **Refuerzo y equilibrio de la realimentación y las demoras: los ladrillos del pensamiento sistémico**

Hay dos tipos de procesos de realimentación: de refuerzo y de equilibrio. Los procesos de realimentación reforzadora (o amplificadora) son los motores del crecimiento. Cuando estamos en una situación donde las cosas crecen, esta operando la realimentación reforzadora. La realimentación reforzadora también puede generar la aceleración de la decadencia: como el deterioro de los patrimonios bancarios cuando hay pánico financiero.

La realimentación compensadora (o estabilizadora) opera cuando hay una conducta orientada hacia las metas. Si la meta consiste en no moverse, la realimentación compensadora actúa como los frenos de un coche. Si la meta consiste en moverse a 90 kilómetros por hora, la realimentación compensadora nos acelera hasta 90 kilómetros por hora no mas.

Además, muchos procesos de realimentación pueden contener demoras, interrupciones en el flujo de influencia que hacen que las consecuencias de los actos emerjan gradualmente.

### **Realimentación reforzadora: como crecen los cambios pequeños**

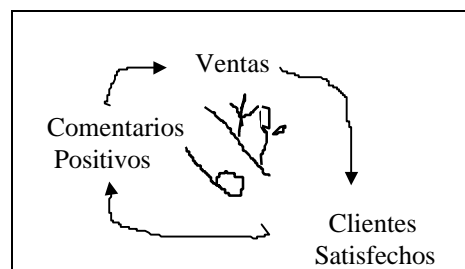
Si estamos en un sistema de reglamentación reforzadora, quizás no veamos como los actos pequeños pueden redundar en consecuencias grandes, para mejorar o para empeorar. Ver el sistema a menudo nos permite influir en su funcionamiento.

En los procesos reforzadores un cambio pequeño se alimenta de si mismo. Todo movimiento es amplificado, produciendo mas movimiento en la misma dirección. Un acto pequeño crece como una bola de nieve, repitiéndose una y otra vez.

Algunos procesos reforzadores son círculos viciosos donde las cosas empiezan mal y terminan peor, ejemplo, la crisis de la gasolina, la corrida bancaria.

También hay círculos virtuosos, ciclos que se refuerzan en direcciones deseadas, ejemplo, el ejercicio físico. el crecimiento de cualquier producto nuevo implica espirales reforzadoras, muchos productos crecen a partir de la fama propagada de boca en boca.

He aquí un diagrama de este proceso.



### **Como leer un diagrama de circulo reforzador**

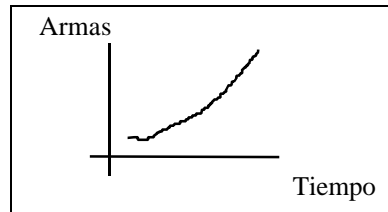
Proceso de refuerzo de ventas causado por clientes que hablan entre si acerca de un producto

Este diagrama muestra un proceso de realimentación reforzadora donde los actos forman una bola de nieve. Se puede seguir el proceso recorriendo el circulo:

Si el producto es bueno, mas ventas significan mas clientes satisfechos, lo cual significa mas comentarios positivos, y así sucesivamente. Por otra parte, si el producto es defectuoso, el circulo virtuoso se transforma

en círculo vicioso: las ventas redundan en menos clientes satisfechos, menos comentarios positivos y menos ventas, lo cual conduce a aun menos comentarios positivos y aun menos ventas.

la conducta que deriva de un rizo reforzador es crecimiento acelerado o deterioro acelerado. Ejemplo la carrera armamentista produce en crecimiento acelerado de la cantidad de armamentos:

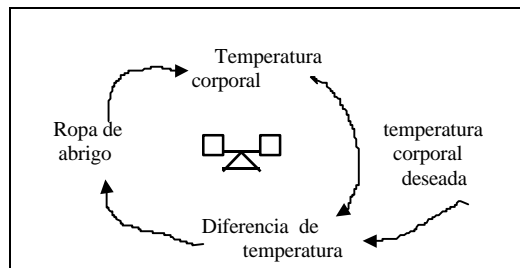


### Procesos compensadores: estabilidad y resistencia

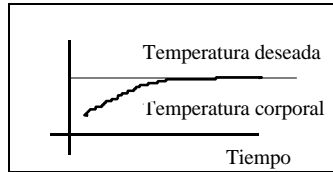
Un sistema compensador es un sistema que busca la estabilidad.

A la naturaleza le agrada el equilibrio, pero muchas veces los humanos actúan contra el equilibrio y pagan el precio. Ejemplo los gerentes que sufren presiones presupuestarias a menudo reducen el personal para bajar los costes, pero eventualmente descubren que el personal restantes trabaja mas de la cuenta y los costes no se han reducido, porque muchas tareas se han delegado en consultores o porque las horas extras consumen la diferencia. Los costes no descienden porque el sistema tiene su propio orden. Hay una meta implícita, tácita pero muy real: la cantidad de trabajo que se espera realizar.

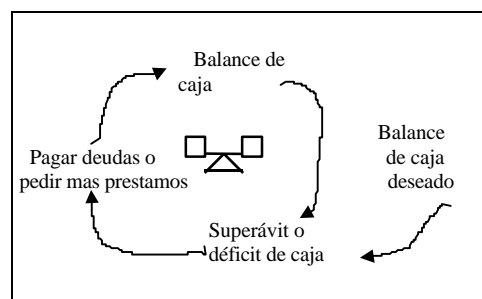
En un sistema compensador la autocorrección procura mantener una meta u objetivo. Contratar nuevos empleados es un proceso de equilibrio con la meta de tener determinada fuerza laboral o tasa de crecimiento. La realimentación compensadora nos incita a comer cuando necesitamos alimentos, y a dormir cuando necesitamos descanso o a ponernos un jersey cuando tenemos frío.



Como en todos los procesos de equilibrio, el elemento crucial, nuestra temperatura, se ajusta gradualmente buscando su nivel deseado:



Las organizaciones y las sociedades semejan organismos complejos porque también tienen miles de procesos de realimentación compensadora. En las empresas, el proceso de producción y pedido de material se ajusta constantemente en respuesta a cambios en los pedidos entrantes: los precios de corto plazo (descuentos) y de largo plazo (listas) se ajustan en respuesta a cambios en la demanda o los precios de los competidores, el pedido de préstamo se ajusta con cambios en los balances de caja o las necesidades financieras.



La planificación crea procesos compensadores de largo plazo. Un plan de recursos humanos establece objetivos de crecimiento de largo plazo en la cantidad y las aptitudes de los empleados, de acuerdo a las necesidades previstas.

### Como leer un diagrama de círculo compensador

Proceso compensador para ajustar el balance de caja al superávit o déficit de caja

Este diagrama muestra un proceso de realimentación compensadora.

Para recorrer el proceso, es más fácil comenzar en la brecha, la discrepancia entre lo deseado y lo existente: Aquí hay una escasez en el efectivo disponible para nuestras necesidades de flujo de caja.

Luego miremos los actos realizados para corregir la brecha:

Pedimos dinero prestado, lo cual aumenta nuestro balance de caja y reduce la brecha.

El gráfico muestra que un proceso compensador siempre opera para reducir una brecha entre lo deseado y lo existente. Mas aun, las metas tales como balances de caja deseados cambian a través del tiempo con el crecimiento o deterioro de los negocios. No obstante, el proceso de compensación continua operando para ajustar los balances de caja reales a las necesidades, aunque el objetivo sea móvil.

En general los rizos compensadores son más difícil de ver que los rizos reforzadores porque a menudo parece que no está pasando nada. No hay un crecimiento drástico en venta. el proceso compensador mantiene el status quo, aunque todos los participantes deseen el cambio. La necesidad de correr mucho para mantenerse en el mismo lugar es una pista de que puede existir un rizo compensador.

Cuando hay resistencia al cambio, sin duda hay uno o más procesos compensadores ocultos. La resistencia al cambio siempre surge de amenazas a normas y criterios tradicionales. En vez de presionar más para superar la resistencia al cambio, los dirigentes astutos discernen el origen de esa resistencia y atacan las normas implícitas y las relaciones de poder donde están encastradas las normas.

## Demoras: la clave es “ finalmente ”

Pausas entre nuestros actos y sus consecuencias.

Las demoras pueden conducir a grandes errores, o tener un efecto positivo si las reconocemos y trabajamos con ellas.

La minimización de las demoras es uno de los puntos de apalancamiento mas relevantes para mejorar el desempeño de un sistema. Tradicionalmente los fabricantes norteamericanos procuraban controlar estrictamente la cantidad de inventario que poseían en los depositos, mientras sus colegas japoneses se concentraban en reducir las demoras.

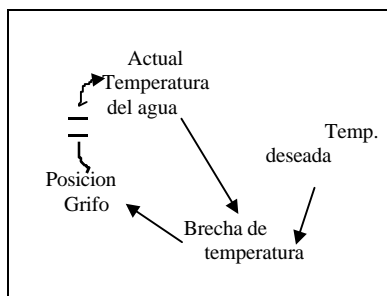
Las demoras entre los actos y sus consecuencias estan presentes en todas partes en los sistemas humanos. Invertimos ahora para cosechar un beneficio en el futuro distante, contratamos a una persona hoy pero pueden pasar meses hasta que sea plenamente productiva. Pero las demoras a menudo pasan inadvertidas y conducen a la inestabilidad.

Cuando los efectos de una variable sobre otra lleva tiempo provoca demoras, las cuales constituyen el tercer ladrillo basico del lenguaje sistémico. Casi todos los procesos de realimentacion contienen alguna forma de demora., pero con frecuencia las demoras no se identifican o no se comprenden. Esto puede derivar en excesos, en decisiones que van mas lejos de lo necesario para alcanzar un resultado deseado. La demora entre comer y sentirnos llenos puede provocar un consumo en exceso o saturacion de comida.

En el juego de la cerveza , la demora entre la presentacion y recepcion de pedidos de cerveza habitualmente deriva en un exceso de pedido. Las demoras no reconocidas tambien pueden conducir a la inestabilidad y el colapso, especialmente cuando son prolongadas.

Por ejemplo ajustar la temperatura de la ducha es mucho mas dificil cuando existe una demora de diez segundos entre los ajustes de temperatura del agua que cuando la demora es de apenas un par de segundos.

### Como leer una demora

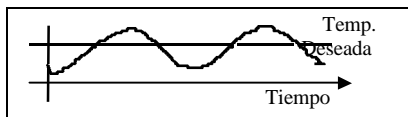


### Proceso compensador con demora: una ducha lenta

La figura muestra un diagrama de realimentación del grifo, las flecha con líneas transversales representan una demora, sabemos que la demora es tan prolongada como para tener importancia. Cuando se sigue una flecha con una demora se le añade la palabra finalmente a la historia que se narra.

Ejemplo: Se movió el grifo, el cual finalmente cambió el flujo de agua, o comencé un nuevo proyecto de construcción, y finalmente las casas terminaron.

Subimos la temperatura pero el agua permanecía fría durante diez segundos. No recibimos respuesta a nuestra acción, así que percibimos que nuestro acto no surtió efecto. Reaccionamos subiendo más el calor. Cuando al fin llega el agua caliente, un chorro de 80 grados surge del grifo. Nos apatamos de un salto y bajamos la temperatura, al cabo de otra demora, de nuevo está fría. Y así seguimos a través del proceso de compensación. Cada ciclo de ajuste compensa en parte el ciclo anterior.



tardara en llegar la temperatura atinada

demora: la accion agresiva a menudo genera lo contrario de lo que se busca. Genera inestabilidad y

Las demoras tambien son problematicas en los rizos reforzadores. En el ejemplo de la carrera armamentista, del otro bando.

importantes.

ntacion compensadora y las demoras constituyen los ladrill los arquetipos sistemicos, estructuras mas complejas que se repiten una y otra vez en nuestra vida personal y laboral.

### Configuracio

es la id de que ciertos patrones estructurales son recurrentes. Estos constituyen la sistemicos sugieren que no todos los problemas administrativos son unicos.

fraccionamiento del conocimiento. En muchos sentidos la mayor promesa del a perspectiva sistematica es la unifica en biologia, psicologia y administracion de empresas.

estructuras en juego, y ver el punto de apalancamiento de esas estructura. Una vez que identifiquemos un arquetipo sistematico, siempre sugiere zonas de alto y bajo apalancamiento para efectuar el cambio.

### Arquetipo 1: LIMITES DEL CRECIMIENTO

Definicion

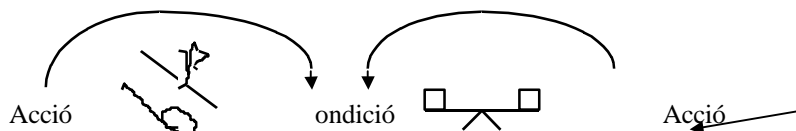
tambien genera efectos secundarios inadvertidos ( manifestados en un proceso compensador) eventualmente atentan contra el exito.

Principio administrativo

La estructura de los limites del crecimiento es utili para comprender todas las situaciones donde el las organizaciones crecen por un tiempo, pero luego dejan de crecer. Los grupos de trabajo mejoran por un tiempo pero luego dejan de mejorar.

Estructura

En los limites del crecimiento, hay un proceso reforzador de crecimiento o perfeccionamiento que opera por si mismo durante un tiempo. Luego se topa con un proceso compensador, que opera para limitar el



C n



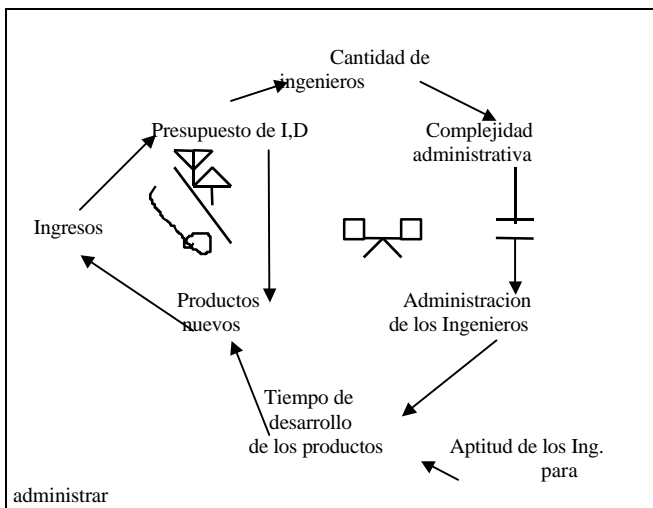
### Comprensión y uso de la estructura

Las estructuras del limite del crecimiento operan en muchos niveles de las organizaciones. Por ejemplo una organizacion de alta tecnologia crece de prisa a causa de su habilidad para introducir nuevos productos. Al crecer los nuevos productos, crecen los nuevos ingresos, crece el presupuesto de investigacion y desarrollo, y crece el presupuesto de ingenieros e investigadores. Finalmente este crecimiento personal tecnico se vuelve cada vez mas complejo y dificil de administrar. El peso de la administracion a menudo recae sobre ingenieros jefes que entonces disponen tiempo para dedicarse a la ingenieria. Como los ingenieros mas experimentados se dedican a la administracion, los periodos de desarrollo de productos se alargan, lo cual reduce la introduccion de productos nuevos.

Para leer un diagrama de limites de crecimiento, comencemos por el circulo reforzador del crecimiento. Ese circulo brinda la estructura con su impetu inicial.

Recordemos que el crecimiento de productos nuevos puede generar ingresos, que a la vez se pueden reinvertir para generar mas productos nuevos. Sin embargo en algun punto las fuerzas se desplazan.

En este caso, por ejemplo, el crecimiento del presupuesto de investigación y desarrollo conduce finalmente a una complejidad que supera la capacidad de los ingenieros mas antiguos para administrar sin robar un tiempo precioso al desarrollo de productos. Al cabo de una demora (cuya longitud depende de la tasa de crecimiento, la complejidad de los productos y las aptitudes administrativas de los ingenieros), la introduccion de nuevos productos se vuelve mas lenta, aminorando el crecimiento en general. Graficamente tenemos lo siguiente.



### Patron de conducta

En cada una de estas estructuras, el limite se vuelve cada vez mas poderoso. Despues del auge inicial el crecimiento misteriosamente se detiene. La compañía tecnologica quizas nunca recobre su capacidad para desarrollar productos nuevos e innovadores o para generar crecimiento rapido.



Finalmente, el crecimiento puede decrecer tanto que la espiral reforzadora se invierte y funciona en sentido contrario.

Las estructuras del límite del crecimiento a menudo frustran cambios organizacionales que al principio ganan terreno y luego pierden ímpetu.

Como aplicar la palanca

La mayoría de la gente reacciona ante las situaciones de límites de crecimiento presionando más: si no podemos romper con un mal hábito, vigilamos nuestra conducta con mayor intensidad, si nuestra relación tiene problemas, pasamos más tiempo juntos o nos esforzamos para que la relación funcione, si el personal está descontento, promovemos a los jóvenes para satisfacerlos. Si el flujo de nuevos productos pierde impulso, creamos más proyectos de productos nuevos para compensar los problemas que sufren los que están atascados, o defendemos con mayor energía los círculos de calidad.

Es una respuesta con sentido. En las primeras etapas, cuando vemos mejoras, deseamos hacer más de lo mismo. A fin de cuentas, da resultados. Cuando la tasa de mejoras decrece, intentamos una compensación mediante esfuerzos. Lamentablemente, cuando más movemos las palancas tradicionales, más resistencia opone el proceso compensador, y más fútiles se vuelven nuestros esfuerzos. A veces la gente abandona su meta original.

Pero hay otro modo de encarar estas situaciones. En todas ellas, el punto de apalancamiento se encuentra en el rizo compensador, no en el rizo reforzador. Para cambiar la conducta del sistema, hay que identificar y modificar el factor limitativo.