

Capítulo 1

Sistemas Complejos

¿Por qué me tenía que tocar justo a mí?

No, no es este el caso, ya sé.

Nosotros jamás decimos esa frase, pero frecuentemente se la escucha.

Pensemos, ¿qué puede estar pasando?

Una respuesta puede estar relacionada con la palabra maldita: Cambio

Cuando nos acostumbramos a algo, cambia. Y cada vez más rápido.

Cuando encontramos soluciones, siempre hay algo que nos impide llegar a disfrutar de la nueva situación.

El gran desafío es pasar de una comprensión superficial de la realidad a la definición de políticas que nos permita mejorar los sistemas en los que estamos inmersos.

Esto no es simple, porque los sistemas complejos tienen un comportamiento que muchas veces parece contrario al sentido común o, en la jerga de sistemas, tiene un comportamiento *contra-intuitivo*. El nombre de *contraintuitivo* lo usó en un artículo Jay Forrester (el creador de la Dinámica de Sistemas), donde habla del [Comportamiento contraintuitivo de los sistemas sociales](#), que sugiero lean.

Un ejemplo simple de comportamiento *contraintuitivo*, se ve en la relación presa-cazador (depredado-depredador), donde si con el objeto de proteger al más débil, matamos a su enemigo natural (el lobo), finalmente esta falta de control, impuesta por su depredador natural, puede ser dañino para el ciervo, ya que permite que animales enfermos continúen en la manada, con mayor posibilidades de contagio para los animales sanos. Los invito a pensar en otros ejemplos y en particular a entender el ejemplo de construcciones para familias de bajos recursos, que Forrester trata en el artículo.

Una ayuda: Un agricultor que trata de eliminar a una peste, un antibiótico que cada vez tiene menos efecto, una alegría momentánea por una situación cambiaria, que después debemos de lamentar por muchos años.

Sistemas, sistemas y más sistemas, pero, ¿qué es un sistema?

Draper Kauffman, da una definición muy interesante de sistema:

un sistema es una colección de partes que interactúan con cada una de las otras para funcionar como un todo

Sistemas 1 es uno de los primeros libros que leí de Pensamiento Sistémico, y ofrecí a su autor la traducción. Después de haberme alentado a realizarla y una vez terminada, nunca contestó mis e-mail, impidiéndome compartir con ustedes tan buen libro.

Pero para ir a las fuentes, el creador de la Teoría general de los Sistemas, Ludwig von Bertalanffy¹, dice que un sistema es un:

¹ Ludwig von Bertalanffy

Teoría General de los Sistemas. Página 38

Fondo de Cultura Económica. Primera edición en Inglés 1968

Primera Edición en español 1976. Duodécima reimpresión 2000

Conjunto de elementos en interacción

Pocas palabras, pero suficientes.

Además de la definición Sistemas , me pareció útil compartir algunas de las metas principales de la Teoría General de los Sistemas, de acuerdo a von Bertalanffy:

- (1) *Hay una tendencia general hacia la integración en las varias ciencias, naturales y sociales.*
- (2) *Tal integración parece girar en torno a una Teoría General de los Sistemas*
- (3) *Tal teoría pudiera ser un recurso importante para buscar una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia*
- (4) *Al elaborar principios unificadores que corren “verticalmente” por el universo de las ciencias, esta teoría nos acerca a la meta de la unidad de la ciencia*
- (5) *Esto puede conducir a una integración, que hace mucha falta, en la instrucción científica*

Bueno, ahora ya sabemos cual es la definición de sistema.

Interacción. Elementos que interactúan.

Cuando pensamos en soluciones a los problemas, muchas veces estas interacciones se nos pasan de largo.

Hay situaciones donde la solución al problema parece “obvia”, pero algunas veces no funciona y otras, produce daño debido a la forma que el sistema trata de eliminar la interferencia. Aquí la interferencia es nuestra buena voluntad para tratar el problema. ¡Qué feo que suena que nuestra solución pueda ser una interferencia.

Bueno, una vez pasado el mal trago de ser considerados una interferencia, debemos encontrar una forma distinta de encarar los problemas.

Antes de pensar en como solucionar los problemas, en este capítulo nos concentraremos en analizar una de las características de los problemas complejos.

Resistencia a las políticas

Es muy probable que al observar el mundo que nos rodea, encontraremos una situación donde los problemas que tenemos fueron creados por las soluciones que alguien dio a un problema anterior.

Una de las frustraciones más grandes se presenta cuando, actuando de acuerdo con nuestro mejor entender y con las mejores intenciones, nos pasa que los resultados que nosotros pensamos que van a suceder, no suceden

Los sistemas sociales son en general muy complejos y difíciles de entender. Sin embargo, si hay que diseñar un avión, se pasan horas realizando pruebas de laboratorio, mientras que si lo que tenemos que hacer es tratar con un sistema social, directamente probamos en el campo.

Una de las limitaciones más importantes es nuestro modelo mental respecto a la validez de los modelos de sistemas sociales.

¡Son seres humanos, no es fácil realizar suposiciones respecto a los actores y sus interacciones!

En general, lo que encontramos es que los modelos que se hacen en base a las suposiciones (aun simples) son bastante buenos.

Donde encontramos problemas es que las respuestas que intuitivamente esperamos de ellos, son muy distintas. En general los seres humanos somos buenos para prever las respuestas que estén cerca (ya sea en el tiempo o en el espacio), pero no aquellas que se encuentran a la distancia.

También se lo puede decir como Murphy:

Si algo puede salir mal, saldrá mal.

La dinámica de sistemas nos permite poner los supuestos sobre la mesa, en un lenguaje común a los interlocutores, aclarando mucho, pero mucho el problema que estamos tratando.

Nos permite descubrir cuales son los puntos que tienen mayor punto de apalancamiento (menor esfuerzo, resultados máximos) y además entender porque ciertas acciones que a primera vista parecerían que van a ser muy efectivas, a la larga no lo son por encontrarse con resistencias.

Para hablar de las resistencias, vamos a utilizar un ejemplo que por todos es conocido.

Después de una cursada de mucho trabajo, llegamos al momento de firmar la boleta.

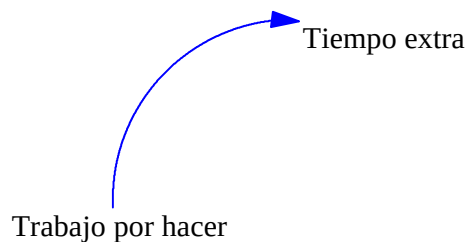
Si había que hacer trabajos prácticos, tenemos hechos la mitad.

Si hay que rendir un parcial, conocemos poco como para salir airoso.

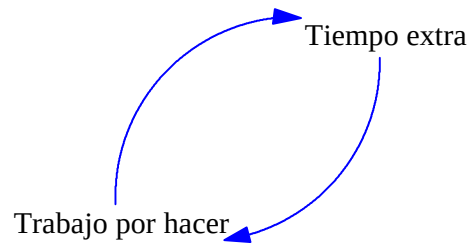
Dejamos todo para último momento. No es nuestro caso, pero me contaron que esto también pasa.

Sin embargo, la boleta tenemos que sacarla.

Vale la pena realizar un esfuerzo final. Si tenemos que hacer más trabajo, tenemos que dedicar más tiempo extra a la tarea:

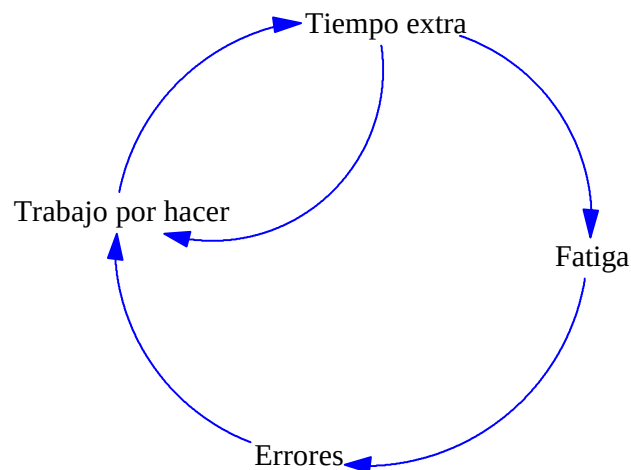


De esa forma, dedicándole más tiempo, podemos hacer mas trabajos y la cantidad de tarea faltante va disminuyendo, cerrando el lazo, como se ve en la figura siguiente:



¿Es así como suceden las cosas?
Casi

En general cuando realizamos un esfuerzo (en general, no en nuestro caso), las cosas no salen tan bien como deberían. El diablo mete la cola y aparecen otras fuerzas en juego que no permiten que todo sea tan simple:



A más trabajo extra, más fatiga y cuando estamos fatigados cometemos un mayor número de errores.

¡UY!

A mayor número de errores, más cantidad de trabajo y aquello que a primera vista parecía la solución. Ahora es parte del problema.

Más trabajo, más tiempo extra, más fatiga, más errores, más trabajo, más y más y más.

Bueno pero este no era nuestro caso. Así que no desesperemos. Utilicemos este caso para entender lo que significa una resistencia a una política.

Pero, seguramente si nos ponemos a pensar, existen otros casos en que la solución se convierte en parte del problema y resulta en un problema mayor.

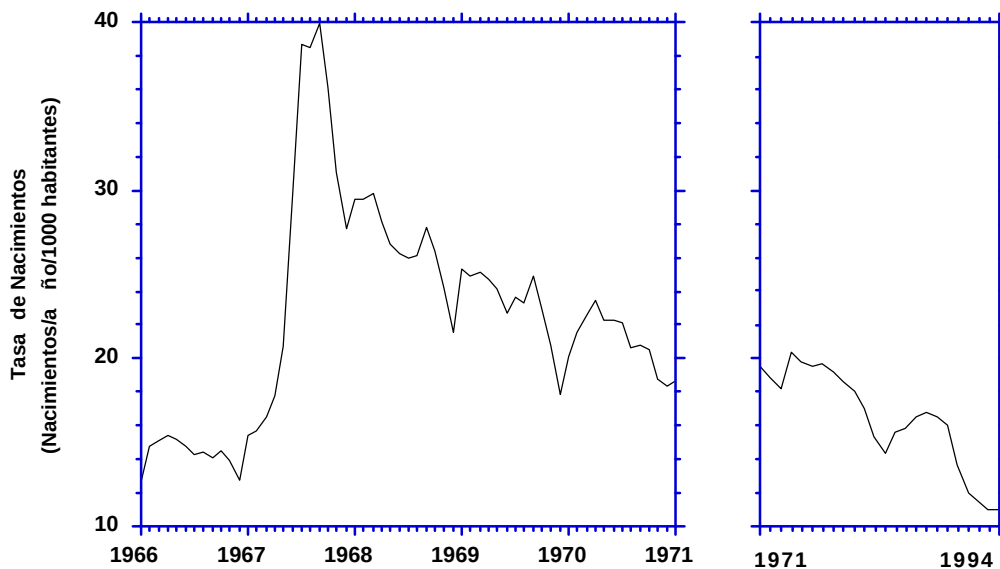
El ejemplo que presenta Sterman en su libro es por demás elocuente
Para sobrevivir 24 años al frente del partido comunista -21 de ellos como presidente de Rumania- Nicolás Ceaucescu impuso un régimen de terror.

A fines de los 60, NC encontró que la tasa de nacimientos cruda (el número de nacimientos por cada 1000 habitantes) era muy baja, aproximadamente 15 por mil.

Esta condición fue vista como un problema por el régimen, diseñando políticas para mejorar esta tasa.

Entre estas políticas se prohibió la importación de material anticonceptivo, los abortos y además se realizaron campañas para estimular las familias numerosas. Inmediatamente estas políticas dieron resultados: a mediados de 1967, la tasa aumentó hasta 40 por mil.

Sin embargo puede verse que para finales de los 70, la tasa había disminuido hasta casi el mismo valor de arranque (20 por mil).



Resistencia a las políticas. Tasa de nacimientos de Rumania

Fuente: 1996-1971: David and Wright (1971); 1971-1994, Romanian Statistical Yearbook 1995, pp. 100-101.
Citado por John Sterman en Business Dynamics

¿Qué pasó?

No previeron cuales eran los efectos (¿secundarios?) de este tipo de políticas.
Pero el sistema si los vio.

El sistema se resistió: Aumento de los abortos ilegales (con mayor número de casos fatales), aumento de la mortalidad neonatal, contrabando de píldoras anticonceptivas y otros métodos mecánicos, todo esto contribuyó a que el índice no se mantuviera alto.

Pero eso no es todo. Nacían más chicos, pero ¿las familias podían mantenerlos?
¿las casas estaban preparadas para familias más numerosas?

Finalmente, puede verse en el gráfico que las tasas de 1994 son marcadamente inferiores a las que comenzaron en 1967: El remedio fue peor que la enfermedad.

Sterman da muchos más datos respecto a este ejemplo de resistencia del sistema a una política, pero lo que nos interesa es entender como nos está pasando hoy, aquí, a nosotros un problema de resistencia a alguna política, con la misma estructura que este.

Propongo pensar un momento en este caso e insisto en ver si alrededor nuestro no se nos están planteando resistencias a alguna política que estamos queriendo implementar.

Otra ayudita:

- Pesticidas => pestes más fuertes
- Baja nicotina => más consumo
- Mejores autos (más seguridad) => más velocidad (menos seguridad)
- Más rutas (menos congestiones) => más congestionamientos en las ciudades

Hechos, comportamiento y estructuras

Uno de los objetivos de este curso es que tomemos mejores decisiones en el futuro.

¿Cómo puede la Dinámica de Sistemas ayudarnos para tomar mejores decisiones?

Una de las cosas que nos enseña el pensamiento sistémico es la existencia de jerarquías. En este momento estoy interesado en hablar de las jerarquías de poder.

Aquellos que me escucharon entenderán rápidamente a que me refiero cuando digo las palabras jerarquía y poder.

Aquellos que no, les pido que se detengan a sentir que les produce cada una de estas palabras por separado y que les producen las dos juntas.

Una vez que hayamos *sentido* que nos produce o recordado que nos produjeron cuando las escucharon en el curso, les recuerdo que me refiero a poder en el sentido de la capacidad para hacer alguna cosa y a jerarquía en el sentido de las distintas capacidades que se pueden tener, según sean las circunstancias y nuestra capacidad para percibirlas.

Aclaremos esto con algunos ejemplos de hechos: Mi señora cumple años, nació un nuevo ternero, puede ser que mi precio está muy alto respecto al de mi competidor, o que nos falte el aire cuando corremos el micro.

Hechos, eventos, pasó algo.

Las cosas pasan. No hay nada inherentemente malo ni bueno en los eventos. En realidad nos resultaran buenos o malos de acuerdo a como los percibamos.

Un cuento chino que me contaron (no puedo citar fuente, porque no la recuerdo) habla de un campesino que tenía como toda riqueza un caballo, que utilizaba para arar la tierra y trasladarse.

Cierta día dejó por descuido abierta la puerta del corral y el animal se escapó.

Los vecinos al enterarse fueron a verle apenados, solidarizándose por la pérdida de su único caballo. El campesino simplemente dijo: "Puede que sea mala suerte, puede que no. ¿Quién sabe?"

A los pocos días, el animal volvió acompañado de dos caballos.

Todos los vecinos quisieron felicitarlo, por lo que ellos consideraban una gran fortuna. El campesino simplemente dijo: "Puede que sea buena suerte, puede que no. ¿Quién sabe?" Al intentar domar los caballos, el hijo del campesino se quebró una pierna. Tuvieron que inmovilizársela y debió quedarse en cama por unos meses. Los vecinos ofrecieron su consuelo al padre, por la mala fortuna. El campesino simplemente dijo: "Puede que sea mala suerte, puede que no. ¿Quién sabe?" Al poco tiempo, como se había desatado una guerra en las fronteras de la China, pasaron por el pueblo reclutando a todos los jóvenes para el ejército. El hijo del campesino fue rechazado porque tenía la pierna fracturada. Cuando los vecinos le dijeron lo afortunado que era porque su hijo no había sido alistado, el campesino simplemente dijo: "Puede que sea buena suerte, puede que no. ¿Quién sabe?"

En realidad los hechos son la forma como percibimos el mundo que nos rodea. Justamente porque los hechos sobresalen, tienden a estar en todas las discusiones que tenemos.

Los filósofos se preocupan mucho en este tipo de definiciones y son ejercicios muy estimulantes, pero para nosotros en esta etapa, nos alcanza con ocuparnos de qué podemos hacer con estos hechos.

Analicemos el caso que mencioné que tengamos que correr el micro², en una ciudad o pueblo a la que nos mudamos hace poco.

Llegamos a media cuadra de la parada y vemos que el micro está llegando.

Un hecho, rápido, tenemos que tomar una decisión.

Podemos tomar dos acciones:

- 1) Salir corriendo para intentar llegar antes que el micro deje la parada
- 2) Quedarnos tranquilos, seguir caminando lo más campantes, y esperar, mientras disfrutamos de la vida la llegada del próximo ómnibus.

Es decir que las opciones son muy pocas, de acuerdo a nuestra personalidad o estado atlético, diría que no hay más que una.

Pareciera que lo más que podemos hacer con este tipo de situaciones es pensar en el próximo evento: sabiendo que el ómnibus espera poco tiempo en la parada, podemos ser precavidos y quedarnos en la parada hasta que llegue el próximo. Otra alternativa es que nos vayamos a disfrutar de una vuelta a la manzana, mientras suponemos que el próximo ómnibus tarde en llegar.

Es decir, que a lo sumo, podemos prever que pasará con el próximo evento.

Se va entendiendo a que me refiero con poder. Poco poder: pocas alternativas. Poco nos queda por hacer si nos concentramos en los hechos:

- Podemos lamentarnos por habernos quedado tomando mate demasiado tiempo,
- Pensar en que va a pasar la próxima vez y ojo que mientras estemos pensando, no se nos vaya el próximo micro.
- Lamentarnos por llegar siempre tarde a todos lados
- Confirmar nuevamente la razón que tienen las leyes de Murphy.

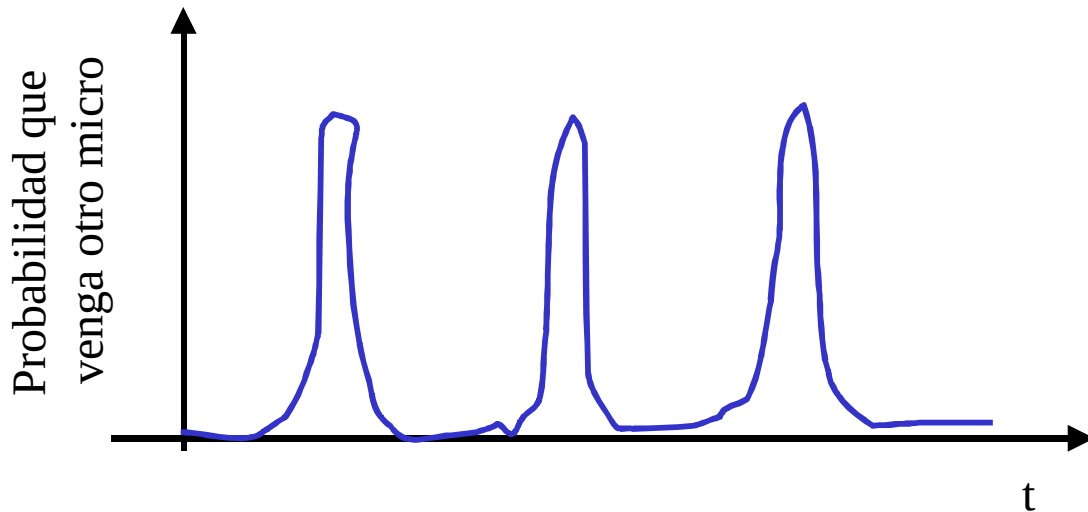
² Micro, ómnibus, bondi, transporte colectivo de pasajeros. Como ven, tengo intenciones que me comprendan en un radio un poco mayor que La Plata.

Bueno, decidimos tomar la actitud filosófica (o la fiaca) y vamos caminando lentamente hacia la parada, sin hacernos demasiados cuestionamientos.

En la parada nos ponemos a conversar con una persona que tiene pinta de conocer un poco del funcionamiento de la línea.

Le preguntamos si sabe con qué frecuencia vienen los micros que van a nuestro destino y nos informa que normalmente pasa uno por hora.

Tendremos que esperar una hora hasta que llegue el próximo micro. Como ayuda, les muestro el dibujo de qué significa que pasa un micro por hora:



La distancia entre crestas es de aproximadamente una hora.

Sabiendo cómo se comporta la línea de micros, ya es más fácil tomar una decisión. Los patrones de comportamiento me dan más información que los hechos. Me dan más poder que los hechos y con eso me dan más libertad.

Ya no hay que ser demasiado precavido. Podemos ir a dar una vuelta a la plaza. La que vi cuando iba para la parada de micros.

Cuando no habíamos caminado dos cuadras hacia la plaza, pasa un micro con los colores del que nos tenía que llevar a destino.

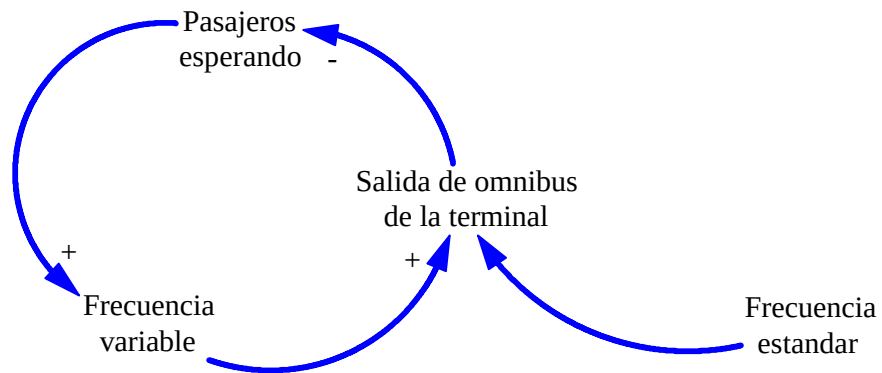
¿Y la hora entre micro y micro que me había dicho el señor?. Solo habían pasado cinco, a lo sumo diez minutos.

Ahora la filosófica no valía más. Corriendo hacia la parada y de vuelta se nos escapa el micro por poco.

Me pongo a hablar nuevamente con una persona en la parada (el señor anterior se había ido), pero esta vez la persona tiene en la vestimenta una identificación de pertenecer a la línea de micros que tenemos que tomar, así que debe estar mejor informado.

Este señor me dice que el otro señor tenía razón, que normalmente los micros pasan cada hora, pero que en este caso como había una demanda muy grande en la terminal, habían decidido mandar micros más seguidos.

Es decir que hay una frecuencia normal que se combina con la demanda particular de los usuarios, agregando unidades según necesidades puntuales. Empezamos a conocer un poco como piensan los que fijan la frecuencia de salida de las unidades.

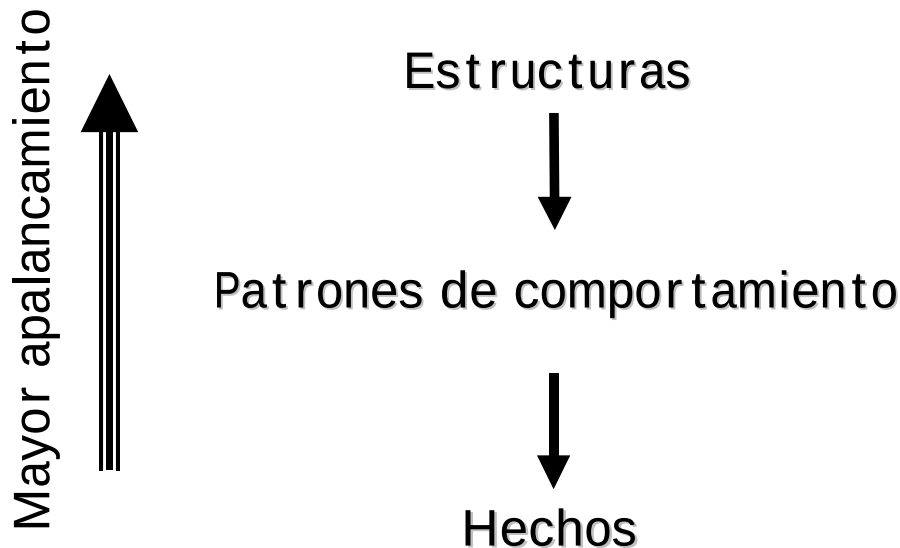


(existe una versión mejor de este diagrama causal, que estará disponible a la brevedad. Más rápido, cuanto más lo reclamen: el que no llora no mama)

Esto que nos dice el señor no solo es mayor información, es mejor información. Ya no solo nos habla del comportamiento sino que damos un paso más, y podemos comprender la estructura. Ascendemos en la jerarquía de poder.

La estructura de estos lazos la vamos a ir comprendiendo a medida que vayamos aprendiendo como se dibujan e interpretan, pero por ahora digamos que se llaman “Diagramas causales de lazo”.

Jerarquía de poder



En el gráfico anterior leemos que a mayor apalancamiento, mayor efectividad de nuestras acciones (este gráfico lo obtuve de las clases del MIT de Jim Hines, aunque lo usa Sterman en su libro, Senge en la Quinta Disciplina y Forrester en algunos artículos. Así que a prestarle mucha atención porque es de lo más sustanciosos que van a recibir en este apunte).

Si uno de los bienes fundamentales de los seres humanos es la libertad (bueno, no nos pongamos filosóficos, a mí me importa mucho mi libertad), tener una mejor noción de cuales son las estructuras que producen determinados comportamientos, cuyos hechos nos limitan puede ser una herramienta para mejorar nuestra capacidad de elección. A mayor capacidad para elegir, mayor libertad . ¡Bingo!

La Dinámica de Sistemas es una herramienta muy útil para comprender las estructuras, que son las responsables finales de lo que sufrimos o disfrutamos.

Pese a que se puede vivir sin prestar atención a las estructuras, ni aun a los comportamientos, quiero compartir como cuanto menor jerarquía de la información, menor libertad.

Las próximas partes de este apunte estarán destinadas a dar herramientas para mejorar la percepción del mundo que nos rodea.

Con el objeto de, como decía al comienzo del capítulo, tomar mejores decisiones.

Patrones de comportamiento

Ya compartimos el distinto poder que tienen los diferentes niveles de análisis.

En esta parte analizaremos el segundo nivel, buscando algunos patrones de comportamientos fundamentales, que nos permitan darnos cuenta que estamos delante de ellos y que tengamos algo más de poder que analizando solo los hechos.

Los patrones fundamentales de comportamiento son cuatro y en la realidad nos encontraremos con combinaciones de ellos.

A continuación analizaremos cada uno individualmente:

Crecimiento exponencial

Analicemos que sucede con una cuenta de ahorro. ¿Se acuerdan que era eso?

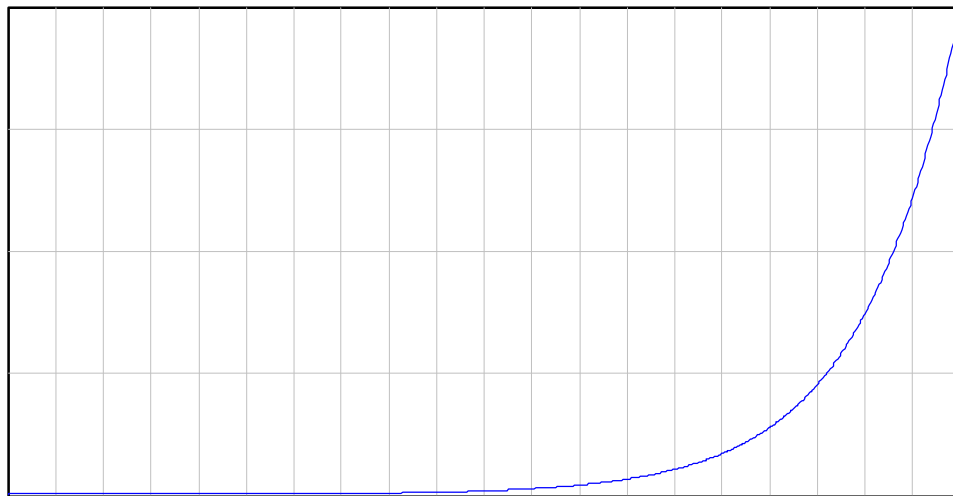
Si depositamos una cierta cantidad de dinero en una cuenta de ahorro, al cabo de un tiempo obtendremos una cierta cantidad de dinero extra en concepto de intereses.

Si estos intereses ganados los volvemos a depositar, el dinero en la cuenta de ahorro se irá incrementando indefinidamente.

Este mismo tipo de comportamiento lo encontramos en otros sistemas, como por ejemplo con el poder (ahora sí hablo de poder en el sentido que te habías imaginado hoy).

A medida que alguien va adquiriendo poder, aquellos que se quieren beneficiar del poder del poderoso, lo obedecen, lo adulan, lo hacen más poderoso. Si se da el caso extremo que el poderoso combate contra aquellos que lo resisten, esto a su vez cierra la idea, ya que a más poder más posibilidad de eliminar la competencia. El poder sigue el mismo patrón de comportamiento que la cuenta de ahorro.

En la figura siguiente se muestra el patrón de comportamiento, común a los dos ejemplos mencionados:



El crecimiento exponencial es uno de los patrones de comportamiento, donde a medida que pasa el tiempo la variable analizada crece y crece sin ninguna limitación.

¿En qué otros ejemplos encontramos un crecimiento exponencial?

Búsqueda de objetivo

Otro tipo de patrón de comportamiento lo encontramos analizando la temperatura de una taza de café, ¿qué sucede?

La temperatura del café irá cayendo rápidamente al principio y luego se irá acercando a la temperatura final asintóticamente (esto quiere decir que intentará llegar al valor final pero en realidad no llega nunca o por lo menos, que a los fines prácticos, le lleva mucho tiempo llegar).

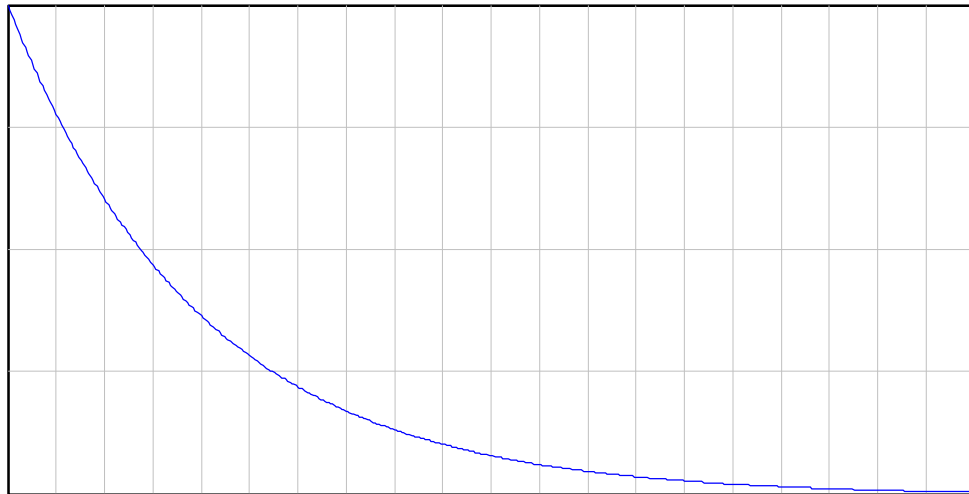
La temperatura del café ira cayendo, desde la temperatura original hasta que llegue a ... ¿Hasta donde caerá?

Bajará hasta llegar a la temperatura de la habitación

Podemos decir que la temperatura de la taza ira buscando la temperatura de la habitación

Este segundo patrón de comportamiento se llama búsqueda de objetivo (en este caso el objetivo es la temperatura de la habitación y probablemente sea un objetivo no deseado).

El gráfico que representa esta forma de comportamiento se muestra en la figura siguiente:



Un ejemplo muy interesante de búsqueda de objetivo es en la temperatura de una habitación, controlada por un sistema de calefacción automático.

Un sistema de calefacción automático tiene un sensor que permite medir la temperatura de la habitación y un controlador de temperatura, donde nosotros fijamos cual es el valor deseado de temperatura en la habitación.

Supongamos que ignoramos la existencia de este sistema.

Llegamos a la habitación y la temperatura esta demasiado alta.

Por suerte en la habitación hay varias ventanas, así que podemos abrir alguna.

La temperatura baja durante un instante, pero después de un rato, la temperatura vuelve a la alta temperatura, que para nosotros era insoportable.

Dije que había mas de una ventana, así que tenemos la posibilidad de abrir otra ventana. Y así siguiendo hasta que todas las ventanas de la habitación estén abiertas y la temperatura en el mismo valor de temperatura insoportable .

Como podrán recordar este no es mas que un ejemplo de resistencia a las políticas.

Lo que hay que hacer en este caso es trabajar sobre el lazo balanceador, es decir, sobre el sistema de control de temperatura.

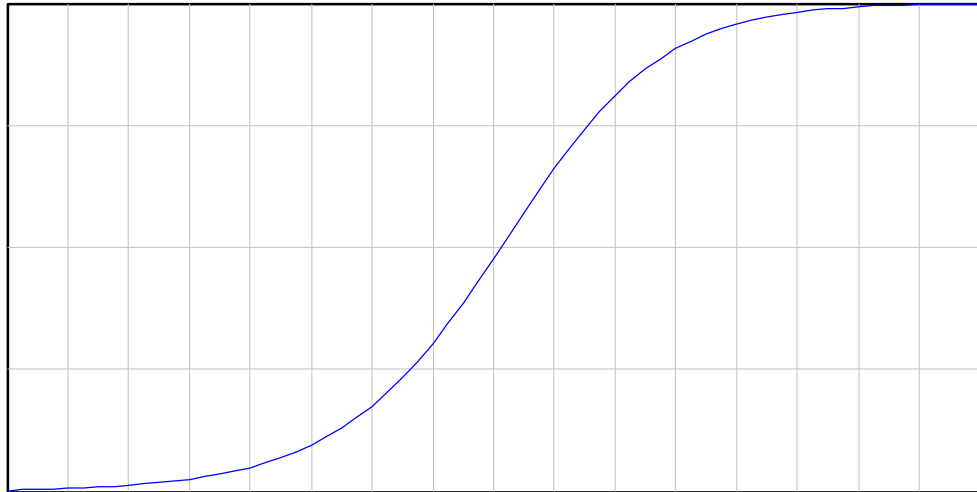
En este caso el gráfico sería un poco distinto al anterior, Se animan a intentar un dibujo de este sistema. Piensen en el sistema de control de temperatura sin que haya nadie que abra las ventanas y luego que va pasando cuando se abren las ventanas. ¿Y que pasará con la cantidad de calor que debe entregar el equipo de calefacción?

Ya me imagino a mis colegas ingenieros calculando si esto es realmente posible, ya que seguramente el sistema de calefacción tiene una determinada capacidad de calentamiento y no podría levantar la temperatura de una habitación con todas las ventanas abiertas. Bueno en este caso las ventanas son chicas. Además, permítaseme esta licencia, con el objetivo de hacer más evidente la importancia de comprender las estructuras.

Crecimiento en forma de S

Un comportamiento que vamos a ver una y otra vez en los sistemas sociales es el de forma de S.

Podría pensarse en un crecimiento exponencial al principio, combinado con una búsqueda de objetivo en la segunda etapa.



Este comportamiento se encuentra cuando una variable que inicialmente no encuentra limitaciones, encuentra un límite por la acción de ella misma o de otra variable.

¿No se entiende?

Un ejemplo clásico sucedió con un par de conejos que les regalé a mis hijos.

En un primer momento se reproducen mucho (como conejos)

Que hermosos que son los conejos chiquitos

Pero los conejos chiquitos se vuelven grandes y no tienen demasiados prejuicios.

Mas conejos producen mas conejos. Y así sucesivamente.

Las felicitaciones de mi esposa por la idea, resuenan todavía en mis oídos

Sin embargo con el tiempo encuentran un límite al crecimiento.

Ya sea por la comida o bien por el lugar físico, disminuye la tasa de reproducción.

Gracias a Dios los conejos pararon de reproducirse.

Solamente tenia 100 conejos

Bueno esto que por suerte no pasó, es un ejemplo típico de crecimiento en forma de S.

Oscilatorio

Finalmente el cuarto patrón de comportamiento fundamental es la oscilación.

Este tipo de respuesta se encuentra cuando entramos en la misma habitación que en caso de la búsqueda de objetivos.

En este caso, conocemos que existe un sistema automático, pero somos un poco ansiosos.

Al llegar nos parece que la temperatura está demasiado alta, entonces ponemos el valor deseado en un valor menor.

Sin que haya pasado el tiempo necesario para que el sistema responda, como la temperatura sigue alta, vamos y bajamos aun un poco más el valor deseado.

En un extremo de ansiedad que no nos caracteriza, cuando pasan algunos minutos y la temperatura sigue alta, vamos a poner el valor deseado aun en un punto menor.

Ahora el sistema esta respondiendo.

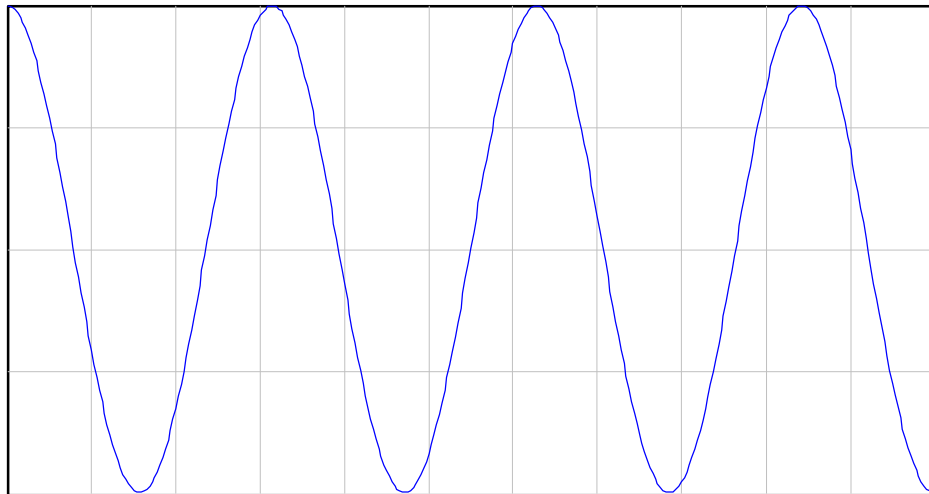
La temperatura baja hasta el valor que nosotros hubiéramos querido y un poco mas, Bueno en realidad mucho más, ya que el último valor que le pusimos al controlador era mucho mas bajo que el optimo.

Ahora el problema sucede pero en el sentido contrario. Nos paramos (imagínense el humor) para subir el valor deseado de temperatura.

Al rato, nuevamente lo subimos

Y al rato otro poco mas

Si no vamos aprendiendo en los sucesivos cambios de valor deseado que hay que esperar un poco para que la temperatura se estabilice en el nuevo valor deseado, el gráfico que obtendremos será similar al siguiente:



Claro acá nuevamente conocer el sistema nos ahorraría problemas.

Saber que el tiempo que tarda en estabilizarse es de varios minutos, nos diría que esperemos por lo menos ese tiempo antes de cambiar nuevamente el valor deseado.

Sin embargo oscilaciones se presentarán cuando dos compañeros desean valores de temperatura algo distintas y acá no solo tendremos que conocer el sistema automático sino que será conveniente conocer un poco de psicología para no enojarnos con quien quiere poner la temperatura de la habitación distinta que nosotros.