



ACADEMIA DE LAS CIENCIAS  
Y LAS ARTES MILITARES

Comunicaciones académicas

## Pensamiento sistémico

*Alberto Sols Rodríguez-Candela*

Academia de las Ciencias y las Artes Militares  
Sección de Prospectiva de la Tecnología Militar

31 de mayo de 2024

Los sistemas son diseñados para satisfacer necesidades identificadas, pero eso presupone que se conoce y entiende bien la necesidad a resolver. Con frecuencia, ese no es el caso. Una mala identificación del problema a resolver lleva a la solución, tal vez perfecta, al problema equivocado o desenfocado. Entender bien la parte del mundo que se desea abordar es esencial, como primer paso, para definir bien el problema a intentar resolver. Y es que, aunque esté bien definido, no siempre habrá solución perfecta, pues los sistemas suelen modificar el propio problema que motivó su creación, y pueden influir en la medida en la que otros sistemas existentes siguen siendo efectivos. En todo caso, esa comprensión inicial es fundamental. Ahí radica la importancia del enfoque sistémico, o capacidad de generar buenos modelos mentales de la parte del mundo objeto de interés.

En el mundo natural no existen fronteras ni particiones; estas son un concepto humano, creado por nuestra propia conveniencia. Cuando analizamos el mundo en el que vivimos para tratar de entenderlo, por nuestra propia conveniencia lo dividimos en partes tales como la atmósfera, los océanos, los bosques tropicales, los desiertos, etc. En general, podemos referirnos a la parte del mundo objeto de estudio como un sistema. Existen, entre otros muchos tipos, sistemas físicos y sistemas biológicos. Además de los sistemas naturales, hay sistemas diseñados y

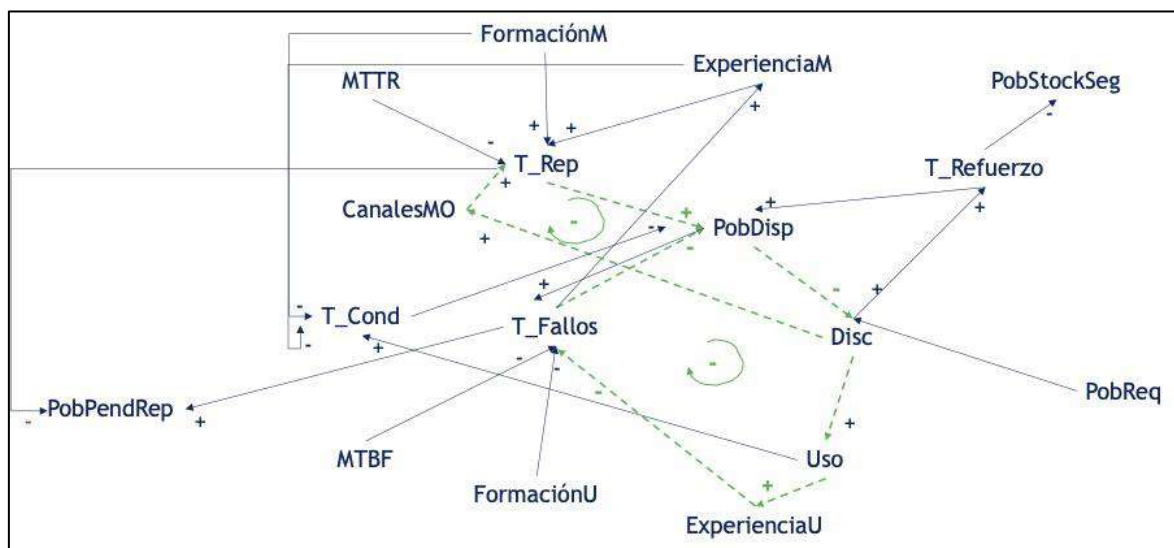
desarrollados por el ser humano, que fabrica cosas para posteriormente servirse de ellas en la consecución de sus fines y objetivos. Utilizamos el término sistema para referirnos, de manera genérica, a lo concebido y creado por el ser humano, cosas que crecen geoméricamente en complejidad.

El mundo es complejo porque no se pueden realizar predicciones en muchos casos, dada la actual hiperconectividad de los sistemas concebidos por el ser humano, la existencia de múltiples puntos de vista, y la naturaleza de las múltiples relaciones causa-efecto, cuyas consecuencias no siempre son inmediatas ni en el tiempo ni en el espacio. La enorme dificultad en entender un problema objeto de interés se traduce, con frecuencia, en una incorrecta definición del problema, lo que lleva a soluciones ineficaces e ineficientes. Está claro que hay un problema de percepción o perspectiva, ya que no hay un único mundo sino tantos como percepciones distintas tengamos las diferentes personas. Si seguimos con el tema de la pobreza, no es lo mismo hablar de ello siendo una persona con recursos económicos holgados, o siendo una persona que sufre dificultades importantes en el día a día, o siendo una persona que apenas tiene para subsistir. La persona de clase alta, la de clase media y la persona pobre no describirían de igual manera lo que significa o implica ser pobre. Y eso además cambiará de unos países o culturas, a otros. Hay, por tanto, un aspecto muy importante, y es la percepción del observador o persona que describe el problema o situación objeto de interés.

La manera tradicional de estudiar los sistemas se basaba en el precepto reduccionista de divide y vencerás. El estudio de las partes que integraban el sistema permitía, en teoría, conocer el comportamiento del sistema. El énfasis estaba en las partes integrantes, ignorando que la relación entre ellas es determinante para entender el funcionamiento del sistema. El enfoque reduccionista toma su nombre de uno de los cuatro preceptos del célebre Discurso del método para dirigir bien la razón y buscar la verdad en las ciencias, del filósofo y matemático René Descartes. El enfoque reduccionista llevó a una gran compartimentalización y especialización del conocimiento. Como dijo el físico Fritjof Capra, «cuanto más estudiamos los principales problemas de nuestro tiempo, más cuenta nos damos que de que no pueden entenderse de manera aislada. Son problemas sistémicos, lo que significa que están interconectados y que son interdependientes». Muy apropiada la reflexión de C. West Churchman, en 1968, cuando dijo «el enfoque sistémico comienza cuando empiezas a ver el mundo a través de los ojos de otro».

El pensamiento sistémico (*systems thinking*) es tratar de alinear mejor nuestra manera de pensar con cómo funciona realmente el mundo. La premisa básica es que sólo viendo las cosas en conjunto se puede gestionar la complejidad. Al hablar de pensamiento sistémico estamos estableciendo una conexión entre los sistemas y la manera de pensar sobre ellos; es decir, sobre cómo construimos modelos

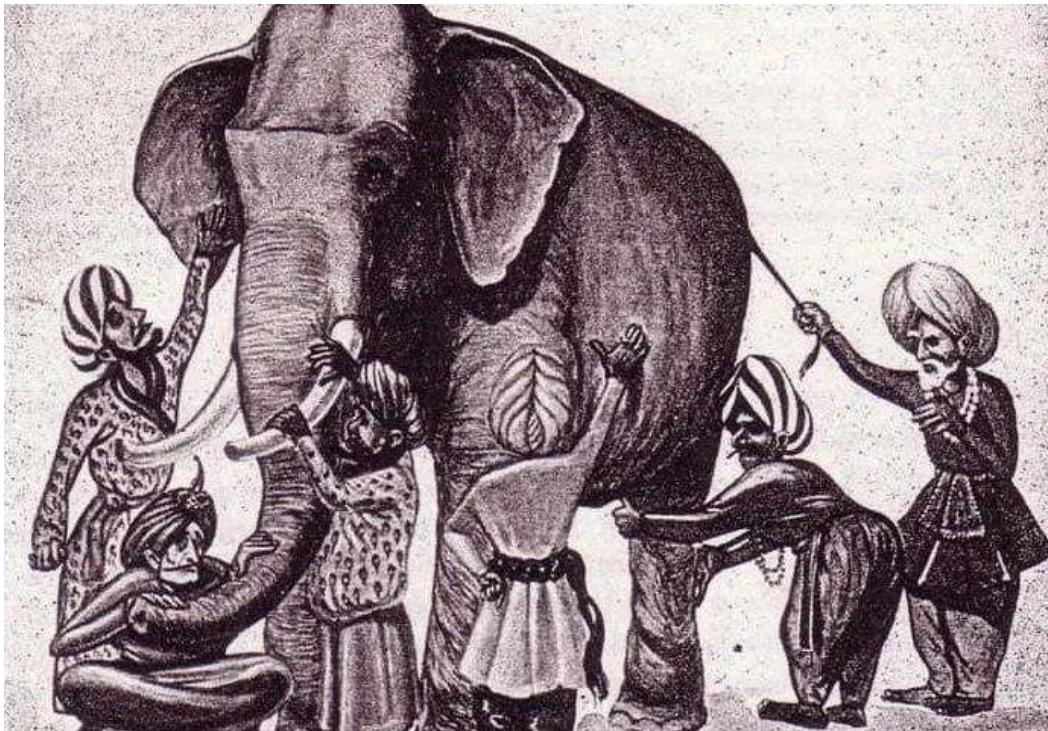
mentales. Ya dijo Einstein «en la medida en la que los modelos son ciertos, no representan la realidad y en la medida en la que representan la realidad, no son ciertos»; esto significa que en la medida en la que todos los modelos están contruidos con hipótesis más o menos restrictivas, nunca representan plena y fielmente la realidad. Tal vez con mayor pragmatismo el matemático británico George Box dijo «todos los modelos son erróneos; la cuestión práctica es, cómo de erróneos deben ser para que no sean útiles». El premio Nobel Herbert Simon introdujo el concepto de satisficente, en contraste con el de óptimo, ya que la perfección no siempre es alcanzable, o al menos en tiempo y costes asumibles. En definitiva, el pensamiento sistémico trata de generar modelos mentales que sean lo suficientemente buenos como para abordar los retos de complejidad creciente a los que la sociedad se enfrenta.



*Modelo Dinámica Sistemas*

Un ejemplo clásico de los errores que pueden derivarse de una visión o percepción incompleta de algo es la parábola del elefante y los ciegos. A unos ciegos, que jamás habían tenido contacto previo con ese tipo de animal, se les acercó a un elefante de manera que cada uno pudo tocar sólo una parte (ver Figura 1). Se les pidió que explicaran cómo imaginaban al animal que habían tocado. Uno tocó una pata, y lo describió como muy duro y fuerte, muy sólido. Otro tocó una oreja, y lo definió como rugoso, flexible y cartilaginoso. Otro tocó un colmillo, y lo describió como suave, a la vez que duro, y muy afilado. Otro tocó la trompa, y lo describió como muy fuerte y musculoso, a la vez que muy largo y flexible. El último tocó la cola y lo describió como fino, aunque duro. Cinco perspectivas correctas todas en sentido parcial, y todas erróneas en cuanto a percepción de conjunto. Con frecuencia caemos en esos errores; porque hemos tenido cierto conocimiento de una situación, creemos que podemos describirla, entenderla y valorarla

globalmente. Necesitamos auténtica visión de conjunto para generar buenos modelos mentales.



*El elefante y los ciegos. (Descargado de <https://www.cltruth.com/2015/the-blind-men-and-an-elephant/>)*

Pero no se trata de sustituir el detalle por la visión global, sino de alcanzar el adecuado equilibrio entre ambos. Es importante tener la visión de conjunto y, al mismo tiempo, ser capaz de identificar aquellos aspectos que son los pocos relevantes, los verdaderamente importantes. El ingeniero, economista, filósofo y sociólogo italiano Vilfredo Pareto estableció a finales del siglo XIX su famoso principio 20/80. Estudiando la distribución de la riqueza en Italia llegó a la conclusión de que aproximadamente el 20% de la población atesoraba el 80% de la riqueza del país. La distribución era claramente asimétrica, con el 20% concentrando mucha riqueza y el 80% restante disfrutando de muy poca. Se refirió a esos grupos como el de los pocos relevantes (el 20%) y el de los muchos triviales (80%). Esa ratio ha demostrado ser cierto, de manera conceptual o aproximada, en muchos entornos. Por ejemplo, es frecuente que en una empresa el 80% de los ingresos vengan del 20% de los clientes, o que el 80% de los problemas los generen el 20% de los suministradores o proveedores. En el pensamiento sistémico tan importante es tener una visión de conjunto, en la que estén presentes todos los puntos de vista, como identificar aquellos aspectos o elementos especialmente relevantes (los pocos relevantes, ese 20% de manera orientativa que indicó Pareto). Hay que saber ver el bosque en su conjunto y, al mismo tiempo, saber

identificar los árboles que por alguna razón destaquen. Esta habilidad, como todas, se desarrolla con la práctica.

Parte de la complejidad del mundo radica en las profundas relaciones causa-efecto, en las que causas dan lugar a efectos, que se convierten en nuevas causas que originan sus propios efectos, y así sucesivamente. Las relaciones causa-efecto no son, por ello, siempre inmediatas en el tiempo o en el espacio. Eso hace en algunas ocasiones muy complicado el identificar algo como resultado o consecuencia de una determinada acción, lo que dificulta el aprendizaje y la auténtica adquisición de experiencia. La dinámica de sistemas permite entender el comportamiento de organizaciones y sistemas complejos, en los que las múltiples relaciones causa-efecto, muchas veces interconectadas, hacen extremadamente difícil tener la adecuada visión global. Los modelos creados con dinámica de sistemas permiten, además, simular los efectos o consecuencias de distintas políticas de actuación, lo que representa una extraordinaria herramienta para gestores y responsables de toma de decisiones. Los modelos creados con dinámica de sistemas se elaboran en tres pasos, que son realizados en el siguiente orden:

- a) Modelo verbal. Consiste en una descripción narrativa de todo lo que se conoce del funcionamiento del sistema. No es necesario que siga un orden determinado. Lo importante es que recoja todo aquello que sea conocido. Lo ideal es que en su elaboración participen varias personas, porque nadie suele poseer la visión completa y porque siempre hay un tema de perspectivas; si no hay consenso sobre algo, deben darse las distintas apreciaciones que se tengan.
- b) Diagrama causal. Una vez se dispone del modelo verbal se identifican las variables presentes en él. Las variables se dividen en niveles, flujos y auxiliares. Los niveles son variables cuya variación en el tiempo es significativa para el estudio del sistema. Son magnitudes que acumulan y reflejan los resultados de acciones anteriores. Los flujos son variables que modifican el valor temporal de los niveles; son tasas de cambio. Finalmente están las variables auxiliares, necesarias en ocasiones para explicar la relación entre los flujos y los niveles. Las variables identificadas se representan en un diagrama en el que se explicitan las relaciones directas causa-efecto entre ellas. En definitiva, tanto el modelo verbal como el diagrama causal hacen transparente el análisis que se hace del sistema. Las diferentes variables del sistema (niveles, flujos y auxiliares) se conectan entre sí mediante flechas. La cabeza de la flecha indica el sentido de la conexión: qué variable influye sobre cuál. Sobre la flecha se coloca un signo «+» cuando ambas variables se modifican en el mismo sentido (si la causa crece, aumenta el efecto; si la causa decrece, disminuye el efecto) y un signo «-» cuando ambas variables se modifican en sentidos opuestos (si la causa crece, disminuye el efecto; si la causa decrece, aumenta el efecto). El diagrama causal permite identificar bucles de realimentación, positiva o

negativa, y cadenas de relaciones causa-efecto que ayudan a entender por qué las consecuencias de ciertas acciones no serán inmediatas en el tiempo y/o en el espacio. El diagrama causal elaborado a partir del modelo verbal constituye una nueva explicitación del entendimiento que se tiene del comportamiento del sistema, lo que ayuda tanto a visualizarlo como conjunto, como a permitir a otros interlocutores su análisis constructivo para la introducción de las modificaciones y mejoras necesarias.

- c) Modelo matemático. Una vez que se tiene el diagrama causal es necesario definir las relaciones matemáticas que definen las relaciones causa-efecto identificadas entre variables. Puede usarse cualquier tipo de función, incluidas las tablas. Es la parte más compleja del modelo, pues requiere cuantificar relaciones que hasta el momento sólo se manifestaban de manera cualitativa (causa-efecto, ya fuera del tipo «+» o «-»).

Los diagramas causales de dinámica de sistemas constituyen una herramienta de simulación extraordinariamente poderosa para entender, y poder gestionar, la complejidad de cualquier entorno. Esa comprensión de las cadenas causa-efecto permite entender los mecanismos que gobiernan un determinado entorno y, con ello, comprender mejor la naturaleza del problema que se quiera abordar. Una vez entendido suficientemente bien un problema puede formularse el objetivo concreto que se persigue, lo que permitirá aplicar ingeniería de sistemas para el diseño y desarrollo del sistema que satisfaga la necesidad u oportunidad detectada. ■

**Nota:** Las ideas y opiniones contenidas en este documento son de responsabilidad del autor, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento de la Academia de las Ciencias y las Artes Militares.

© Academia de las Ciencias y las Artes Militares - 2024