



# LOS SISTEMAS GRISES. ¿QUÉ TAN COMPLEJA DEBE SER LA CIENCIA?

FRANCISCO TREJO

Doctorado en Ingeniería Industrial, 4.º semestre

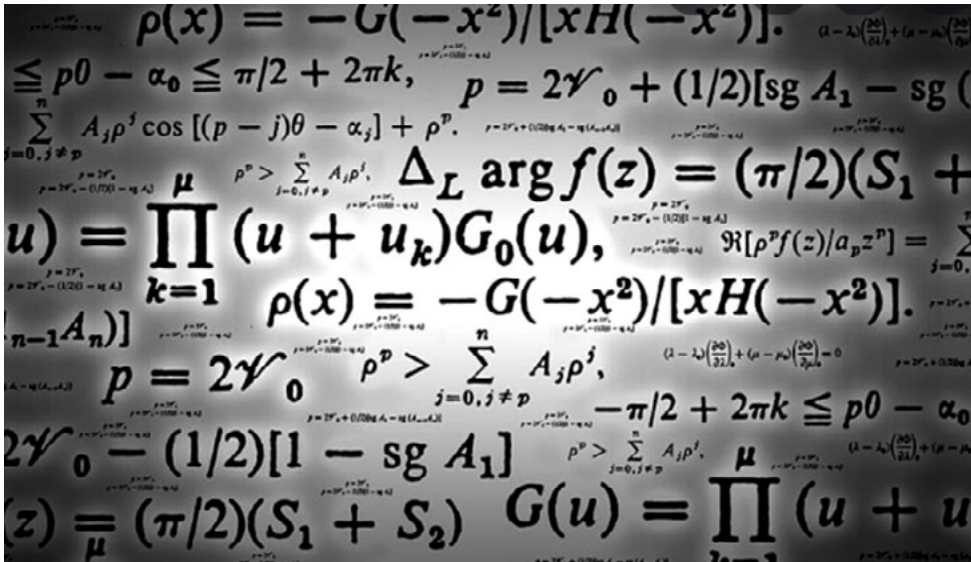


Imagen tomada de: <https://www.peakpx.com/es/hd-wallpaper-desktop-nqvqf>

Cuando un problema nos atrae y tratamos de encontrar una respuesta, despierta nuestro interés, nos invita a buscar formas creativas de resolverlo y es muy común buscar el lado complejo de las cosas. Pero ¿cómo puede ser esto posible? Imaginemos que nos enfrentamos a un problema que nunca se ha podido resolver, si esto lo sabemos, intuitivamente nos programamos de tal forma que nos decimos a nosotros mismos: “Este problema debe ser muy complejo, si no, ya otros lo hubieran resuelto”. Pero ¿qué pasaría si nosotros fuéramos capaces de encontrar la solución de una forma muy simple? Quizás no creeríamos que hemos encontrado la solución. ¿Cómo podría ser cierto que de forma accidental pudiéramos

haber hallado lo que otros no habían podido encontrar? Estaríamos haciendo ciencia o solo habríamos tropezado con la solución, quizás incluso sin estarla buscando.

Esta idea de que los problemas complejos deben ser resueltos también por métodos complejos puede detenernos, no solo la falta de conocimientos, sino los límites que nos pone nuestra propia mente o bien las de los demás.

Cuando las personas investigan problemas que son afectados por perturbaciones o ruido internas o externas, que limitan nuestro entendimiento, ha caído tal vez un velo que nos impide encontrar las respuestas.



Durante la segunda mitad del siglo xx, en las áreas de sistemas, la ciencia y la ingeniería de sistemas, la aparición aparentemente ininterrumpida de varias de las teorías y metodologías de sistemas no determinados ha sido un gran escenario. Por ejemplo, Zadeh (1965) estableció las matemáticas difusas en la década de 1960, Julong Deng desarrolló la teoría de los sistemas grises y Pawlak (1982) avanzó la teoría de conjuntos aproximados en 1980, etc. Todos estos trabajos representan algunos de los esfuerzos más importantes en la investigación de sistemas inciertos de este periodo de tiempo. Desde diferentes ángulos, estos trabajos proporcionan las teorías y metodologías para describir y tratar información incierta (Sifeng, 2012)

La teoría de los sistemas grises fue establecida por Julong Deng en 1982 y se enfoca en la solución de problemas que involucran muestras pequeñas e información pobre. Trata con sistemas con gran incertidumbre, donde solo se conoce parcialmente la información que los generan. Si reflexionamos un poco, podemos darnos cuenta de que la gran mayoría de los sistemas con que nos enfrentamos todos los

días caen en esta definición, más aún, los sistemas en los que nos apoyamos están continuamente mutando, cambiando, elaborándose y evolucionando. ¿Cuánta información cierta o incierta es la que usamos actualmente para tomar decisiones, que creemos son verdaderas o validas? La realidad es que en casi todas las decisiones, proyectos, investigaciones, etc. existe un alto nivel de incertidumbre. ¿No sería entonces mejor hacer el uso más eficiente de esta información, sin hacer necesariamente los sistemas más complejos?, pero ¿qué características tienen los sistemas grises?

Una vez que los identifiques, te darás cuenta de que son más de los que te imaginas:

Parten de que la información que usamos para plantearlos, definirlos o tomar decisiones sobre ellos está incompleta. ¿Incompleta, pero en qué sentido?: a) la formación de los parámetros que los componen no se conoce totalmente, b) la información de la estructura del sistema está incompleta, c) la información de los límites que establecen el sistema no se conoce completamente y d) la información del comportamiento del sistema es incierta. Dicho



Imagen tomada de: <https://www.xatakafoto.com/guias/sigue-teniendo-sentido-el-sistema-de-zonas-en-la-fotografia-digital>



esto, puedes preguntarte: ¿Qué sistemas realmente conoces totalmente?

Una máxima de los sistemas grises es: “La incompletitud de la información disponible es absoluta, mientras que la información es relativa” (Sifeng, 2012).

Sin embargo, ¿qué podemos entender por datos incompletos o inexactos? Usemos las siguientes definiciones:

**Los datos son incompletos o inexactos por su concepto**, es decir, son inexactos debido a la inexactitud o precisión de su definición.

Por su nivel, esto quiere decir, que quizás tenemos información a nivel macro, pero cuando hacemos un acercamiento y lo observamos a un nivel micro, nos damos cuenta de que la información con que contamos es solo parcial, incompleta o inexacta.

**El nivel de predicción o nivel de estimación es inexacto**, dado que no contamos con toda la información del sistema, el nivel de predic-

ción de los sistemas es limitado y cualquiera que hagamos estará sujeto a un alto nivel de incertidumbre. Esto es cierto incluso haciendo uso de la estadística, pues a menudo ocurre que se recolectan muestras para estimar el comportamiento de la población, pero muchos de los datos son inexactos o incompletos, esto sucede normalmente aun sin importar el método que se seleccione. Luego entonces, ¿qué tan válida será la predicción que pretendemos hacer?

### La simplicidad de la ciencia

Si hacemos una reflexión histórica y aun cuando la ciencia ha evolucionado a través del tiempo, podemos partir de principios simples, como los cuatro elementos fundamentales de la naturaleza. Las leyes de movimiento establecidas por Newton, las leyes del movimiento de los planetas de Kepler, etc., todos principios básicos que nos dan una aproximación suficiente para entender fenómenos más complejos, mismos que si trasladamos al ambiente de los negocios, la ingeniería, la economía y la naturaleza, nos permiten hacer aproximaciones suficientemente validas, sin invertir una gran cantidad de recursos en su descubrimiento. La simplicidad de la ciencia consiste en identificar elementos de los modelos que permita a través de expresiones sencillas, los comportamientos de sistemas complejos con un nivel de precisión y exactitud suficientemente útil para tomar decisiones (Deng, 1982).

Los sistemas grises han encontrado aplicación en muchos problemas sociales, económicos, agrícolas, industriales, ecológicos, de biología, etcétera.

### Una forma sencilla de entender a los sistemas grises

Seguramente alguna vez has escuchado la definición de un *sistema* como una caja negra,

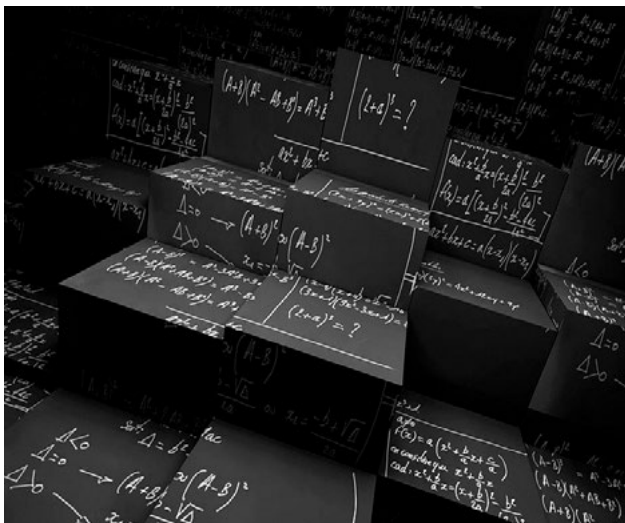


Imagen tomada de: <https://www.peakpx.com/es/hd-wallpaper-desktop-kjsyo>



donde sabes que existe una o varias entradas, hay un proceso que desconoces y finalmente hay una o varias salidas. Este es un sistema negro. Ahora piensa en un sistema (hipotético, si gustas) en el que conoces todas sus entradas, conoces todas y cada una de las interacciones de estas entradas, entre sus procesos y subprocesos, limitaciones, consecuencias, restricciones y no solo eso, también sabes cómo se interrelacionan los cientos, miles o millones de datos que ingresan y además conoces completamente la razón de los resultados que obtienes, es decir, conoces todas las salidas de ese sistema (conoces alguno, ¿verdad?). Pues bien, ese es un sistema blanco. Seguramente como intuyes, un sistema donde no conoces todas las entradas, pero sí las más relevantes, desconoces el total de las interacciones, pero sabes de la existencia de aquellas que rigen el mismo y, finalmente y lo más importante, conoces las salidas que son relevantes para ti, para tomar decisiones o hacer adecuaciones al sistema o su entorno, estás frente a un sistema gris. Uno que no es ni negro ni blanco, pero sí gris.

Estos sistemas grises te permiten usar eficientemente los recursos con los que cuentas, tomar decisiones en forma práctica con el suficiente nivel de confianza de que el resultado será predecible al menos en el nivel que te permite contar con la certidumbre que la ciencia, la industria o la economía también te permiten.

### ¿Y eso es todo?

Siempre tendrás la oportunidad de decidir ahondar más en un sistema, conseguir más datos, buscar más interacciones, buscar sus limitantes y encontrar nuevas variables, la pregunta es: ¿Tendrás el tiempo, los recursos y la paciencia para hacerlo y, claro, si estos valen la pena de tal forma que esos resultados sean mejores que los primeros?



Imagen tomada de: <https://www.peakpx.com/es/hd-wallpaper-desktop-aliqj>

Puedes incursionar en otros modelos predictivos para sistemas incompletos como las matemáticas difusas (*fuzzy math*) (Zadeh, 1965), análisis estocásticos, conjuntos aproximados (*rough sets*) (Pawlak, 1982), pero ¿qué te parece si empiezas con los datos e información que sí conoces?

### Referencias

- Deng, J. L. (1982). Control problems of grey systems. *Systems & Control Letters*, 1(5), 288-294.
- Pawlak, Z. (1982). Rough sets. *International Journal of Computer & Information Sciences*, 11(5).
- Liu, S., Forrest, J., y Yang, Y. (2012). A brief introduction to grey systems theory. *Grey Systems: Theory and Application*, 2(2), 89-104. <https://doi.org/10.1108/20439371211260081>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

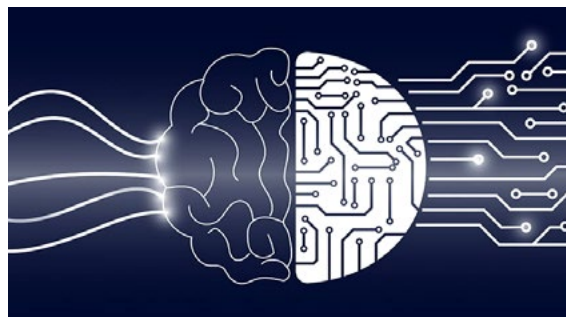


Imagen tomada de: <https://www.peakpx.com/es/hd-wallpaper-desktop-ktekx>