

Límites del sistema (traducción)

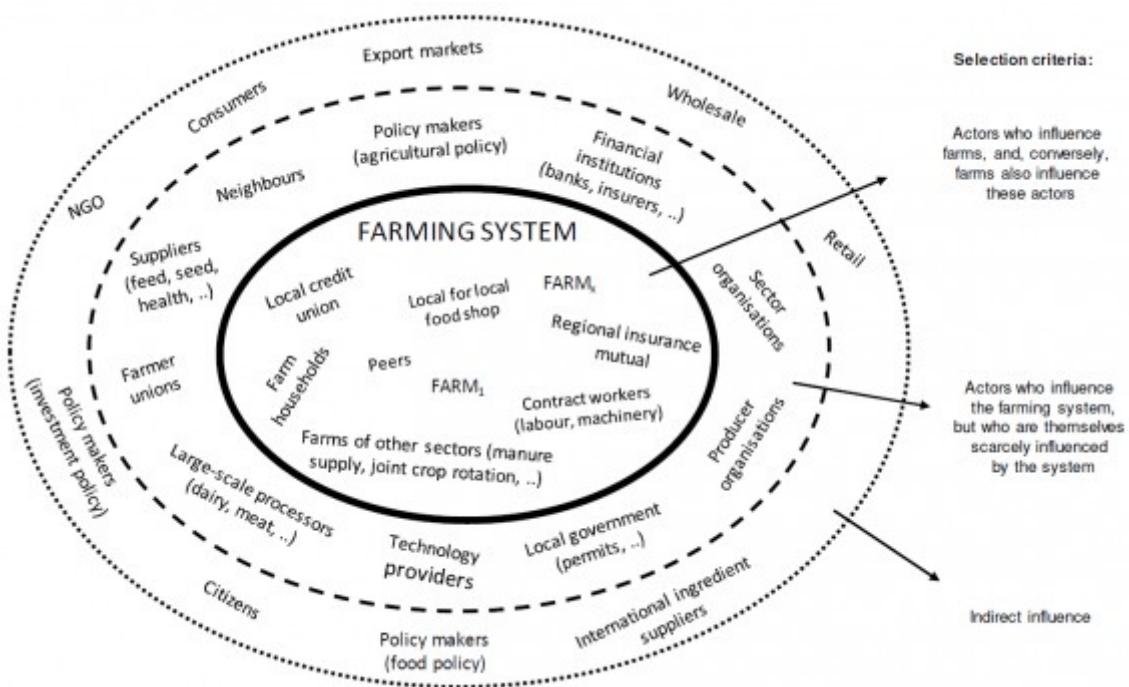
Pensamiento sistémico: Ha surgido durante las últimas décadas como uno de los enfoques más importantes en la ciencia de la sostenibilidad. Partiendo de la teoría de sistemas inicial, se han desarrollado diversos marcos conceptuales y metodologías de análisis de datos que buscan una mejor comprensión de la dinámica interactiva dentro de un sistema típicamente delimitado espacialmente. Si bien se ha prestado mucha atención a un mejor desarrollo teórico y su posterior aplicación en un entorno definido, se ha prestado menos atención a la definición de los límites del sistema.

El problema con los límites del sistema

Si bien los límites de algunos sistemas aislados, así como los modelos teóricos simples, se pueden definir con bastante claridad, gran parte de la atención de la literatura reciente se ha centrado en los efectos que crean las interacciones sistémicas a través de distancias que históricamente se han considerado separadas (véase, por ejemplo, [teleconexiones](#) en la investigación atmosférica). Ahora es evidente que las cuencas hidrográficas continentales están vinculadas a los procesos oceanográficos a través de los aportes de agua dulce y nutrientes, aunque estos se han examinado por separado históricamente y disciplinariamente. Además, la anidación de los sistemas es otro desafío: la idea de que los sistemas más pequeños están contenidos dentro de, y son los componentes constituyentes de, sistemas más grandes, como los órganos dentro de la funcionalidad integrada más amplia del cuerpo humano. Algunos órganos pueden ser extirpados o reemplazados, pero solo en relación con las funciones generales que proporcionan y cómo encajan o coinciden con el contexto general del cuerpo (es decir, el tipo de sangre o la respuesta inmune). Las jurisdicciones gubernamentales dan otros ejemplos claros, donde los países pueden contener varias provincias como parte de un sistema federal, que a su vez puede contener unidades administrativas más pequeñas, creando un todo administrativo de múltiples niveles.

El debate a menudo resuena en torno a un vacío entre los niveles global y local de desarrollo social y ecológico. [balanzaComo](#) el espacio, la jurisdicción, la administración e incluso el tiempo (p. ej., de lento a rápido). Si bien el nivel global de la mayoría de las escalas es fácil de definir, el nivel

local de una escala es menos claro. Lo que se hace evidente en el proceso de definición entre lo global y lo local es la ambigüedad y, a menudo, la naturaleza arbitraria de definir la realidad del sistema que se examina. Se deben tomar decisiones normativas, especialmente para definir las preguntas e hipótesis de investigación, es decir, qué forma parte del sistema específico, qué no se considera parte de él y qué es un elemento importante que se desea conocer. Esto tiene implicaciones para las relaciones y los resultados que se desean investigar. La estandarización de las definiciones de sistemas, o la definición de sistemas...**procesos**, también sería una actividad de consenso útil para aumentar la comparabilidad y el intercambio dentro de la ciencia de sistemas. Así, han surgido campos de investigación completos en torno a la comprensión normativa de cuál podría ser la unidad óptima a nivel de sistema para examinar, como la sociología rural, la ecología del paisaje, la gobernanza costera o la microeconomía. Lo que resulta evidente —y se vuelve confuso— es el espectro de definiciones y opciones entre los dos extremos de una escala, y el grado en que las diferencias categóricas en las definiciones de los límites del sistema son significativas para nuestro análisis e interpretación de su funcionalidad.



La definición de los límites del sistema influye en el alcance y el contenido del análisis. Fuente: Meuwissen y otros, 2018.

Definición de los límites del sistema

Ante estos desafíos para definir los límites de los sistemas, reconocemos una clara brecha en cómo abordar una definición globalmente coherente, que reconozca la amplia gama de diferencias contextuales en la definición y medición de los sistemas. Debemos considerar que algunos sistemas se dividen de sistemas más grandes o paralelos, o que sistemas más pequeños están anidados en otros sistemas.

Los límites del sistema se pueden definir en función de una variedad de parámetros. Para simplificar el argumento, nos centramos en un parámetro entre varios, pero preferimos no profundizar en la interacción de los diferentes parámetros. Mucha gente definiría estas interacciones como **complejidad**. Dentro del pensamiento sistémico, el análisis de la complejidad del sistema se basa en una comprensión coherente de lo que entra y sale del sistema examinado. Esta es una condición previa inherente al análisis, que a menudo se discute o se asume como una suposición que no suele estar claramente definida. Por ejemplo, los parámetros espacialmente explícitos son un aspecto intuitivo de muchos procesos de definición y, por lo tanto, moldean nuestra percepción de lo que podría ser un límite apropiado del sistema. Para usar un ejemplo espacial: una ciudad grande puede dividirse en barrios más pequeños, mientras que los barrios pueden definirse con base en diferentes parámetros, como la función, los grupos étnicos o los entornos culturales. Si bien la definición de «barrios» también puede ser informal, está bien establecida en la planificación urbana. Existe una conciencia evidente de que existen límites del sistema; sin embargo, muchos no serían capaces de definir por qué difieren dos sistemas. En general, es más fácil definir los límites del sistema con base en parámetros espaciales, como elementos estructurales, ecosistemas o el diseño de una ciudad, mientras que los parámetros informales, como los basados en dimensiones normativas, son menos claramente definibles. Tener claros inicialmente los límites de un sistema en un proyecto de investigación puede ayudar a clarificar la clasificación de los parámetros relevantes del sistema en términos de sus límites, pero también a considerar la varianza de estos parámetros dentro del sistema. Básicamente, algunos parámetros pueden ser muy diferentes dentro de un sistema que fuera de él, no tener relevancia dentro de él o solo tenerla dentro del sistema. Todos **suposiciones** son parámetros plausibles que sirven como límites del sistema.

Independientemente del parámetro dado, proponemos que tanto el estado como la varianza pueden ser delimitadores claros para definir límites entre sistemas. Al observar un sistema más grande, este puede tener un valor promedio general, así como una varianza general con respecto a un parámetro del sistema. Si dividiéramos el sistema más

grande en dos partes más pequeñas, podría suceder que ambos sistemas tuvieran un valor promedio diferente con respecto a este parámetro. Sin embargo, dos sistemas más pequeños también podrían diferir en cuanto a su varianza, donde uno de ellos presenta una heterogeneidad general alta y el otro una heterogeneidad baja.

Un buen ejemplo de esto podrían ser dos barrios dentro de una misma ciudad. Uno podría ser muy heterogéneo en cuanto a infraestructura verde, con numerosos parques pequeños, árboles y azoteas verdes. El otro podría ser muy homogéneo, con una gran presencia de viviendas sin infraestructura verde. Claramente, ambos sistemas varían tanto en el valor promedio como en la varianza. Por lo tanto, la ubicación de los límites para definir esos barrios en esa ciudad determinará el análisis y las conclusiones sobre su varianza y valores.

Otro ejemplo serían dos sistemas más pequeños, uno de ellos altamente heterogéneo y el otro compuesto por una mitad de parque y la otra de grandes edificios de apartamentos. Muchos optarían por dividir el segundo sistema más pequeño en dos subsistemas. Este ejemplo ilustra cómo los diferentes parámetros permiten una división distinta de los sistemas según el reconocimiento del hábitat. Sin embargo, el parque podría estar funcionalmente relacionado directamente con los apartamentos, constituyendo una unidad independiente en un contexto de planificación urbana. Esto ilustra cómo los límites del sistema dependen de los parámetros que observamos, pero también de las razones por las que queremos medirlos y de lo que queremos saber y valorar del sistema.

Más importante aún, los límites del sistema también pueden diferir con respecto al valor promedio de un parámetro, pero pueden mostrar diferentes [patrones](#). Al observar la varianza, esta diferencia suele estar asociada al tamaño de grano de los parámetros. El tamaño de grano se define como la resolución con la que se observa un parámetro. Un parámetro puede ser, por ejemplo, muy homogéneo a gran escala, pero muy heterogéneo a pequeña escala. El tamaño de grano suele asociarse con la anidación, aunque este último solo está indirectamente relacionado, pero no siempre necesariamente vinculado.

Por ejemplo, las funciones de vecindad pueden ser muy homogéneas a nivel de grano grueso, pero la heterogeneidad se revela a una escala más localizada. Esto puede utilizarse para definir la escala local más pequeña de un sistema, es decir, la escala en la que tanto el promedio como la varianza de un parámetro ya no cambian. La unidad definible más pequeña podría, por lo tanto, definirse como la unidad local más pequeña de un sistema.

Esto es especialmente relevante, ya que las diferentes perspectivas y enfoques disciplinarios suelen estar determinados por el método y, por lo tanto, también por el grano. Mientras que, por ejemplo, un método podría no encontrar patrones relevantes basados en una diferenciación de subsistemas, otra división podría dar lugar a patrones significativos. Esto resalta la importancia de una clara determinación de los sistemas y sus límites.

Límites del sistema y normatividad

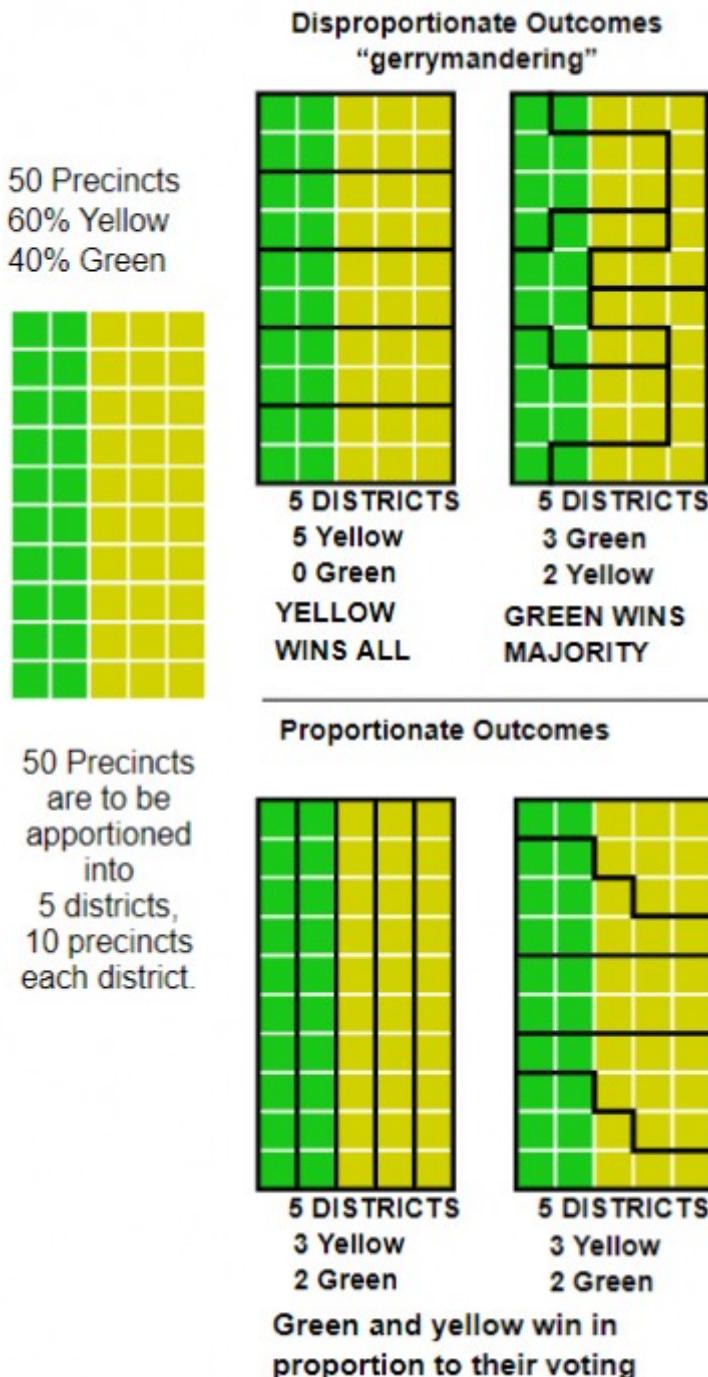
Gran parte del análisis publicado actualmente en publicaciones científicas se basa en descripciones de sistemas. Sin embargo, para permitir la transformación de sistemas se requiere una definición clara de la unidad de análisis, es decir, un sistema, cuyos límites comunes no son acordados colectivamente por quienes miden y extraen conclusiones sobre ellos. Si un sistema investigado es demasiado grande, los patrones relevantes de un parámetro podrían perderse en relación con sus componentes internos. Si un sistema es demasiado pequeño, los patrones relevantes podrían ser indetectables debido a la sobremagnificación.

Esto abre la puerta a críticas que podrían plantearse con respecto a esta línea de pensamiento: ¿Deberían los límites del sistema determinarse por los resultados generales que se pueden obtener? Desde una perspectiva [inductivo](#) Desde una perspectiva, la respuesta podría ser diferente en comparación con una [deductivo](#) Perspectiva. Por lo tanto, esta pregunta podría ser irresoluble por ahora debido a las diferentes preferencias epistémicas para intentar comprender lo real a través del proceso científico. Sin embargo, lo que se puede decir aquí es que la navaja de Occam podría aplicarse. Todo sistema debe ser tan simple como sea posible y tan complejo como sea necesario. Esto se puede aplicar directamente a la cuestión de los límites del sistema, ya que estos claramente permitirían un análisis demasiado simplista o demasiado complejo. Si bien es evidente que el análisis de sistemas no puede optar por resultados triviales y difíciles de comprender, esto destaca que podría haber un nivel y una escala óptimos de análisis, que probablemente estén estrechamente vinculados a la relevancia o la clasificación de los diferentes parámetros.

Esta es una base importante para permitir la transformación de los sistemas. Las dimensiones o parámetros normativos en los sistemas son difíciles de analizar y aún más difíciles de transformar, sin embargo, basándonos en dos ejemplos, mostramos cómo el promedio, así como la

varianza de los sistemas, pueden permitir un análisis claro de cómo la diferencia cultural puede definir los límites del sistema a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las leyes de herencia durante la Edad Media en Alemania diferían según la religión. En las regiones católicas, el hijo mayor heredaba las granjas en las zonas rurales; mientras que en las zonas protestantes, las granjas se dividían en unidades posteriores más pequeñas dentro de la familia. Esto tuvo un impacto drástico en los patrones de uso de la tierra, así como en las dimensiones sociales dentro de los sistemas dados a lo largo del tiempo. Reflejadas en la arquitectura y el paisaje, estas diferencias a menudo son visibles hoy en día y pueden dar testimonio de cómo la variación cultural puede definir la funcionalidad y los límites de los sistemas.

Gerrymandering: drawing different maps for electoral districts produces different outcomes



Manipulación de distritos electorales. Fuente:[M.boli - Wikipedia](#)(bajo CC BY-SA 4.0)

Otro ejemplo es el proceso de manipulación política de los distritos electorales.Este proceso describe la manipulación de los límites administrativos para votar en Estados Unidos, con el objetivo de favorecer a un partido político sobre otro al trazar las líneas alrededor de aquellos vecindarios que votarán por su partido político para estar en el distrito, y aquellos que no lo harán, fuera de él. Este es un ejemplo destacado de

cómo a través de la alteración de los límites del sistema se alteran las características normativas de un sistema. Esto se hace con la lógica de disminuir la varianza en términos de algunos factores, por ejemplo, con el objetivo de representar a una minoría. De facto, ¿se usa a menudo mal esta lógica para influir en el promedio, o en otras palabras, para construir mayorías? Esto pone de relieve cómo los límites del sistema ya se reconocen activamente, incluso en una dimensión normativa tan profunda como el sistema de valores políticos.

Por lo tanto, las fronteras del sistema pueden extenderse más allá de las entidades biofísicas espaciales del sistema e incluir también las diferencias de mentalidad y contextos culturales. La pregunta más importante al definir las fronteras del sistema es qué variables determinan o influyen más en la dinámica del sistema. Al intentar definir las fronteras del sistema, nos encontramos ante un multiverso de parámetros multidimensionales. Por supuesto, reconocemos las interacciones entre estos parámetros, lo que a menudo se denomina complejidad, pero permítannos...[No discutiremos esto más](#)en este punto.

En su lugar, concluimos con una breve discusión sobre la importancia de la clasificación o el desarrollo de jerarquías de diferentes parámetros del sistema para guiar el análisis de sistemas. Algunos parámetros pueden ser más importantes que otros en relación con la dinámica dentro de un sistema. Por otro lado, algunos parámetros pueden ser más importantes en un sistema que en otros. Con base en estos dos supuestos, cualquier definición de los límites del sistema, que puede definirse como un paso inicial en el análisis y la transformación de sistemas, puede abordarse como un enfoque iterativo. Idealmente, al definir los límites del sistema, propondríamos un enfoque parsimonioso, que definimos como tan simple como sea posible y tan complejo como sea necesario.

En un ejemplo donde tres sistemas son vecinos, dos sistemas (S1 y S2) podrían compartir un mayor número de parámetros importantes para su dinámica. Si uno de ellos (S1) compartiera una fuerte superposición con un tercer sistema (S3), y esta se explicara con precisión por un solo parámetro, deberíamos priorizar la declaración de S1 y S3 como más similares. En consecuencia, se declararía que S1 y S3 comparten una frontera menos fuerte que los sistemas S1 y S2. Sin embargo, si los sistemas S2 y S3 no comparten parámetros que expliquen su dinámica de sistema, entonces la frontera entre S2 y S3 es la más fuerte. Estos tipos de fronteras pueden ser espaciales, pero con frecuencia también pueden manifestarse en forma de valores sociales, barreras económicas y otros fenómenos.

Este ejemplo subraya la importancia de definir los límites del sistema mediante similitudes y disimilitudes, que pueden definirse tanto por el valor promedio de los parámetros como por su varianza. El valor social adicional que asignamos a dichos parámetros nos permite tomar decisiones analíticas basadas en cómo ordenamos dichos parámetros en jerarquías de valores. Proponemos que, en lugar de basarnos en definiciones informales o irreproducibles de los límites del sistema, es vital preanalizar la dinámica del sistema para definirlos, condición previa para un análisis adecuado de la dinámica del sistema. De lo contrario, un análisis del sistema carecerá de las condiciones previas necesarias para comprender su significado e implicaciones y compararlo con otros sistemas.

El autor de esta entrada es Henrik von Wehrden.