



Grupo de estudio de las
Transformaciones de la
economía mundial



La carta del GETEM

Carta número 15. Sistemas complejos y transformaciones globales: Algunas implicaciones en la pandemia del COVID-19, por David Matesanz Gómez

Los sistemas complejos son una corriente de análisis que atraviesa gran parte de las ciencias, desde la física a la sociología, pasando por la economía. Su objetivo esencial es estudiar la interacción entre los agentes de un sistema (neuronas o mercados financieros, por ejemplo) con el objetivo de analizar su comportamiento conjunto y, a la vez, entender como ese resultado global afecta al propio comportamiento individual de los agentes.

Una idea central de los sistemas complejos es el concepto de emergencia; como resultado de las interacciones entre los elementos surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Es decir, el comportamiento del conjunto es diferente de la mera adición de los comportamientos individuales y esto, además, se produce de forma auto-organizada por esos agentes que, por otro lado, son relativamente idénticos. [Phil Anderson](#), Premio Nobel de Física 1972, resumía esta característica de los sistemas complejos en tres sencillas palabras: "Más es diferente" (por ejemplo, las moléculas se auto-organizan en células y éstas crean la vida).

La idea de sistemas complejos tiene diversas características que, como veremos posteriormente, tienen implicaciones en el estudio de la economía y su devenir, así como, por supuesto, en muchos otros aspectos naturales y económico-sociales. Podemos destacar tres características de la complejidad.

La primera es que los comportamientos de los sistemas complejos son con frecuencia libres de escala. Con este concepto se señala a aquellos sistemas organizados en red en los que algunos nodos están altamente conectados con otros nodos y otros están más aislados y con pocas conexiones. En este tipo de redes la función de distribución de los nodos frente a su conectividad tiene forma asintótica y no normal. [Lászlo Barabási y sus colaboradores](#) analizaron a finales de los noventa la estructura de la red de internet mundial (world wide web) y se dieron cuenta que esta red era libre de escala; pocos nodos hiper conectados, o "hubs", y muchos nodos con escasos vínculos. Además, demostraron que la red crecía de forma auto-organizada ya que las nuevas páginas web

tendían a unirse a aquellas más conectadas. Este tipo de redes son muy resistentes pues, aunque muchos nodos desaparezcan la red puede seguir funcionando, siempre que los hubs pervivan. A su vez, la capacidad de difusión de la información es enorme siempre que, de nuevo, pase por los hubs. Muchas son las redes que presentan esta característica: redes laborales, redes explícitamente sociales, redes de infecciones, etcétera.

Otra característica relevante es la frecuente existencia de fuertes fluctuaciones que lleva al sistema a un estado diferente de funcionamiento. Esta característica es también conocida como transiciones de fase o efectos umbral. La idea central es que este tipo de sistemas, ante cambios en algún parámetro más allá de un valor crítico, producen cambios abruptos que modifican, tanto a nivel de agente individual como del sistema en su conjunto, las formas en que se desarrollan las interacciones y el funcionamiento y resultados del propio sistema. Por supuesto, esta característica implica la aparición de fuertes discontinuidades y la existencia de no linealidades. Sin duda estas transiciones de fase ayudan a los sistemas a adaptarse a los cambios. Quizá el ejemplo más sencillo para apreciar esta característica sean las congestiones en el tráfico, tanto urbano como por carretera. La congestión aparece cuando, por el motivo que fuere, se produce una frenada que obliga al resto de vehículos a reaccionar en el mismo sentido. Cuando la intensidad de circulación es alta y la frenada es suficientemente importante, el sistema al completo cambia a la fase de congestión en la que todos los vehículos se ven afectados. El cambio es abrupto, la no linealidad en el funcionamiento del sistema obvia. De nuevo, podemos pensar en las infecciones como eventos que pueden observar este tipo de saltos de una fase a otra.

Una tercera característica surge de las dos previas mencionadas: los fenómenos de auto-organización. Si consideramos el ejemplo anterior de los atascos, nos damos cuenta que simplemente por la interacción entre vehículos cercanos (agentes) se produce un cambio de fase completo en el sistema ante una frenada brusca, o un accidente. En la nueva fase congestionada se produce una nueva organización que no está dirigida, ni organizada ni controlada por ningún agente, sino que emerge endógenamente de forma espontánea; en la nueva fase ha habido una auto-organización en las interacciones entre automóviles. El proceso, además, es colectivo, paralelo y se distribuye entre todos los agentes. Pensemos también que, por remota que haya sido la frenada (puedo tener mil coches entre la frenada y mi vehículo), este evento termina afectando a un gran número de conductores. Esta adaptación, por último, es eficiente y hace al sistema robusto impidiendo el colapso del mismo. Sin embargo, para mí que estoy a mil coches de la frenada que va a suceder, es muy difícil, sino imposible, predecir qué va a pasar. En realidad, es muy difícil de predecir para cualquier agente. Por ello, se dice que este tipo de sistemas se encuentra en el borde del caos.

Esta aproximación analítica a los fenómenos naturales, económicos y

sociales tiene enormes implicaciones en la forma de entender, de analizar y de, intentar, predecir. Así, el análisis clásico intenta simplificar los componentes complejos a sus elementos más sencillos y, con ello, intenta describir estos componentes de una manera determinista, completa y objetiva. La filosofía de la complejidad, por su énfasis en los comportamientos emergentes, señala que esto es, esencialmente, imposible. Derivado de las características que anteriormente hemos señalado, la evolución de los eventos económicos es altamente impredecible e incontrolable, especialmente cuando tenemos en cuenta las transiciones de fase, las no linealidades y, como consecuencia de ello, la no existencia de equilibrios estables, si no de múltiples equilibrios siempre cambiantes. Además, la base de análisis de la complejidad no es la racionalidad deductiva (ésta no puede existir, nos dicen los estudiosos de la misma) si no que se basa en el método inductivo centrado en los métodos de decisión basados en la prueba y el error, la adaptación, la experiencia o las emociones. Así, no se analiza el equilibrio, si no, más bien, cómo reaccionan los agentes ante cada situación. Por ello, la incertidumbre es la base de trabajo, muy relacionada con eventos económicos espontáneos que se refuerzan endógenamente, tales como las burbujas o los "crashes", asociados también a los fenómenos de propagación repentina y los cambios de fase. Por ello, también, el tiempo es un elemento central del análisis de la complejidad, mientras que los modelos más tradicionales tienden a obviarlo.

Con las cuestiones previas en mente, pensemos en algunos aspectos de la actual pandemia del COVID-19 que tienen que ver con potenciales medidas de política a implementar en las que, generalmente, tienen relevancia las propuestas de los economistas. Por ejemplo:

- La expansión de la enfermedad responde a dinámicas relacionadas con la posición de cada individuo en la red social. Sin embargo, los cálculos desde la economía suponen que la probabilidad de contagio es la misma para cada agente y, con ello, para la ciudad, región o país. En este sentido, estos cálculos no aportan información fiable ya que no miden probabilidades diferenciadas en función de la posición en la red de cada agente (no es lo mismo un médico que visita pacientes o un camarero que se mueve de mesa en mesa a un simple cliente de una tienda cualquiera). Así, por ejemplo, las propuestas de establecer un pasaporte inmunitario que permita a aquellas personas (supuestamente) inmunizadas contra la enfermedad tener completa libertad de acción para que sirvan de agentes "seguros" en múltiples tareas (atención a personas mayores en residencias, servicios de ayuda en hospitales, etcétera) tienen el riesgo de que estamos convirtiendo a estas personas en "hubs" en las redes sociales. Si no estamos absolutamente seguros de su inmunidad e incapacidad de contraer y transmitir la enfermedad los riesgos son, simplemente, demasiado grandes. Otro ejemplo relacionado con esta cuestión son los

cálculos sobre la eficiencia de las políticas implementadas (confinamientos, restricciones, fases de desescalada) tanto sobre la propia pandemia como sobre sus efectos económicos.

- Asociado a este aspecto está el funcionamiento de la pandemia en fases totalmente diferenciadas unas de otras (por ejemplo, cuando ha habido contagio comunitario o no lo ha habido; fases en los procesos de vuelta a la normalidad, etcétera). Es decir, la existencia de transiciones de fase que reclaman formas de actuar diferentes en cuanto a los medios de contención o a las reglas sociales de comportamiento (confinamiento, etcétera). Así, los diversos análisis económicos sobre la eficiencia de las medidas de política implementadas carecen de sentido real. Las mismas, por lo general, no incluyen en sus modelos, o técnicas, estas diferentes fases que, por supuesto, tienen efectos en las medidas políticas a implementar y, consecuentemente, en los efectos económicos de las mismas.

Así, es claro que la economía convencional ante la aparición (inexorable según nos demuestra la historia) de eventos espontáneos y explosivos no dispone de herramientas conceptuales adecuadas para lidiar con este tipo de eventos. Los riesgos, como nos ha demostrado la crisis financiera global de 2009-2012 y la actual pandemia del COVID-19, son demasiado grandes para dejar al análisis tradicional de la economía el comportamiento frente a este tipo de eventos. Por otro lado, lo relevante es anticiparse y enfrentarse precisamente con estas dificultades de importancia (el avión, cuando no hay problemas, en piloto automático funciona perfectamente). Además, si nos adentramos, como postula un reciente informe del Deutsche Bank, en la "[Era del desorden](#)", la aparición de eventos económicos y sociales emergentes será cada vez más la norma y menos la excepción.

Conoce el [Grupo de Estudio de las Transformaciones de la Economía Mundial \(GETEM\)](#)
y el resto de [Cartas publicadas](#)

