

# CRISIS Y COMPLEJIDAD SOCIOECONÓMICA

*Pablo Segovia Velasco*

*Licenciado en CC. Físicas. Doctorando ETS Ingeniería de Minas. UCM.*

## RESUMEN

Una nueva variable socioeconómica -que denominamos “complejidad”-, que es representativa de la hipertrofia de las estructuras socioeconómicas y del gigantismo de los mecanismos de control de estas, se demuestra como característica estrechamente vinculada a la productividad de los recursos, y es explicativa de las dinámicas asociadas al crecimiento económico y las crisis subsecuentes. Y es que la detracción de recursos productivos originada por un entorno socioeconómico excesivamente “complejo” se conforma como causa mayor en el establecimiento de límites para el crecimiento. El entendimiento profundo de esta variable omnipresente, es imprescindible para establecer políticas de incremento de la productividad que no introduzcan costes adicionales de control y con ello riesgos de colapso del sistema.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cualquiera que se haya parado con cierto detenimiento a analizar los mecanismos que gobiernan el crecimiento de nuestras economías, de nuestras sociedades, podrá llegar a conclusiones relativamente evidentes de cuáles son los “algoritmos” que generan el crecimiento, de cuál es la “sustancia primigenia” de la que se nutre, este organismo vivo y multiforme que denominamos “civilización”.

Aún más, cualquiera que lo analice desde una perspectiva histórica, obtendrá una visión muy similar de cuáles son esas rutinas de crecimiento, las mismas desde tiempos remotos. Observa J.A. Tainter que las sociedades son organizaciones-solucionadoras-de-problemas: tienden a evolucionar en respuesta a estímulos internos o externos, en un intento continuado de mantener el statu quo de sus componentes. Pues bien, la sustancia que segregan en todo ese proceso de creación constante, es algo intrínseco y creciente que se deposita en la estructura misma: su “complejidad”.

Basta observar cuál es el precio que hemos pagado en cada salto, voluntario o no, que nos ha permitido crecer y continuar vivos como sociedad. Cada uno de esos pequeños o grandes pasos, se han visto acompañados de un incremento permanente en términos de complejidad socioeconómica (sean estos incrementos traducibles en términos de engrosamiento de tamaño, de necesidades extraordinarias de control, de elevación en los costes de administración y mantenimiento, de dificultad para el entendimiento completo de la realidad y la correspondiente toma de decisiones, bien sean la volatilidad de los resultados, o la necesidad de un análisis multivariable para explicarlos...). Desde el simple ejercicio topológico de conectar varios nodos urbanos, a la experiencia empírica del paso de un recurso en vías de extinción al que lo sustituirá, cada paso lleva acompañado un incremento en materia de complejidad, que hay que administrar y controlar.

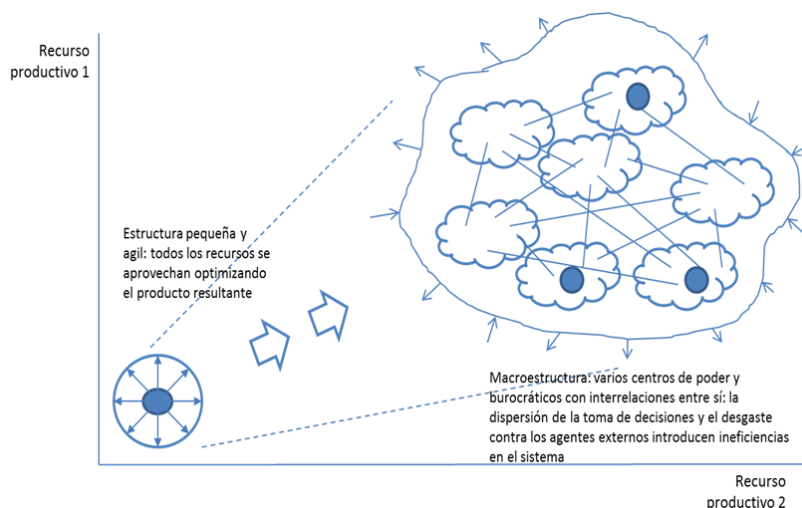
Y así, Asch y Ford (1972) y Cohen (1977) han estudiado las transiciones de las economías primitivas de subsistencia, orientadas a la caza y a la obtención de alimentos de forma natural, hacia otras donde la obtención de los mismos es más elaborada, y cuáles fueron sus efectos sobre la complejidad de las estructuras sociales. Wilkinson (1973) ha analizado la transición del paso del combustible vegetal al carbón en la Edad Media en Inglaterra y sus efectos sobre la productividad y la sociedad de la época. Estos y otros estudios avalan la misma realidad: la evolución de nuestras estructuras socioeconómicas vienen habitualmente envueltas de un incremento -a veces imperceptible, en ocasiones notable- del grado de complejidad de estas mismas estructuras.

Veremos que, a diferencia del análisis cuantitativo de esta función “complejidad”, que es extraordinariamente difícil y permanece irresuelto, el análisis cualitativo de la misma es de una simplicidad inmediata. Una estructura socioeconómica compleja se caracteriza por algunos -o habitualmente todos- de los siguientes aspectos:

- Sobredimensionamiento de la estructura social, gran tamaño relativo
- Gigantismo de las estructuras de poder y control, excesiva burocracia y elevados costes de administración
- Estratificaciones sociales intrincadas
- Alto nivel de especialización de los procesos internos
- Gran necesidad de interrelación para la toma de decisiones
- Pérdida de valores absolutos, relativización de los “principios”

Cualquier estructura (social, institucional, empresarial) que responda a estos criterios, podríamos caracterizarla como intrínsecamente “compleja”.

*Esquema 1. La evolución “natural” de las estructuras socio-económicas es hacia la ganancia en complejidad*



## 2. LOS LÍMITES DE LA COMPLEJIDAD

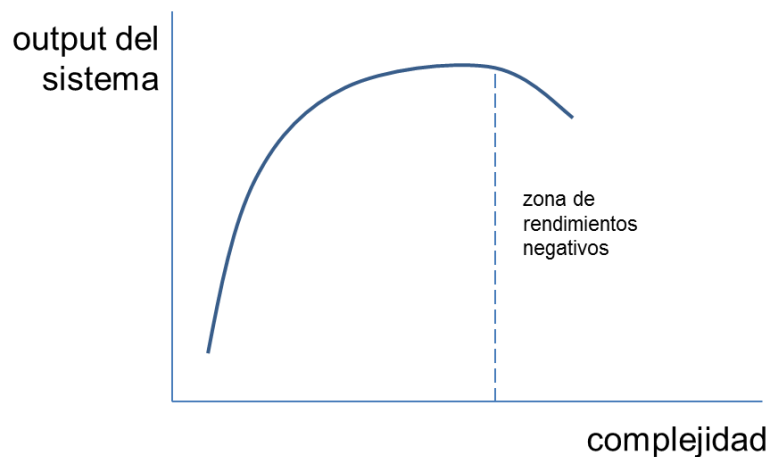
Tanto antropólogos, como sociólogos, economistas y arqueólogos estudiosos de los declives de muchas de las civilizaciones precedentes a la nuestra, están de acuerdo en considerar que –más allá de la decena larga de causas que tradicionalmente se han considerado como factores determinantes del colapso de las mismas- se encuentra otra primigenia y que posiblemente constituiría la causa común de todas ellas: el exceso de complejidad socioeconómica.

Y ¿por qué algo tan cercano a nuestra esencia, a nuestra racionalidad, puede ser origen de nuestra destrucción?

La respuesta nos la da la teoría de los rendimientos marginales decrecientes: Boserup (1981) ha analizado la pérdida de competitividad de los cultivos agrícolas con la intensificación de finales del siglo XX en los EEUU. Rifkin y Howard (1980) han medido la productividad energética de un dólar invertido en 1960 respecto de la actualidad. Machlup (1962), ha detectado la merma de productividad en la generación de nuevas patentes, así como en la inversión en educación especializada. También hay estudios en este mismo sentido relativos a los costes de obtención de información (Moore, 1981), o en cuanto a las estructuras organizativas -como el de Parkinson (1957) sobre el porcentaje de puestos productivos vs puestos de control en el Almirantazgo Británico-.

Todos ellos han observado -en sus aparentemente desconexos campos de análisis-, los efectos de la misma ley: aquella que dice que a partir de un cierto grado de complejidad socioeconómica, los retornos esperables del sistema empiezan a ser decrecientes. O dicho en otras palabras: que existe un umbral en la complejidad del sistema, a partir del cual cada incremento de complejidad nos cuesta más de lo que nos aporta.

*Esquema 2. No siempre ganar en complejidad mejora el resultado del sistema. Las mayores ganancias se obtienen habitualmente en las primeras etapas del proceso*



### 3. LA COMPLEJIDAD, UNA VARIABLE DE DIFÍCIL CUANTIFICACIÓN

La valoración cuantitativa de la “función complejidad” es realmente difícil, por la generalidad, el alcance y la omnipresencia de este parámetro a lo largo y ancho de todo el universo socioeconómico.

En mi tesis “Eficiencia energética y estructuras socioeconómicas: relación y modelo de evolución”, se ha propuesto un ejercicio aproximativo basado en analizar la complejidad en base a uno de sus efectos más notorios: la merma que genera en la productividad total de los recursos.

Y es que se observa que, a mayor complejidad de la estructura, mayor es la detracción de recursos que se produce en aras del mantenimiento de las estructuras de control, y mayores son las interferencias que se generan entre los nodos de decisión, y por tanto son menos los recursos que quedan libres para ser destinados a tareas realmente productivas.

De tal modo que hemos ideado un método para el cálculo de la evolución de la variable complejidad “C”, basado en la productividad total de los recursos, que hace que la definamos como cociente entre los recursos consumidos y el PIB producido:

$$C \approx \frac{R_c}{PIB}$$

Partiendo, por un lado, de una variación de la fórmula de Kaya:

$$R_c = \frac{P \cdot PIB}{P \cdot PIB} R_c \approx P \cdot r_{pc} \cdot C \quad [1]$$

(donde  $R_c$  son los recursos consumidos,  $P$  la población,  $PIB$  el producto interior bruto,  $r_{pc}$  la renta per cápita y  $C$  la complejidad)

Y por otro de la relación entre los recursos consumidos -desglosados en recursos energéticos, de materias primas, de mano de obra y de capital-, y expresados en forma fracción de reservas consumidas por cada sector productivo (residencial, comercial, industrial y transporte):

$$\mathbf{R}_c = \begin{bmatrix} R_{c,resi} \\ R_{c,com} \\ R_{c,ind} \\ R_{c,trans} \end{bmatrix} = \boldsymbol{\tau} \cdot \mathbf{R}_{total} = \begin{bmatrix} \tau_{r,e} & \tau_{r,mp} & \tau_{r,mo} & \tau_{r,k} \\ \tau_{c,e} & \tau_{c,mp} & \tau_{c,mo} & \tau_{c,k} \\ \tau_{i,e} & \tau_{i,mp} & \tau_{i,mo} & \tau_{i,k} \\ \tau_{t,e} & \tau_{t,mp} & \tau_{t,mo} & \tau_{t,k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_t \\ MP_t \\ MO_t \\ K_t \end{bmatrix}$$

La matriz  $\boldsymbol{\tau}$  correlaciona los recursos consumidos por cada sector económico con los diferentes factores productivos consumidos desde cada sector, medidos como porcentaje total de las reservas existentes. Considerando el tamaño total de los recursos consumidos  $R_c$  como el módulo del vector  $\mathbf{R}_c$ , obtenemos:

$$R_c = |\mathbf{R}_c| = \sqrt{R_{c,resi}^2 + R_{c,com}^2 + R_{c,ind}^2 + R_{c,trans}^2} \quad [2]$$

Simplificando en base a la disponibilidad de cada tipo de recurso se extraen un grupo de ecuaciones del tipo -sólo incluimos la correspondiente al sector residencial-:

$$R_{c,resi} \approx \tau_{r,e} E_{total} + \tau_{r,mp} MP_{total}$$

O bien:

$$R_c^2 = E_{total}^2 (\tau_{r,e}^2 + \tau_{c,e}^2 + \tau_{i,e}^2 + \tau_{t,e}^2) + MP_{total}^2 (\tau_{r,mp}^2 + \tau_{c,mp}^2 + \tau_{i,mp}^2 + \tau_{t,mp}^2) + 2E_{total} MP_{total} (\tau_{r,e} \tau_{r,mp} + \tau_{c,e} \tau_{c,mp} + \tau_{i,e} \tau_{i,mp} + \tau_{t,e} \tau_{t,mp})$$

Derivando e igualando las ecuaciones [1] y [2] respecto al tiempo obtenemos:

$$\frac{dR_c}{dt} = \left[ E_{total}^2 + MP_{total}^2 + 2E_{total} MP_{total} \right]^{1/2} * \left\{ \begin{array}{l} 2E_{total}^2 \left( \frac{d\tau_{r,e}}{dt} + \frac{d\tau_{c,e}}{dt} + \frac{d\tau_{i,e}}{dt} + \frac{d\tau_{t,e}}{dt} \right) + \\ 2MP_{total}^2 \left( \frac{d\tau_{r,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{c,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{i,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{t,mp}}{dt} \right) + \\ 2E_{total} MP_{total} \left( \frac{d\tau_{r,e}}{dt} + \frac{d\tau_{r,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{c,e}}{dt} + \frac{d\tau_{c,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{i,e}}{dt} + \frac{d\tau_{i,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{t,e}}{dt} + \frac{d\tau_{t,mp}}{dt} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \left( \frac{dP}{dt} r_{pc} + P \frac{dr_{pc}}{dt} \right) * C + P \cdot r_{pc} \frac{dC}{dt}$$

Que realizando un cambio de variables del tipo

$$\alpha = \frac{A}{P \cdot r_{pc}}, \text{ donde A es:}$$

$$A = \left[ E_{total}^2 + MP_{total}^2 + 2E_{total}MP_{total} \right]^{1/2} \left\{ \begin{aligned} & 2E_{total}^2 \left( \frac{d\tau_{r,e}}{dt} + \frac{d\tau_{c,e}}{dt} + \frac{d\tau_{i,e}}{dt} + \frac{d\tau_{t,e}}{dt} \right) + \\ & 2MP_{total}^2 \left( \frac{d\tau_{r,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{c,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{i,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{t,mp}}{dt} \right) + \\ & 2E_{total}MP_{total} \left( \frac{d\tau_{r,e}}{dt} + \frac{d\tau_{r,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{c,e}}{dt} + \frac{d\tau_{c,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{i,e}}{dt} + \frac{d\tau_{i,mp}}{dt} + \frac{d\tau_{t,e}}{dt} + \frac{d\tau_{t,mp}}{dt} \right) \end{aligned} \right\}$$

Y el cambio:

$$\beta = \frac{\left( \frac{dP}{dt} r_{pc} + P \frac{dr_{pc}}{dt} \right)}{P \cdot r_{pc}}$$

Nos arroja una ecuación del tipo:

$$\frac{dC}{dt} = -\beta C + \alpha$$

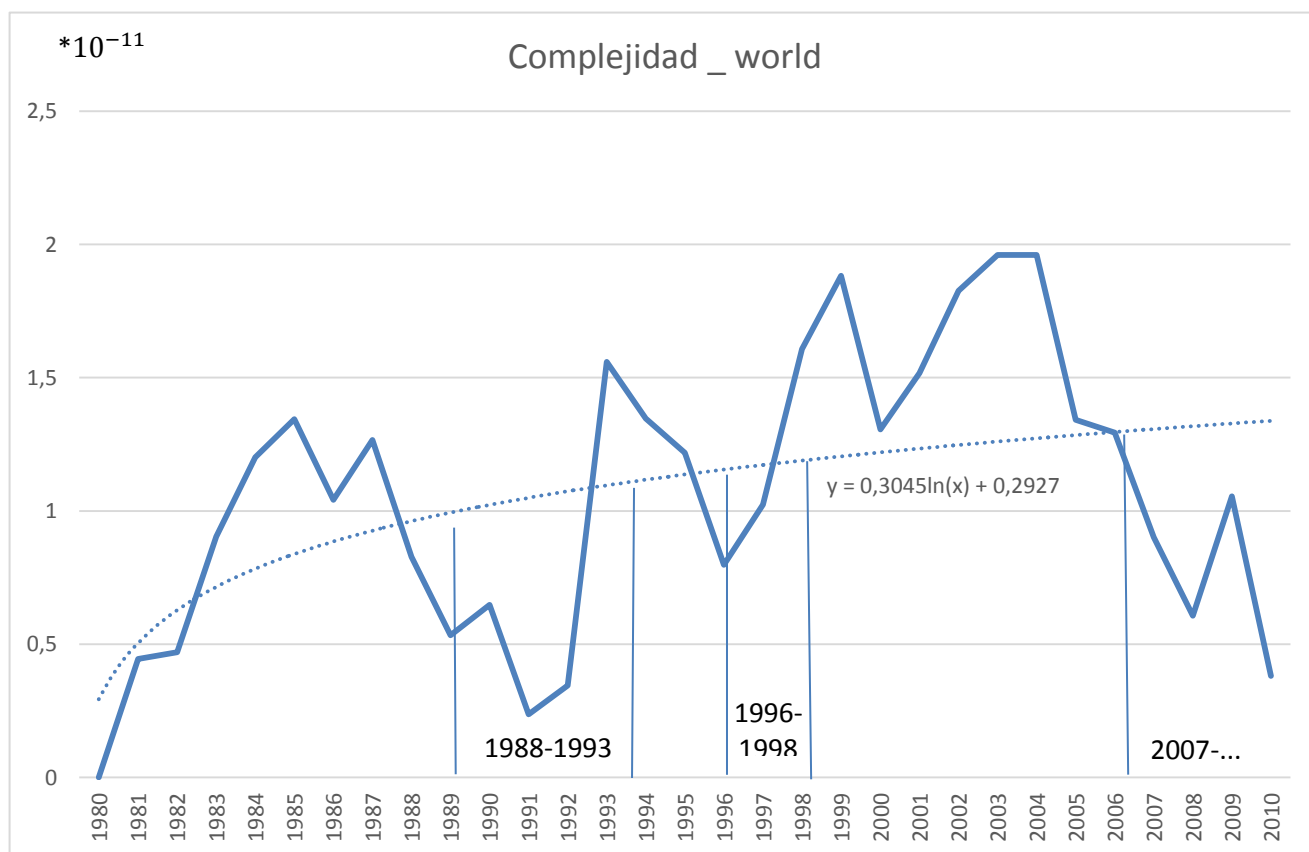
Tras este cálculo se llega a la conclusión que la complejidad C debe seguir una ecuación de la forma:

$$C(t) = \left( C(0) - \frac{\alpha}{\beta} \right) e^{-\beta t} + \frac{\alpha}{\beta} \quad [\text{años de recursos/US$95}] \quad [3]$$

Evaluando con los datos disponibles de renta, población, consumos energéticos sectoriales y consumos de materias primas sectoriales, y el PIB de la última treintena de años, podemos extraer una curva correspondiente a nuestra estimación de la función complejidad.

Comparando los datos empíricos con la curva promedio del período, tenemos un gráfico como el del siguiente esquema:

Esquema 3. Superposición de la curva de Complejidad y de su mejor aproximación matemática con los períodos más recientes de recesión económica (1980-2010).



#### 4. CONCLUSIONES

Unas primeras conclusiones que pueden extraerse del gráfico anterior son elocuentes:

- La tendencia general de la complejidad -estudiada bajo esta aproximación- es de suave crecimiento
- Los períodos de crecimiento en la complejidad coinciden con las etapas de crecimiento económico. De modo contrario, los períodos de recesión se ven acompañados de una pérdida relevante de complejidad
- Parece existir un umbral en torno a los  $1,5 \cdot 10^{-11}$  [años de reservas/US\$95] a partir del que determinadas “fuerzas” tienden a reajustar el sistema al equilibrio

Esto en sí mismo nos arroja una conclusión interesante para esa tragedia regular que denominamos “crisis económicas”: la destrucción que contienen de riqueza y tejido productivo parece que finalmente sí arroja un saldo favorable en materia de complejidad socioeconómica. Parece que el desmantelamiento aparentemente “desordenado” del tejido productivo, realmente respondiera adecuadamente a un criterio de supervivencia de los que mejor aprovechan los recursos, de las estructuras sencillas. Por tanto, extraemos una -posiblemente la única- visión positiva de estos eventos económicos: a modo de pequeños temblores sísmicos, restituyen el equilibrio y previenen de grandes terremotos de “complejidad”, que en otras circunstancias podrían darse. Porque no olvidemos que una situación de desequilibrio como las mencionadas, suscita una crisis, como suscita hambrunas, flujos migratorios, guerras y caos.

Otra de las conclusiones de esta aproximación a la función complejidad proviene del impacto sobre el crecimiento y el bienestar social: aunque no tenemos aún una curva exacta y completa que

represente cómo nuestra civilización se desplaza por el universo de la complejidad, si sabemos que la Ley de los rendimientos marginales decrecientes nos es de aplicación, y que no debemos estar excesivamente lejos del umbral de retornos negativos cuando las crisis se suceden de forma tan continuada como acostumbramos a observar. El dilema entre crecimiento y complejidad lo es en mayor medida para los países en vías de desarrollo, que tienen pocas opciones de gestionar constructivamente este reto.

Finalmente, deben extraerse conclusiones de índole política para no incentivar la inversión en complejidad no productiva: una caracterización de los sectores y países en base a su productividad de los recursos, arroja que la mejor batería de medidas a adoptar pasan por huir de estructuras de control hipertrofiadas, por permitir el ágil funcionamiento de los mercados, por dotar de mecanismos sencillos de funcionamiento a la sociedad, y por establecer reglas claras y garantizar su cumplimiento. Todo un enfoque “lean” para nuestro universo de relaciones sociales, económicas y políticas.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ANG, B.W.; ZHANG, F. (2005): The LDMI approach to decomposition analysis: A practical guide.
- GORDAN, R. (1981): “An economic analysis of world energy problems”, Electric Power Research Institute.
- HALL, CH.A.S. (2009): What's the minimum EROI that a sustainable society must have?
- IEA (2014): World energy statistics, IEA World Energy Statistics and Balances (database).
- MARRERO, G.A.: La intensidad energética en los sectores productivos de la UE 15.
- MORK, K.A. (1979): “Energy prices, inflation, and economic activity”, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts.
- RAMACHANDRA, T.V.: “Intra and intercountry energy intensity trends”.
- SCHURR, S.H.; SONENBLUM, S.; DAVID, O. (1983): “Energy, productivity and economic growth”.
- TAINTER, J.A. (1988): "The collapse of complex societies", Cambridge University Press.
- WOOD, D.O. (1986): “The changing world energy economy”, International Association of energy economists; MIT.