

A complex network diagram with numerous circular nodes of varying sizes and shades of blue and purple. The nodes are interconnected by a dense web of thin, light blue lines, with many of these lines featuring small arrowheads indicating a directed flow between the nodes. The overall pattern is organic and interconnected, filling the entire background of the slide.

LA ECONOMETRÍA DEL CRECIMIENTO

Dr. Manuel García-Ramos

LA PREGUNTA

- ¿Cuáles son los determinantes del crecimiento económico?
- Tesis verbal: los determinantes de Y son $X_1, X_2, \dots, X_K$.
- Tesis matemática:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

HOLÍSTICA

- El todo es más grande que la suma de sus partes.
- Posición metodológica y epistemológica que postula que los sistemas (físicos, biológicos, sociales, económicos, mentales, lingüísticos, etc.) y sus propiedades, deben ser analizados en su conjunto y no a través de las partes que los componen, consideradas éstas separadamente.

IMPORTANTE

- El lenguaje matemático es más limitado que los habituales porque existen conceptos e ideas que no se pueden expresar empleando lenguaje matemático.
- Si un concepto se puede expresar en lenguaje matemático será más preciso que cuando se expresa en lenguaje habitual.

LOS INGREDIENTES

- **Teoría económica.** Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales.
- **Matemática.** Ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos, y sus relaciones.
- **Estadística.** Rama de la matemática que utiliza grandes conjuntos de datos numéricos para obtener inferencias basadas en el cálculo de probabilidades.
- **Observación**

LA TRANSICIÓN

- Tesis verbal. Supuestos verbales.

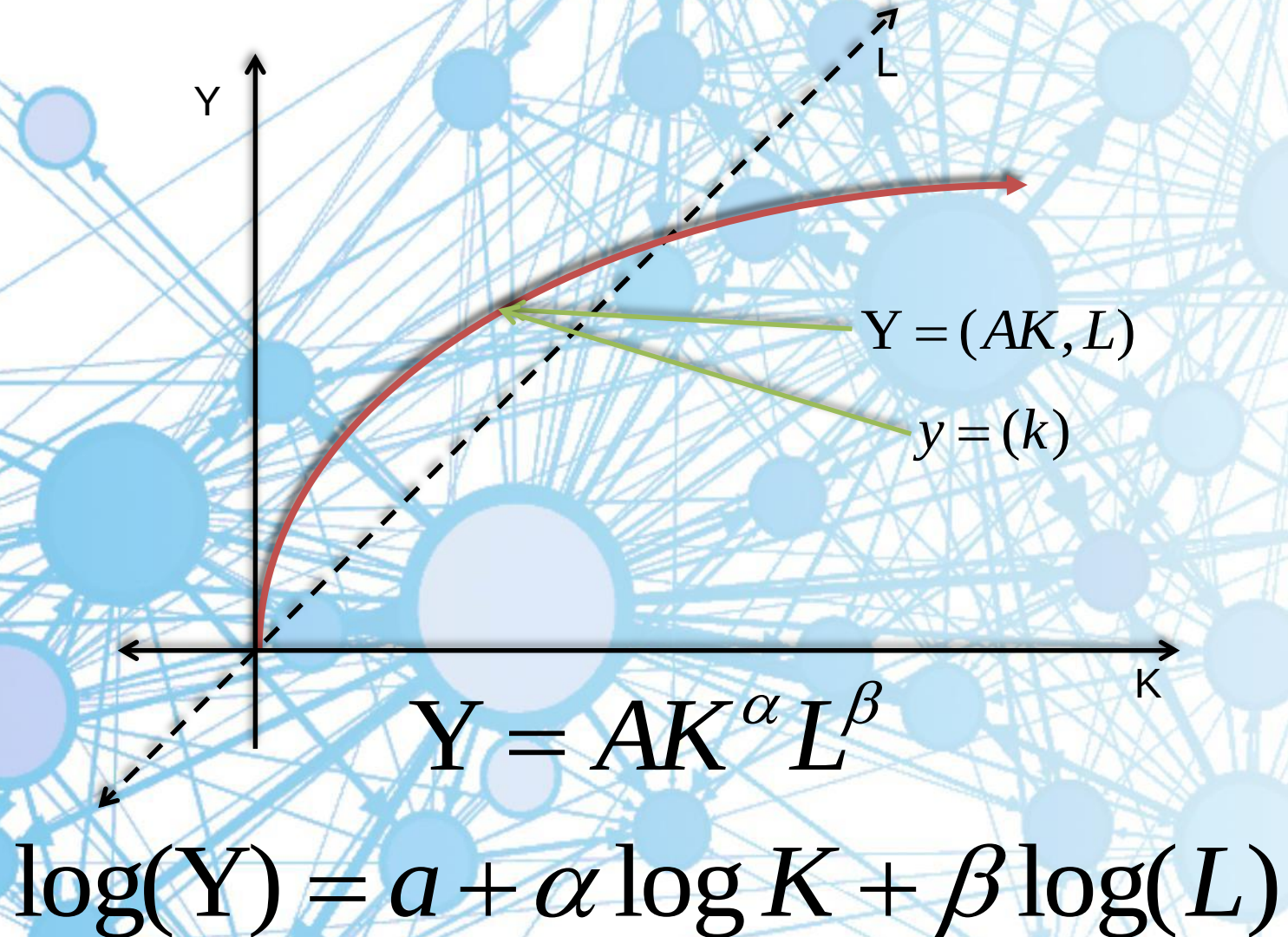
$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

$$F'(X_k) = ? \quad F''(X_k) = ? \quad F'''(X_k) = ?$$

$$\lim_{X \rightarrow \infty} F'(X_k) = ? \quad \lim_{X \rightarrow 0} F'(X_k) = ?$$

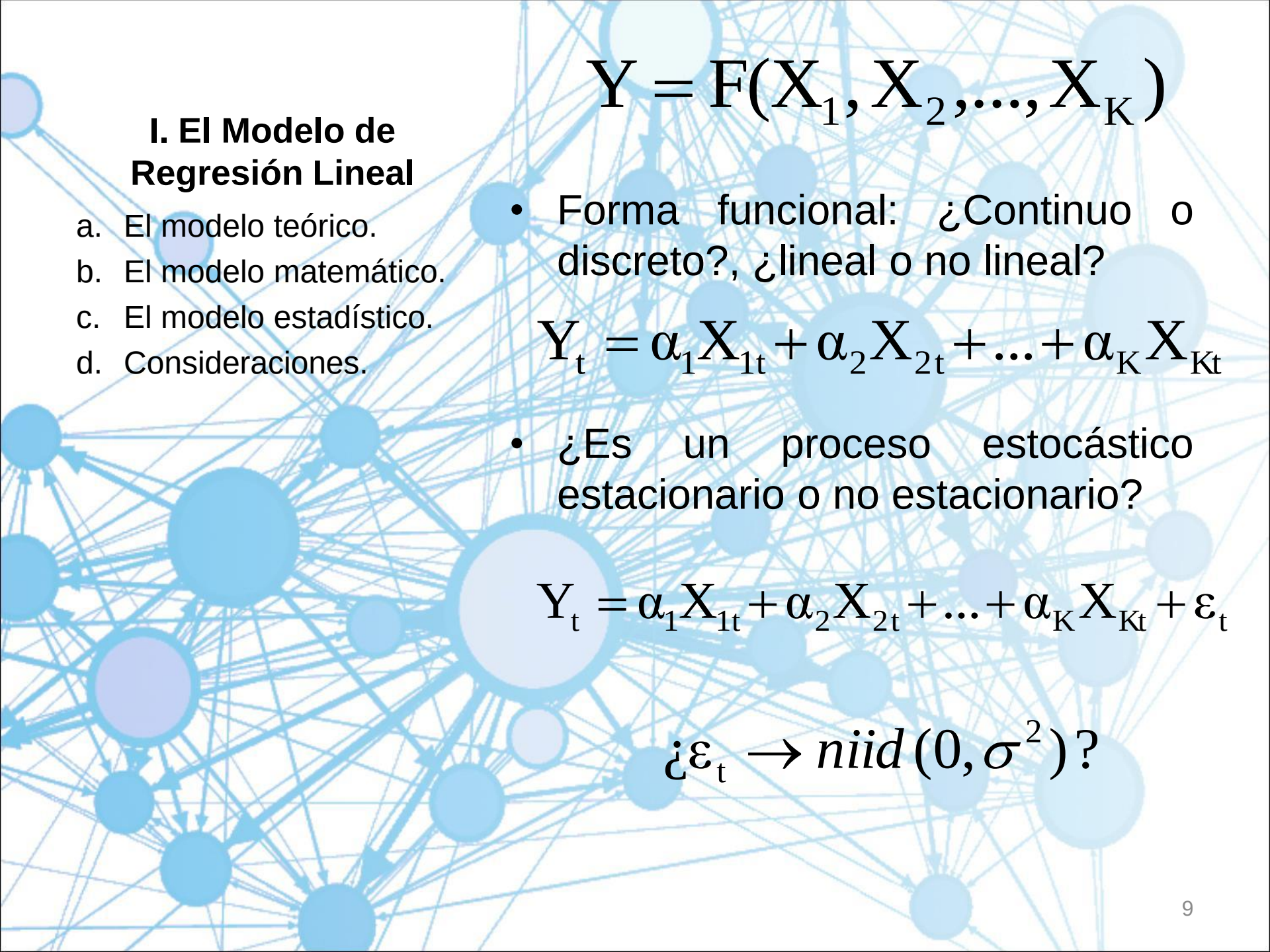
$$\lim_{X \rightarrow \infty} F''(X_k) = ? \quad \lim_{X \rightarrow 0} F''(X_k) = ?$$

LA FORMA FUNCIONAL CLÁSICA



ÍNDICE

- I. El Modelo de Regresión Lineal.
- II. El Modelo ARIMA.
- III. El Modelo de Ecuaciones Simultáneas.
- IV. Filtros y Algoritmos.
- V. El Modelo Longitudinal.
- VI. El Modelo VAR.
- VII. La Econometría Espacial.
- VIII. Correlación vs. Causalidad.
- IX. Los Determinantes.
- X. Consideraciones.


$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

I. El Modelo de Regresión Lineal

- a. El modelo teórico.
- b. El modelo matemático.
- c. El modelo estadístico.
- d. Consideraciones.

- Forma funcional: ¿Continuo o discreto?, ¿lineal o no lineal?

$$Y_t = \alpha_1 X_{1t} + \alpha_2 X_{2t} + \dots + \alpha_K X_{Kt}$$

- ¿Es un proceso estocástico estacionario o no estacionario?

$$Y_t = \alpha_1 X_{1t} + \alpha_2 X_{2t} + \dots + \alpha_K X_{Kt} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \rightarrow niid(0, \sigma^2)?$$

II. El Modelo ARIMA

- a. Supuestos económicos.
- b. Representación matemática.
- c. Expectativas adaptativas.
- d. Expectativas racionales.
- e. Consideraciones.

- El crecimiento económico es una fuerza inercial.
- El crecimiento observado en el pasado explica el futuro.

$$Y_t = \sum_{p=1}^P \alpha_p Y_{t-p} + \sum_{q=1}^Q \beta_q \varepsilon_{t-q}$$

$$Y_t = \frac{1}{1 - \alpha_1} Y_{t-1}; |\alpha_1| \geq 1$$

$$Y_t = \frac{1}{1 - \alpha_1} Y_{t-1}; |\alpha_1| < 1$$

- VARMA-X.

III. Filtros y Algoritmos

- El Dominio del Tiempo vs. el Dominio de las Frecuencias
- El Algoritmo de Hodrick y Prescott.
- El Filtro Baxter y King.
- Consideraciones.

- Crecimiento de largo plazo.
- Ciclos económicos.
- Hodrick y Prescott (1997) el método *Whittaker-Henderson Tipo A* (Whittaker, 1923; Henderson, 1924).

$$\min_{\mu_t} \left\{ \sum_{t=3}^T (y_t - \mu_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^T (\Delta^2 y_t)^2 \right\}$$

$$\psi(t) = \int_{-\pi}^{\pi} \delta(\lambda) e^{i\lambda t} dZ(\lambda)$$

$$\delta(\lambda) = \begin{cases} 1 & \text{si } \frac{2\pi}{6} \leq \frac{2\pi}{32} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

IV. El Modelo de Ecuaciones Simultáneas

- a. Idea central.
- b. Modelo teórico.
- c. Ejemplo de modelo estimable.
- d. Consideraciones.

- Determinantes y mecanismos de transmisión.

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

$$X_1 = F(Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$$

$\vdots$

$$X_K = F(W_1, W_2, \dots, W_M)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + (X_t - M_t)$$

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1t} + \dots + \alpha_K X_{Kt} + \varepsilon_{1t}$$

$$I_t = \beta_1 Z_{1t} + \dots + \beta_N Z_{Nt} + \varepsilon_{2t}$$

V. El Modelo Longitudinal

- a. Idea central.
- b. Modelo teórico.
- c. Modelo estimable.
- d. Consideraciones

- Varios países con determinantes comunes: homogeneidad vs. heterogeneidad.

$$Y_1 = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

$$Y_2 = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

$\vdots$

$$Y_I = F(X_1, X_2, \dots, X_K)$$

$$Y_{1,t} = \alpha_{1,0} + \alpha_{1,1}X_{1,1t} + \alpha_{1,2}X_{1,2t} + \dots + \alpha_{1,K}X_{1,Kt} + \varepsilon_{1,t}$$

$\vdots$

$$Y_{I,t} = \alpha_{I,0} + \alpha_{I,1}X_{I,1t} + \alpha_{I,2}X_{I,2t} + \dots + \alpha_{I,K}X_{I,Kt} + \varepsilon_{I,t}$$

- Efectos conjuntos vs. individuales.
- Efectos temporales.
- Modelos mixtos.
- Modelos cointegrados.

- Variables endógenas.
- Mecanismos de transmisión.

VI. El Modelo VAR

- Idea central.
- Modelo teórico.
- Ejemplo de modelo estimable.
- Consideraciones.

$$Y = F(Y, X_1, \dots, X_K)$$

$$X_1 = F(Y, X_1, \dots, X_K)$$

$$\vdots$$

$$X_K = F(Y, X_1, \dots, X_K)$$

$$Y_t = \alpha_{11} Y_{t-1} + \alpha_{12} X_t + \alpha_{13} X_{t-1} + \alpha_{14} Z_t + \alpha_{15} Z_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

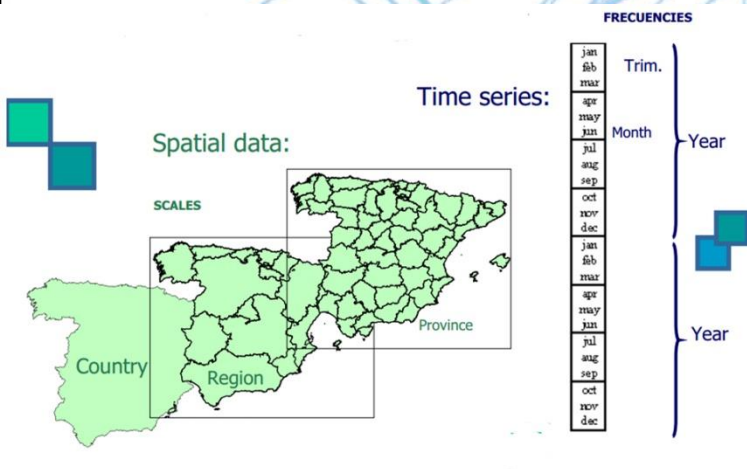
$$X_t = \alpha_{21} X_{t-1} + \alpha_{22} Y_t + \alpha_{23} Y_{t-1} + \alpha_{24} Z_t + \alpha_{25} Z_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

$$Z_t = \alpha_{31} Z_{t-1} + \alpha_{32} Y_t + \alpha_{33} Y_{t-1} + \alpha_{34} X_t + \alpha_{35} X_{t-1} + \varepsilon_{3t}$$

- Identificación y reducción.
- Procesos estocásticos no estacionarios.
- Modelos SVARMA.
- Modelos SVARMA-C.

VII. Econometría Espacial

- Ideas centrales.
- Los efectos espaciales
- El Modelo LAG

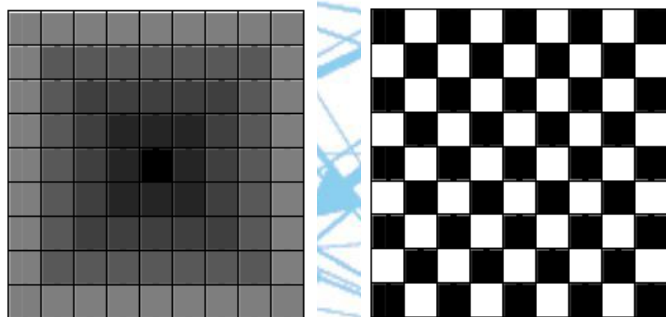


- Tiempo: continuo, pero unidimensional.
- Espacio: continuo y bidimensional.
- Interdependencia, asimetría, altopía, no linealidad, topología.
- Heterogeneidad espacial: efectos centro-periféria.
- Autocorrelación espacial: vecindades.
- Dependencia espacial sustantiva.
- Dependencia espacial residual.

$$Y = \rho WY + X\beta + u$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

$$\varepsilon \rightarrow N(0, \sigma^2 I)$$



VIII. Correlación vs. causalidad

- a. Correlación.
- b. Causalidad.
- c. Consideraciones.

- Correspondencia o relación recíproca entre dos o más cosas o series de cosas.
- Fuerza y sentido.

$$\rho = \frac{E[(Y - E(Y))(X - E(X))]}{\sqrt{E[Y - E(Y)]^2} \sqrt{E[X - E(X)]^2}}$$

- Origen.
- Granger (1969): dirección.

$$Y_t = \alpha_{11}Y_{t-1} + \dots + \alpha_{1K}Y_{t-K} + \beta_{11}X_t + \dots + \beta_{1K}X_{t-K} + \varepsilon_{1t}$$
$$X_t = \alpha_{21}Y_{t-1} + \dots + \alpha_{2K}Y_{t-K} + \beta_{21}X_t + \dots + \beta_{2K}X_{t-K} + \varepsilon_{2t}$$

- Sentido económico vs. información estadística.
- Linealidad vs. no linealidad.

IX. LOS DETERMINANTES

- Acervo de capital.
- Acervo de capital humano.
- Tecnología.
- Progreso técnico ¿neutral en el sentido de Solow, de Harrod o de Hicks?
- Por el lado de la Oferta vs. por el lado de la Demanda.

IX. LOS DETERMINANTES

Table 3: Factors advancing economic dynamism

Rank	Factors	%
1	High quality of human capital	53.67
2	High technology, innovation, R&D	50.16
3	Stable political environment	40.58
4	High degree of openness (networks, links)	38.98
5	Secure formal institutions (legal system, property rights, tax system, finance system)	36.74
6	Good infrastructure	32.91
7	Capacity for adjustment (flexibility)	31.63
8	Specialization in knowledge and capital intensive sectors	29.71
9	Significant Foreign Direct Investment	23.32
10	Free market economy (low state intervention)	22.36
11	Rich natural resources	22.04
12	Robust macroeconomic management	21.73
13	Low levels of public bureaucracy	18.21
14	Favourable demographic conditions (population size, synthesis and growth)	18.21
15	Favourable geography (location, climate)	13.10
16	Strong informal institutions (culture, social relations, ethics, religion)	12.46
17	Significant urban agglomerations (population and economic activities)	11.82
18	Capacity for collective action (political pluralism and participation, decentralization)	8.31
19	Random factors (unpredictable shocks)	4.79
20	Others	2.56

IX. LOS DETERMINANTES

Table 9: The degree of influence of each specific factor on the economic dynamism

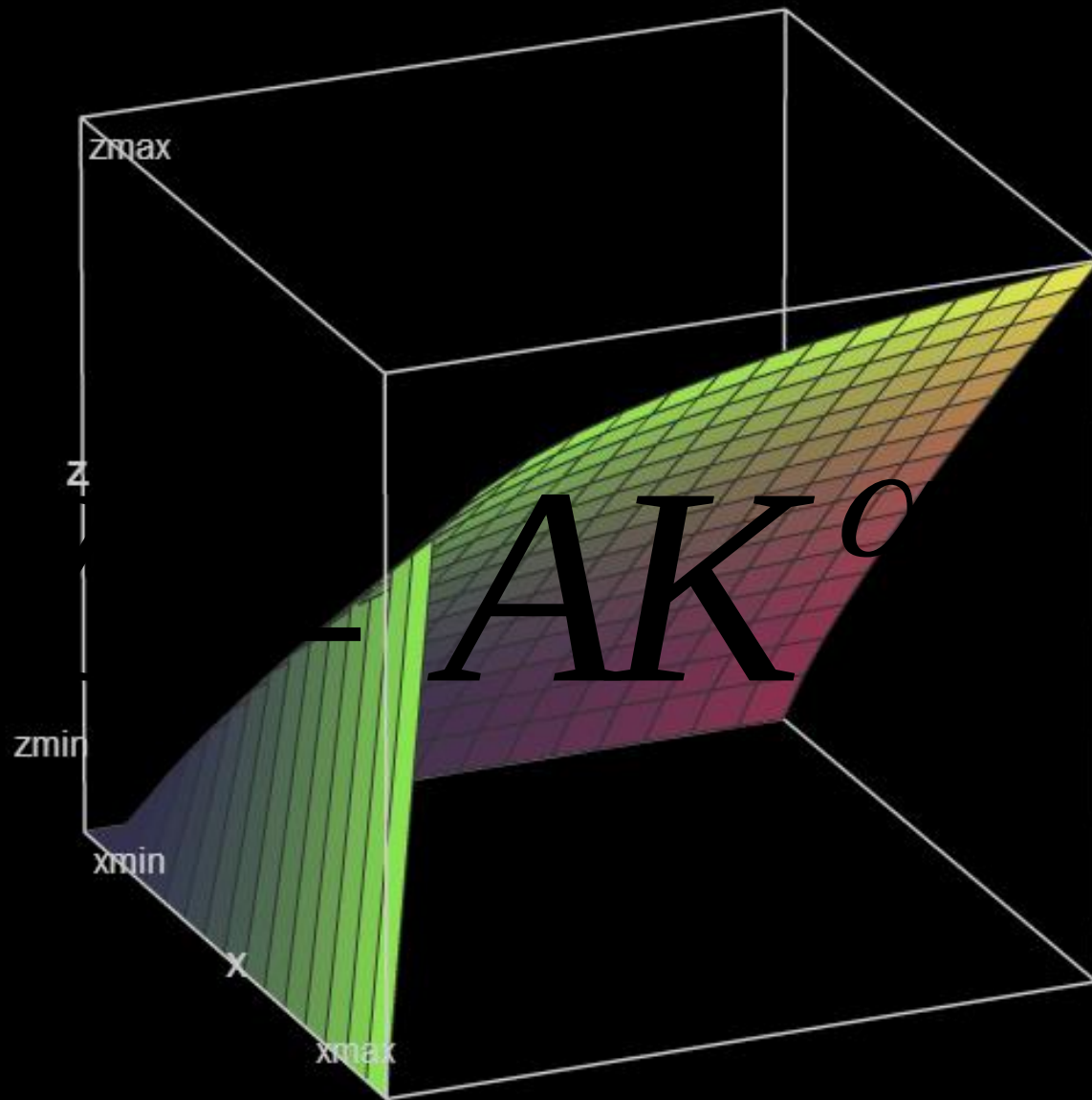
	Developed countries	Developing countries
Factors	Average Score	
Favourable geography (location, climate)	4.00	6.07
Rich natural resources	4.13	6.52
Robust macroeconomic management	6.22	6.06
High degree of openness (networks, links)	7.09	6.31
Specialization in knowledge and capital intensive sectors	7.37	4.81
Free market economy (low state intervention)	6.38	5.42
Low levels of public bureaucracy	6.12	5.96
Stable political environment	6.61	7.02
Capacity for collective action (political pluralism, participation, decentralization)	5.71	5.12
High quality of human capital	7.78	5.91
Good infrastructure	7.13	6.28
Significant Foreign Direct Investment	5.28	6.90
Secure formal institutions (legal system, property rights, tax and finance systems)	6.97	6.71
Strong informal institutions (culture, social relations, ethics, religion)	5.47	5.58
Capacity for adjustment (flexibility)	6.70	5.98
Significant urban agglomerations (population and economic activities)	5.71	5.77
Favourable demographic conditions (population size, synthesis and growth)	5.35	5.93
High technology, innovation, R&D	7.89	5.31
Random factors (unpredictable shocks)	3.80	4.75

X. CONSIDERACIONES

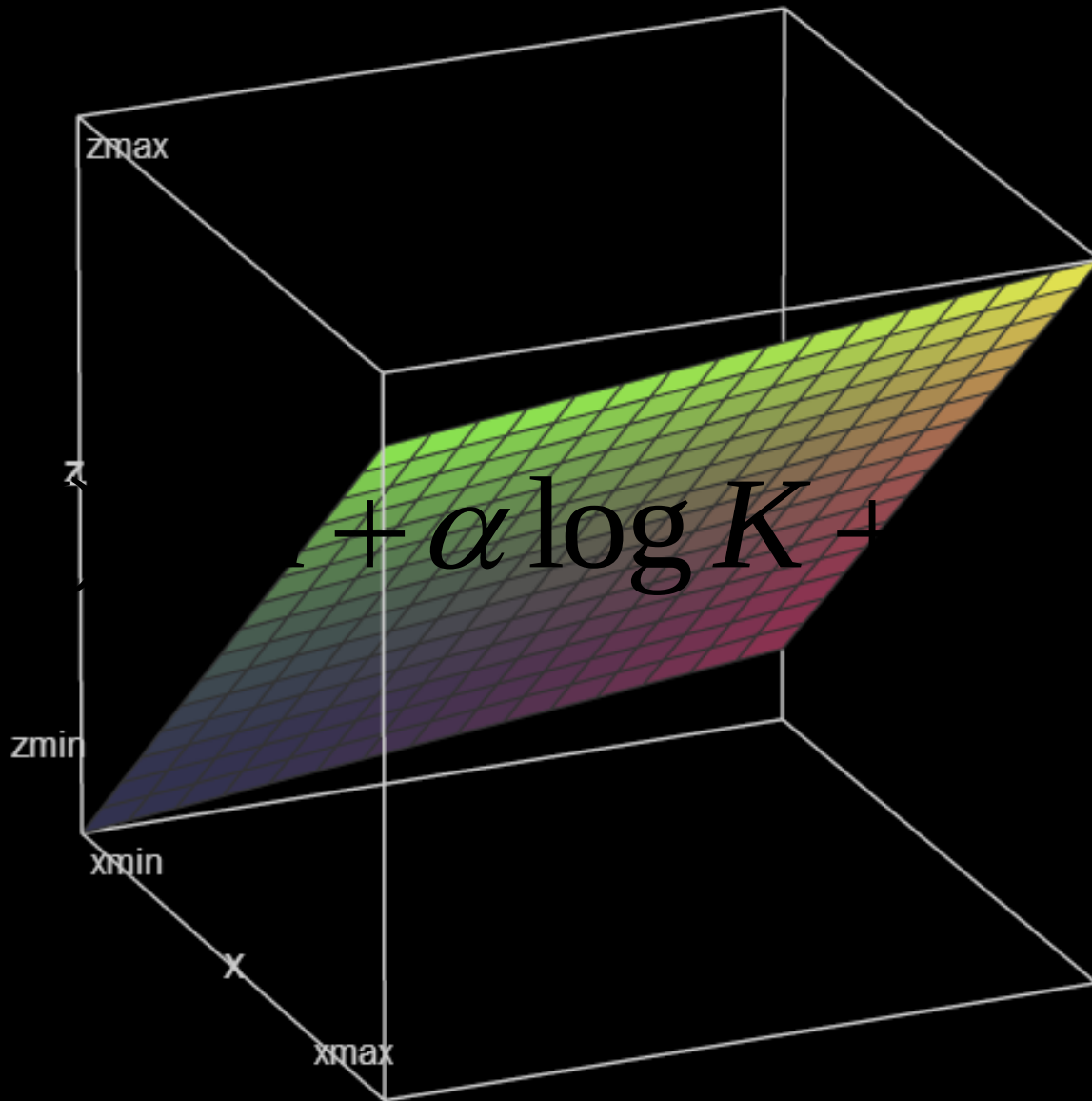
- Económicos:
 - Teóricos vs. Empíricos.
 - Corto vs. largo plazo.
 - Tiempo y espacio.
- Matemático-estadísticos:
 - Lineal vs. no lineal.
 - Estático vs. dinámico.
 - General vs. particular.

FORMAS FUNCIONALES

- Ajuste lineal.
- Ajuste no lineal.
- Aproximación polinomial.
- Algoritmos Genéticos.
- Redes Neuronales Artificiales.



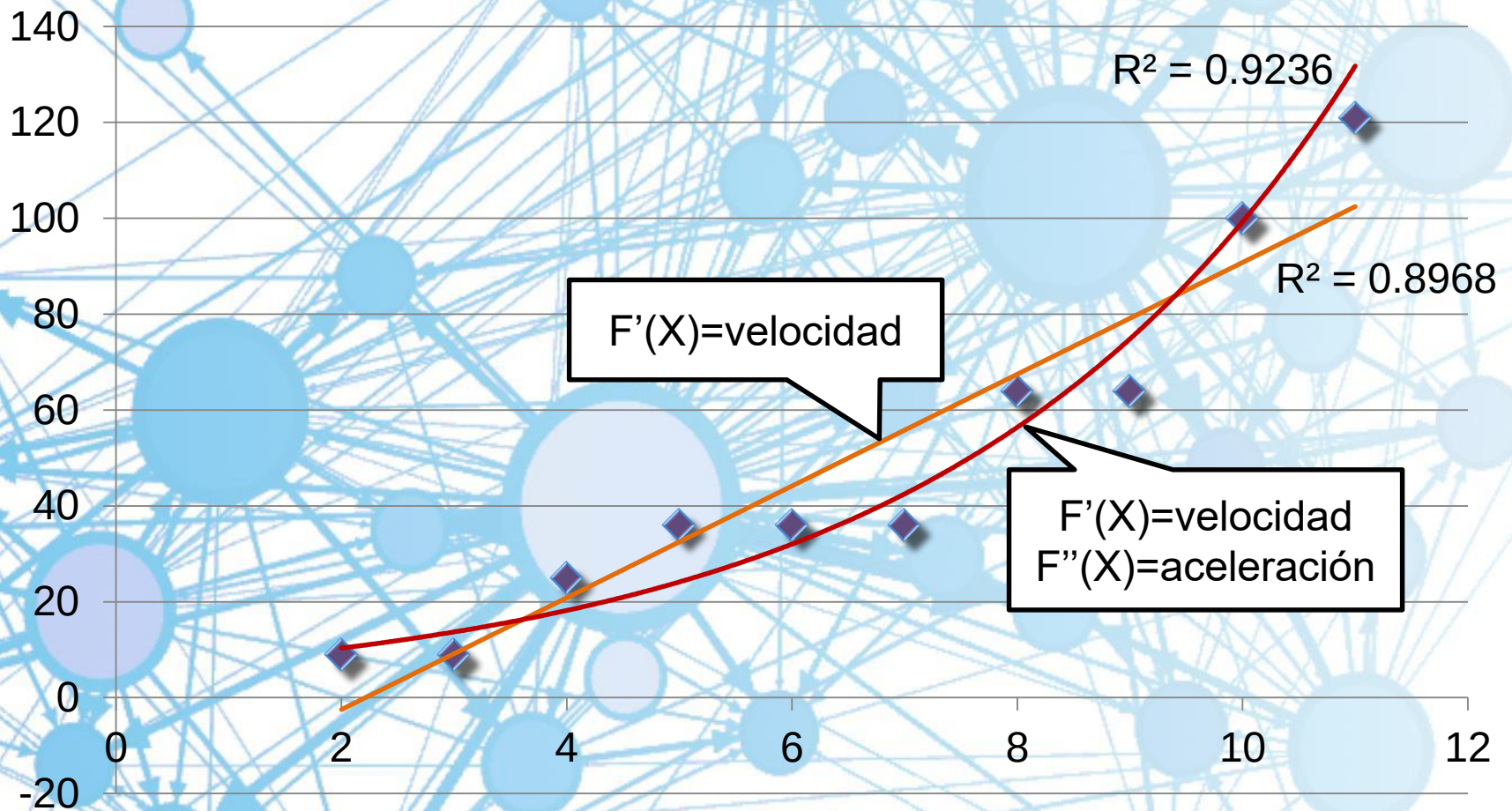
$$\log \left(\frac{1}{\epsilon} + \alpha \log K + \frac{1}{\epsilon} L \right)$$



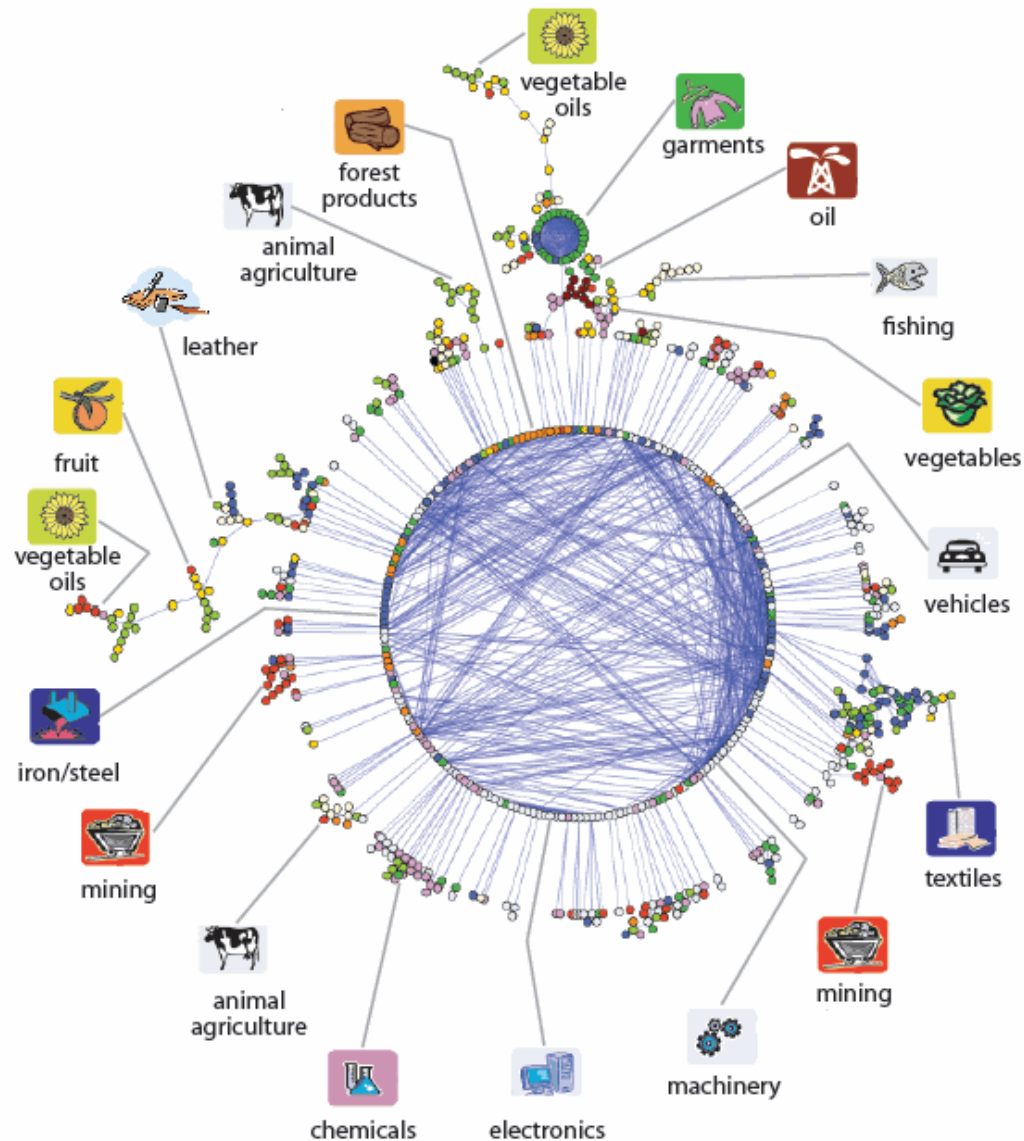
FORMAS FUNCIONALES LINEALES

- Lecturas directas de los parámetros.
- Multiplicadores.
- Elasticidades.
 - Velocidad.
 - Aceleración.
 - Empuje.

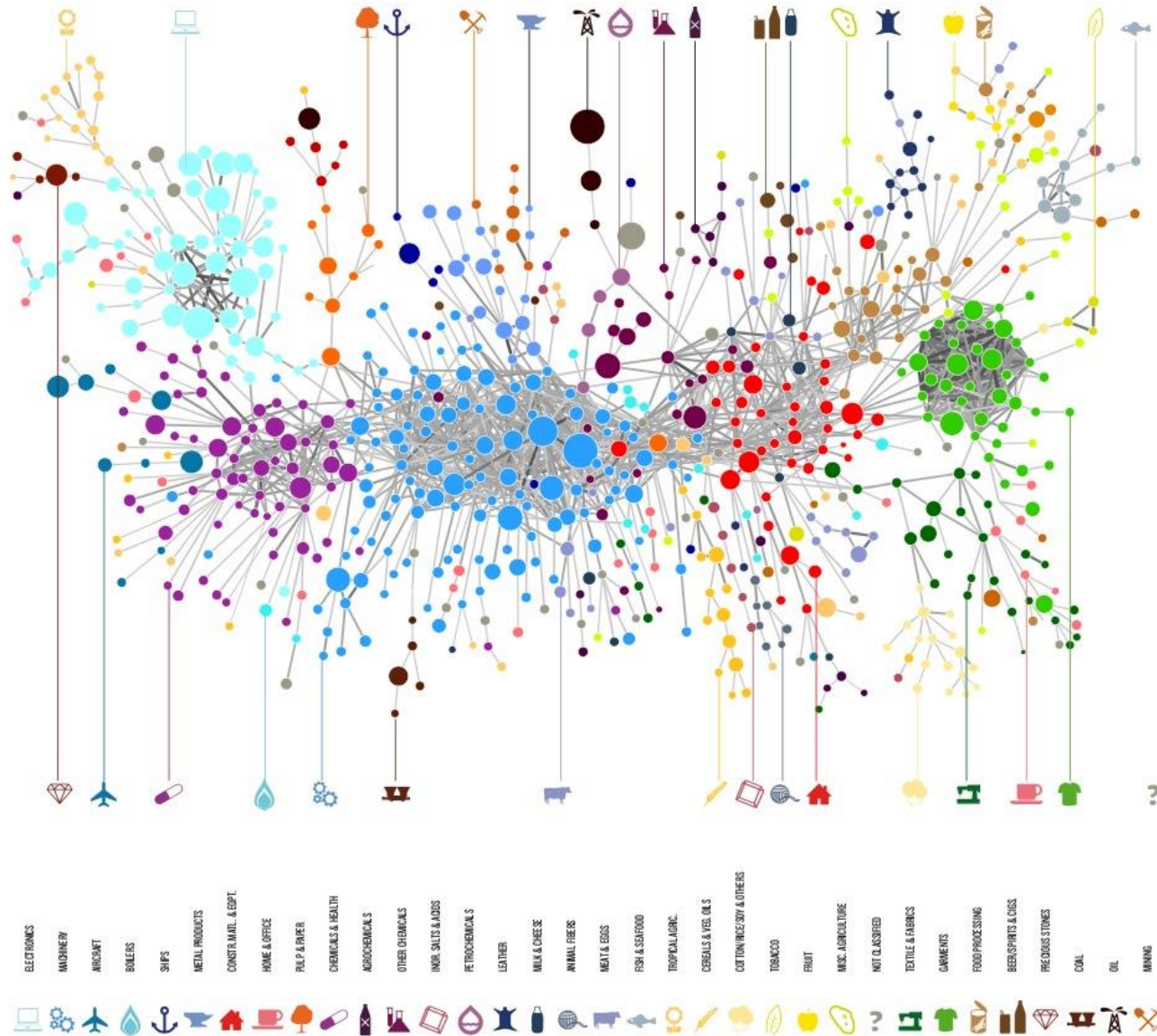
LECTURA DE PARÁMETROS



LA ECONOMETRÍA NO LO ES TODO



EL ESPACIO DEL PRODUCTO



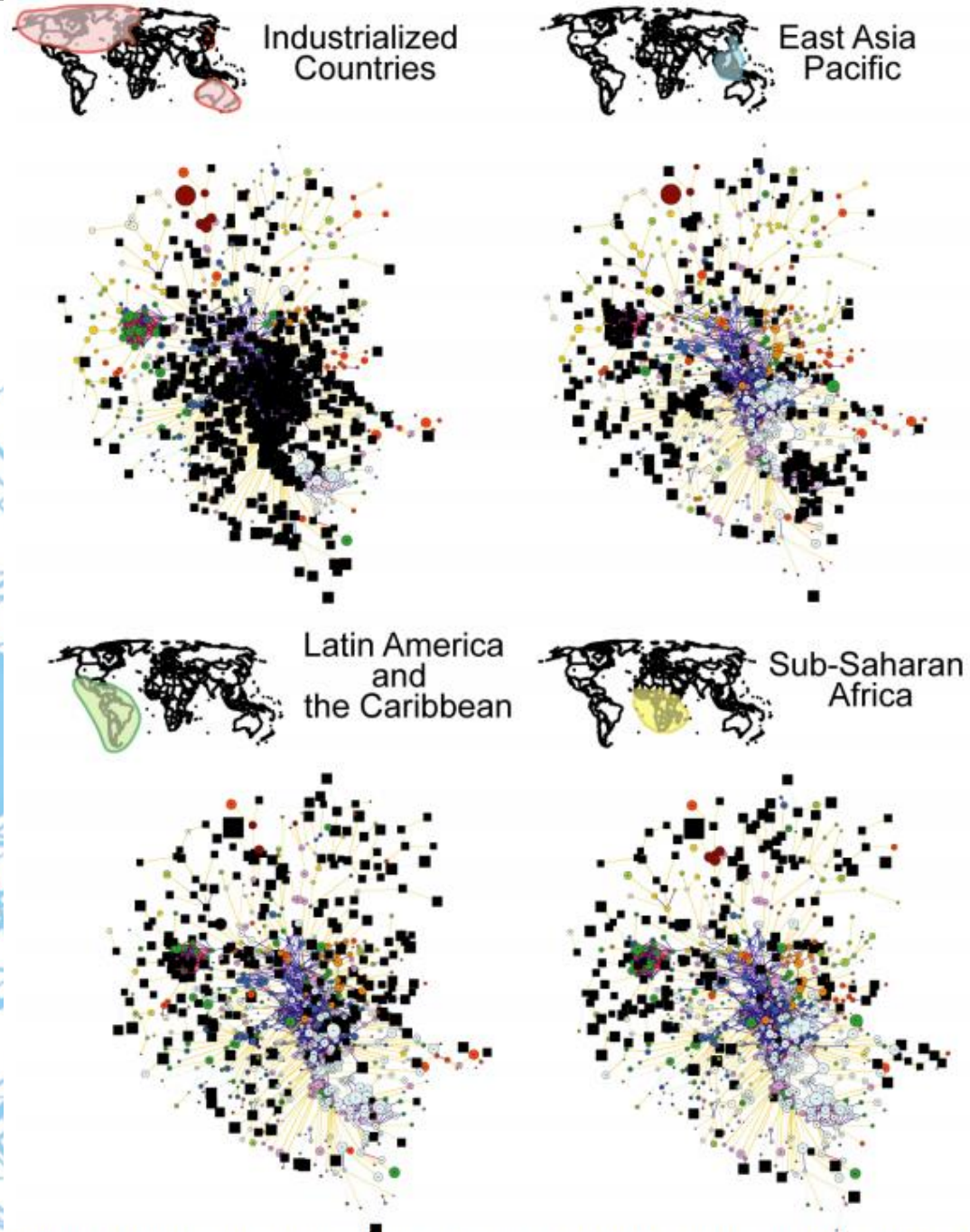


Figure 2. Localization of the productive structure for different regions of the world. The products for which the region has an $RCA > 1$ are denoted by black squares.

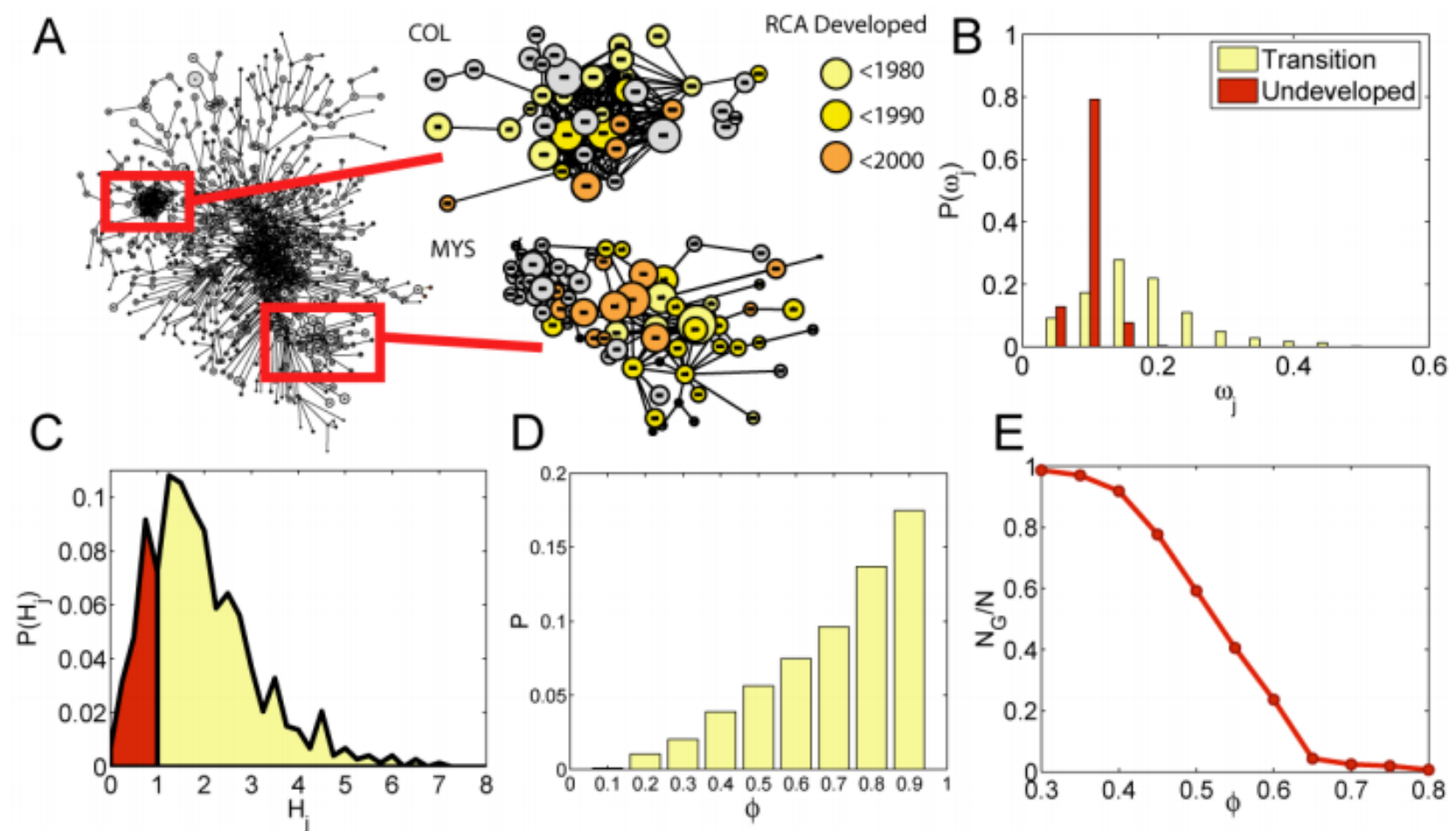
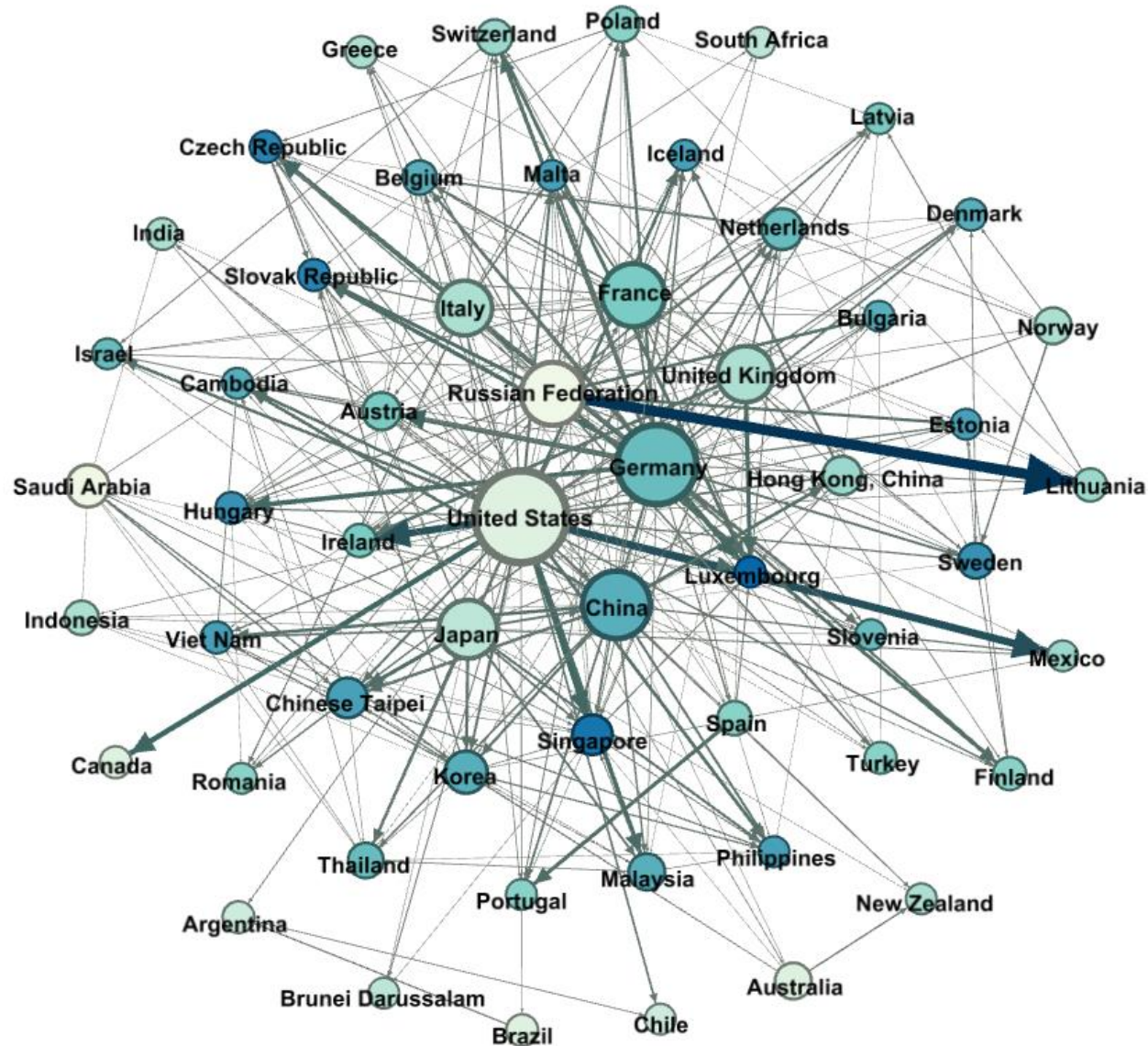


Figure 3. Empirical evolution of countries. **A.** Examples of RCA spreading for Colombia (COL) and Malaysia (MYS). The color code shows when this countries first developed $RCA > 1$ for products in the garments sector in Colombia and the electronics cluster for Malaysia. **B.** Distribution of density for transition products and undeveloped products **C.** Distribution for the relative increase in density for products undergoing a transition with respect to the same products when they remain undeveloped. **D.** Probability of developing RCA given that the closest connected product is at proximity ϕ . **E.** Relative size the largest connected component N_G with respect to the total number of products in the system N as a function of proximity ϕ .

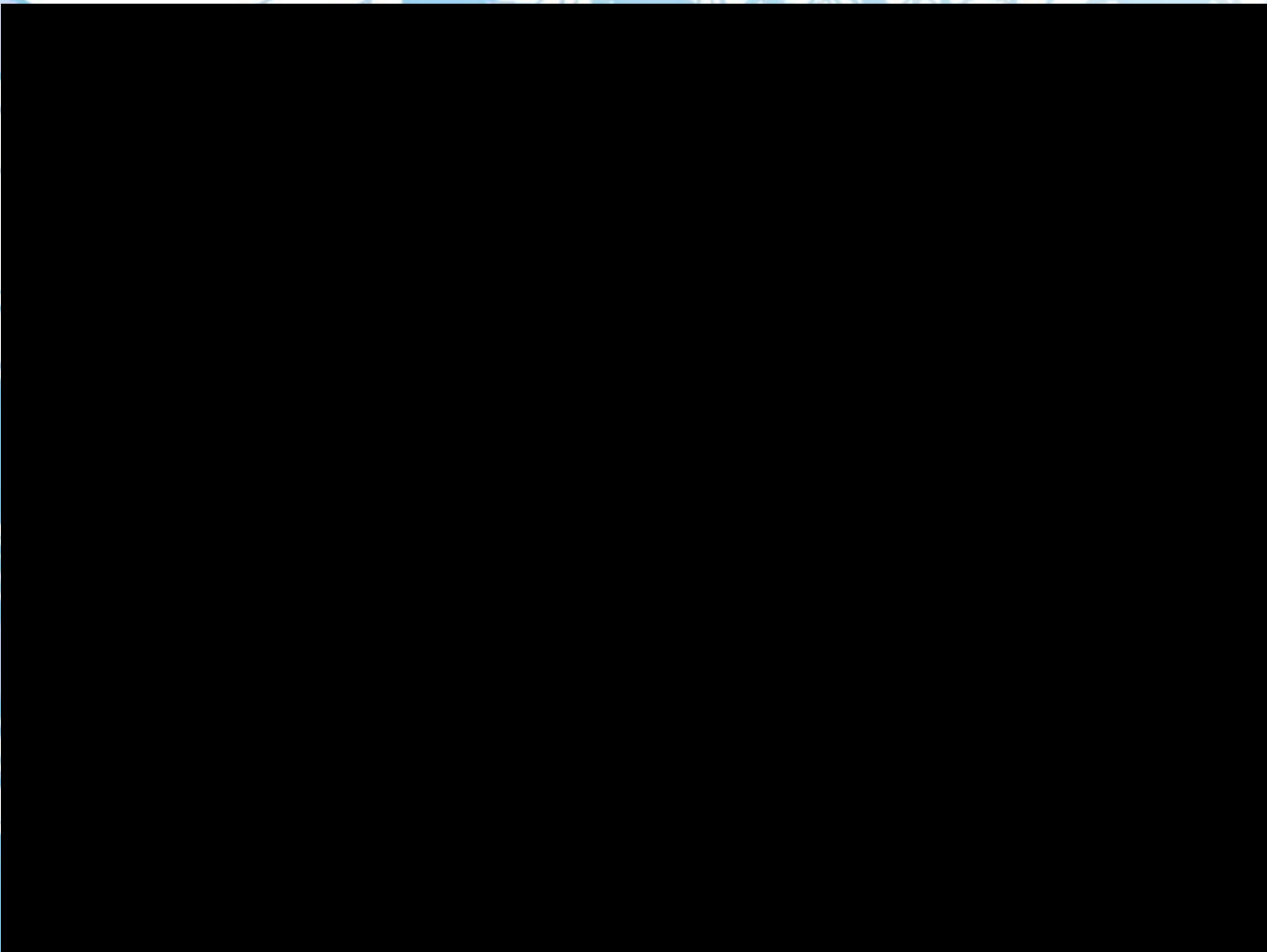
LAS REDES ECONÓMICAS



CENTRALIDAD NODAL

	Grado de entrada	Grado de salida	Grado	Weighted Degree	Weighted In-Degree	Weighted Out-Degree	Eccentricity	Closeness Centrality	Betweenness Centrality	Weighted Clustering Coefficient
Australia	1	5	6	10.6	1.7	8.9	4	2.4	0.0	46.2
Canada	1	1	2	10.7	9.2	1.5	2	2.0	0.0	0.0
France	7	28	35	65.0	13.3	51.7	3	1.5	136.4	12.5
Germany	8	42	50	159.0	13.0	146.0	2	1.1	345.5	10.6
Italy	4	21	25	48.5	7.1	41.4	3	1.7	3.3	15.6
Japan	3	24	27	68.5	4.9	63.6	4	1.7	15.5	18.6
Korea	9	10	19	46.3	24.3	22.0	4	2.2	27.7	25.6
Mexico	5	0	5	21.5	21.5	0.0	0	0.0	0.0	53.8
Turkey	6	1	7	11.5	10.4	1.1	1	1.0	0.0	49.0
United Kingdom	4	22	26	54.6	7.5	47.2	3	1.6	130.1	16.8
United States	1	53	54	192.1	1.5	190.7	1	1.0	52.0	9.6
Argentina	2	1	3	6.7	4.8	2.0	1	1.0	1.0	32.7
Brazil	1	1	2	4.4	1.7	2.7	2	1.5	0.0	50.0
China	9	32	41	97.3	19.1	78.2	3	1.5	347.1	12.1
India	4	1	5	8.1	6.4	1.7	6	3.9	0.0	40.9
Indonesia	4	3	7	8.9	5.4	3.5	5	3.0	0.0	57.1
Russian Federation	0	28	28	86.1	0.0	86.1	2	1.4	0.0	13.0
South Africa	3	0	3	4.8	4.8	0.0	0	0.0	0.0	16.6

ANÁLISIS DINÁMICO





WOW!