

## Granularidad de las Fluctuaciones del Ciclo Económico: El Caso Español

Omar Blanco Arroyo  
Simone Alfarano<sup>1</sup>

### Introducción

El economista francés Xavier Gabaix (2011), profesor de finanzas en la Stern School of Business de la Universidad de Nueva York, ha demostrado empíricamente que los shocks individuales que afectan algunas “grandes” empresas influyen significativamente en las fluctuaciones del ciclo económico de Estados Unidos. Para exponer este planteamiento el autor sostiene que los shocks idiosincráticos de las empresas más grandes de un país contribuyen significativamente a las variaciones del Producto Interior Bruto (PIB) de dicho país. Si una economía está caracterizada por este comportamiento se define “economía granular”.

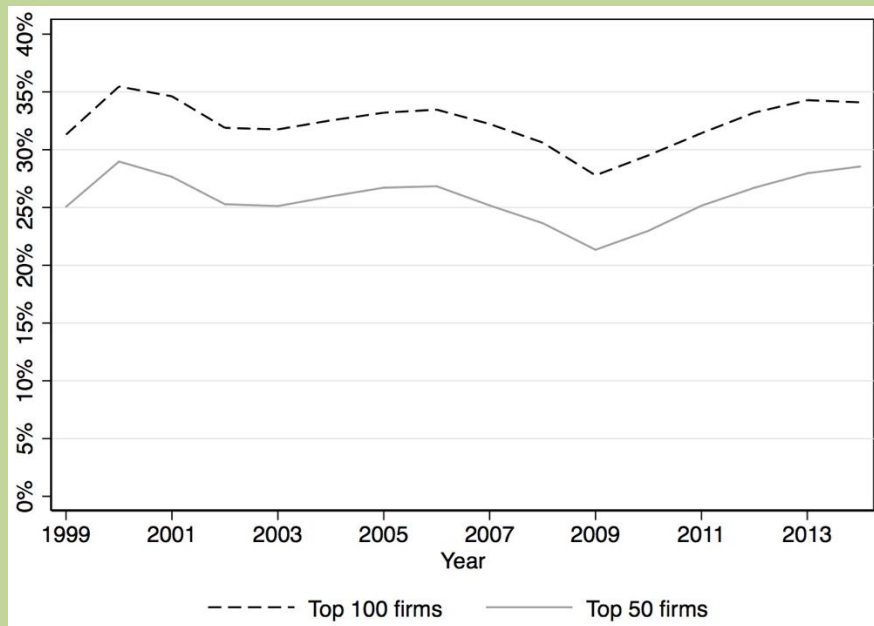
El objetivo de este artículo es comprobar si la hipótesis granular es confirmada para la economía española, es decir, si una parte relevante de la variabilidad del ciclo económico de España está relacionada con los shocks idiosincráticos de las grandes empresas españolas.

Como primera aproximación a la hipótesis de granularidad de la economía española, en la Figura 1 se representa el volumen de ventas relacionado con las 50 y 100 empresas más grandes con respecto al PIB. Como se puede ver en la Figura 1 las 50 empresas más grandes de la muestra representan entorno al 25% del PIB durante los años objeto de estudio y las 100 empresas más grandes se sitúan entorno 32% de media. Desde este simple cálculo empírico se desprende que existe una enorme heterogeneidad en el tamaño de las empresas españolas. La pregunta que nos planteamos a continuación es si esta enorme heterogeneidad entre las empresas se refleja también en su diferente impacto en las fluctuaciones macroeconómicas. En este artículo mostramos que las empresas españolas que definimos granulares constituyen una proporción marginal del número total de empresas en una economía (0.01% de la economía). Sin embargo, nuestros cálculos sugieren que las fluctuaciones de las 100 mayores empresas españolas, de un total de varios millones<sup>2</sup>, son responsables de la mitad de las fluctuaciones en la tasa de crecimiento del PIB.

---

<sup>1</sup> Universitat Jaume I, Departamento de Economía, Área de Fundamentos de Análisis Teórico.

<sup>2</sup> El número de empresas en el año 2015 es de 3.168.878, dato extraído del Directorio Central de Empresas elaborado por el INE.



**Figura 1:** Suma del volumen de ventas de las 50 y 100 empresas más grandes de la muestra, como fracción del PIB.

Desde una perspectiva económica general, la idea de la economía granular cuestiona profundamente el planteamiento macroeconómico convencional. En macroeconomía, el marco teórico establecido sostiene que los shocks idiosincráticos de las empresas se cancelan mutuamente en agregado, contribuyendo en manera marginal a las fluctuaciones económicas. Son los shocks exógenos y sistémicos (es decir que afectan la economía en su conjunto) que generan las fluctuaciones del ciclo económico. En este marco, la economía se puede describir como la elección óptima de un consumidor representativo y una única empresa que representa el conjunto de todas las empresas. Esta última hipótesis implícitamente asume que existe un cierto grado de homogeneidad entre las empresas de una economía. La visión de la economía como sistema granular plantea numerosas preguntas para entender la dinámica macroeconómica y potenciales nuevas implicaciones a la hora de aplicar políticas de estabilización del ciclo económico.

### Base de datos

Los datos utilizados para llevar a cabo el análisis han sido extraídos de la base de datos SABI (Sistemas de Análisis de Balances Ibéricos), elaborada por Bureau Van Dijk. El periodo de estudio es de 16 años y está comprendido entre los años 1999 y 2014. En este periodo de tiempo España ha experimentado una fase expansiva del ciclo y una fase recesiva, que ha sido la peor de su historia reciente. El número de empresas extraídas de la base de datos es de 36.474, y para cada una se tienen datos de su volumen de ventas ( $S$ ), número de empleados ( $E$ ) y código SIC,<sup>3</sup> para identificar a que sector pertenece cada empresa. Sin embargo, en esta muestra existen empresa cuyos shocks pueden ser exógenos, como es el caso de las empresas pertenecientes a los

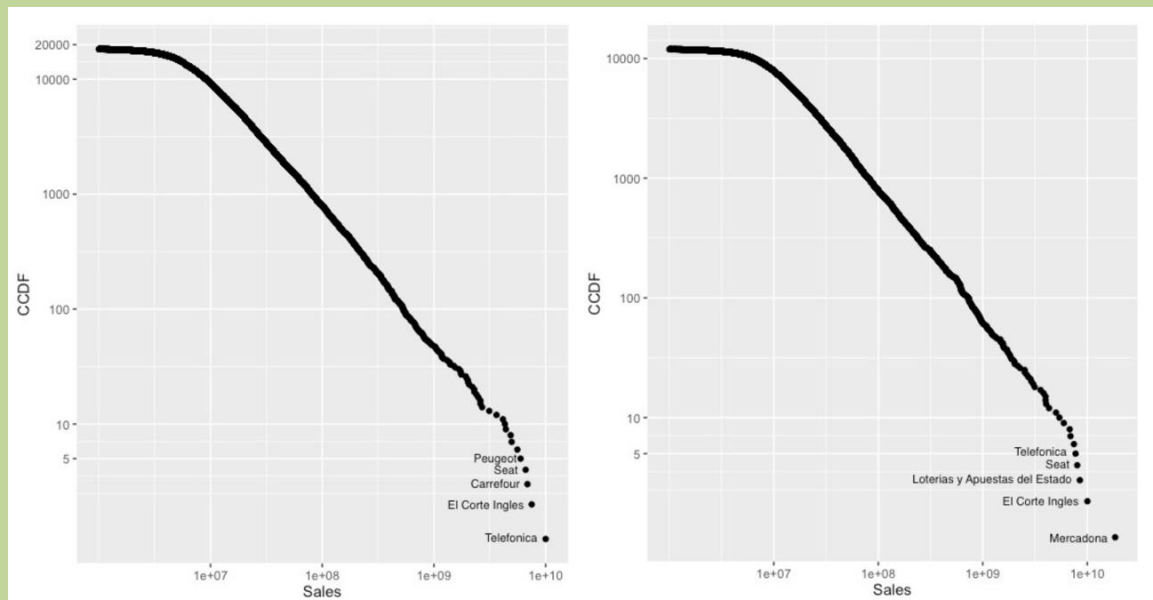
<sup>3</sup> *Standard Industrial Classification* (SIC) es un sistema para clasificar las industrias mediante un código de cuatro dígitos.

sectores hidrocarburos, energía y finanzas. La inclusión de estas empresas en el análisis puede llevar a distorsiones en los resultados, por lo que no han sido consideradas. Eventualmente, mediante un proceso de filtrado utilizando el código SIC de cada empresa, el número de empresas consideradas en el análisis es de 31.477.

### Medida de la heterogeneidad

La heterogeneidad en el volumen de ventas de las empresas españolas es muy elevado, tanto si comparamos las empresas más grandes con la media de la muestra, como si confrontamos las empresas más grandes entre ellas. Por ejemplo, en el año 2000 Telefónica resulta ser la empresa más grande, un cuarto más grande que El Corte Inglés (segunda) y un tercio más grande que Carrefour (tercera). Además, en este año Telefónica poseía aproximadamente el mismo volumen de ventas que las 3000 empresas más pequeñas de la muestra. Más recientemente, en el año 2014, Mercadona tenía un tamaño de casi el doble que El Corte Inglés (segunda), y su tamaño era el mismo que las 3250 empresas más pequeñas juntas. Estas cifras, así como la configuración ilustrada en la Figura 1, reflejan la existencia de una gran heterogeneidad en el tamaño de las empresas que forman parte de la economía española.

Para representar gráficamente la heterogeneidad observada empíricamente utilizamos la Función de Distribución Cumulativa Complementaria (FDCC), es decir el número de empresas con un tamaño mayor de un dado nivel  $S$  en función de este mismo nivel. En la Figura 2 se muestra la FDCC en un gráfico a escala logarítmica. Desde la Figura 2 se desprende que existen unas pocas empresas con un volumen de ventas muy elevado, y al mismo tiempo muchas empresas que tienen un volumen de ventas residual.



**Figura 2:** FDCC año 2000 (panel izquierdo) y FDCC año 2014 (panel derecho).

Además, la Figura 2 muestra que la cola de la distribución empírica se puede aproximar mediante una línea recta. En términos cuantitativos eso significa que la distribución del

tamaño de las empresas más grandes puede ser aproximada utilizando una distribución estadística conocida con el nombre de *power law*, caracterizada por un índice de la cola,  $\zeta$ , que representa gráficamente la pendiente de la recta que aproxima la cola de la distribución empírica. La estimación del índice permite cuantificar el grado de heterogeneidad existente en la distribución del tamaño de las empresas. La máxima heterogeneidad se alcanza cuando  $\zeta = 1$ . Valores más altos del índice indican una menor heterogeneidad.<sup>4</sup> En particular, según la teoría desarrollada por Gabaix, un índice por encima de 2,  $\zeta > 2$ , indica la ausencia de empresas granulares.

Los resultados obtenidos de la estimación se presentan en la Tabla 1. Como se puede observar, para todos los años objeto de estudio el índice  $\zeta$  de la distribución es próximo a 1, lo cual implica una alta heterogeneidad en la muestra. Además este es estadísticamente significativo al 1%. Por otra parte, la capacidad explicativa, expresada mediante el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), es muy elevada en todos los casos.

Por tanto, en base a la evidencia presentada, se puede decir que existe un comportamiento *power-law*, que refleja una elevada heterogeneidad en la distribución del tamaño de las empresas. Basándonos en los resultados de la estimación del índice de la cola, la heterogeneidad es suficientemente elevada como para poder observar el fenómeno de las fluctuaciones granulares en la economía española.

**Tabla 1:** Estimación de  $\zeta$  mediante MCO. \*Nivel de significación al 1%.

Año	$\zeta$	$Se(\zeta)$	$R^2$
1999	1.089*	0.015	0.997
2000	1.107*	0.016	0.997
2001	1.115*	0.016	0.998
2002	1.134*	0.016	0.998
2003	1.139*	0.016	0.998
2004	1.142*	0.016	0.998
2005	1.146*	0.016	0.998
2006	1.148*	0.016	0.998
2007	1.141*	0.016	0.998
2008	1.106*	0.016	0.998
2009	1.100*	0.016	0.998
2010	1.093*	0.015	0.998
2011	1.087*	0.015	0.997
2012	1.072*	0.015	0.998
2013	1.062*	0.015	0.998
2014	0.995*	0.014	0.993

<sup>4</sup> Para estimar el parámetro  $\zeta$  se ha utilizado el método propuesto por Gabaix & Ibragimov (2011). Estos autores proponen una modificación de la regresión de mínimos cuadrados ordinarios.

## El modelo y su calibración

### Empresas independientes

Para plantear las ideas de Gabaix (2011), utilizamos el modelo de las *Economy Islands* de Lucas para ilustrar el impacto que tienen los shocks idiosincráticos cuando existe una amplia heterogeneidad en el tamaño de las empresas.

El modelo de las islas asume que todas las empresas producen bienes finales y que no existe ningún tipo de vínculo entre ellas respecto a los input utilizados para la producción, es decir, unas empresas no son proveedoras de otras. Bajo estas hipótesis el crecimiento del PIB ( $Y_t$ ) de la economía puede ser expresado como:

$$\frac{\Delta Y_{t+1}}{Y_t} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta S_{i,t+1}}{S_{i,t}} * \frac{S_{i,t}}{Y_t}$$

donde  $\Delta Y_{t+1} = Y_{t+1} - Y_t$  y  $\Delta S_{i,t+1} = S_{i,t+1} - S_{i,t}$  es la variación anual del volumen de ventas de la empresa  $i$  en el año  $t$ .  $N$  indica el número de empresas independientes (Islas) que constituyen la economía. La expresión indica que el crecimiento del PIB es la suma del crecimiento de cada empresa, calculando como  $\frac{\Delta S_{i,t+1}}{S_{i,t}}$ , ponderadas por su peso relativo en la economía. Dado que las empresas son independientes, sus tasas de crecimiento se deben a shocks idiosincráticos provocadas, por ejemplo, por huelgas de los trabajadores, cambio en el management de la empresa, etc.

Siguiendo el planteamiento de Gabaix y asumiendo que los shocks idiosincráticos de las empresas, es decir su tasa de crecimiento, tienen la misma desviación típica ( $\sigma_i \equiv \sigma$ ), la relación entre la volatilidad del PIB y la volatilidad de las empresas se puede expresar como:

$$\sigma_{PIB} = \sigma * \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{S_{i,t}}{Y_t}\right)^2} = \sigma * h$$

Esta relación implica que la volatilidad del ciclo económico ( $\sigma_{PIB}$ ) es directamente proporcional a la volatilidad del crecimiento de las empresas con un coeficiente que depende de la distribución del tamaño de las empresas ( $h$ ).<sup>5</sup>

Asumiendo que todas las empresas tienen un peso relativo en la economía parecido ( $h = \frac{1}{\sqrt{N}}$ ), tal y como se asume en los modelos macroeconómicos convencionales, la volatilidad del PIB pasaría a ser:

---

<sup>5</sup>  $h$  es la raíz cuadrada del índice Herfindahl de la economía, el cual asigna un peso mayor a las empresas con mayor tamaño. El valor de este índice depende directamente de la distribución del tamaño relativo de las empresas.

$$\sigma_{PIB} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Para comprobar si este es el caso de la economía española, se ha calculado la desviación típica media de los shocks de las empresas de la muestra ( $\sigma = 33\%$ ). Teniendo en cuenta que el número de empresas en España es aproximadamente 3 millones, las fluctuaciones en el ciclo económico tendrían una volatilidad de 0.019% anual. Este resultado no es consistente con la volatilidad empírica del PIB, calculada usando el filtro Hodrick-Prescott, que se sitúa en 4.36%. Este simple cálculo nos indica la razón por la cual los modelos macroeconómicos convencionales, basados en el paradigma de la empresa representativa, consideran los shocks agregados y exógenos como los únicos responsables de las fluctuaciones del ciclo económicos (ejemplo, adopción de nuevas tecnologías por parte de todas las empresas, shocks energéticos, monetarios o políticos, etc...).

Sin embargo, si se renuncia al supuesto de homogeneidad en el tamaño de las empresas, y se considera la distribución empírica de la heterogeneidad de las empresas, la volatilidad del PIB predicha sería 1.6%, que es el resultado de  $h_{emp} * \sigma$ , siendo  $h_{emp}=4.81\%$ . Como se puede observar, al tener en cuenta la heterogeneidad en el tamaño de las empresas que se observa empíricamente, la volatilidad predicha por el modelo de las islas se aproxima a la volatilidad empírica del PIB. Con el supuesto de homogeneidad entre las empresas, la volatilidad predicha del PIB es 230 veces inferior a la empírica, mientras que considerando la heterogeneidad observada, nos acercamos a un valor que es aproximadamente 2.7 veces inferior.

Dado que un pequeño número de grandes empresas representa una fracción significativa del PIB y considerando que incluyendo la heterogeneidad del tamaño de las empresas mejora enormemente la volatilidad predicha del PIB, surge la pregunta: ¿es posible que los shocks idiosincráticos a las grandes empresas representen una fracción significativa de las fluctuaciones del ciclo económico? Para contestar a esta pregunta se considera un modelo más complejo, el cual tiene en consideración las interacciones existentes entre las empresas que componen la economía.

### **Interacciones entre las empresas**

A pesar de que el supuesto de empresas independientes es muy restrictivo, permite acercarse a la magnitud de la volatilidad de las fluctuaciones del ciclo económico de manera extremadamente significativa, si se considera el nivel de heterogeneidad observado empíricamente. A continuación analizaremos cómo cambia la predicción si se asume que las empresas interactúan entre ellas.

El Teorema de Hulten (1978) tiene en cuenta las interacciones de *input-output* entre las empresas, generalizando el supuesto del modelo de las islas basado en empresas independientes. Dicho teorema sostiene que el crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF) puede ser explicado a partir de la suma de los shocks

idiosincráticos en la productividad<sup>6</sup> ponderados por el peso relativo de cada empresa en la economía:

$$\frac{\Delta PTF_{t+1}}{PTF_t} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta \pi_{i,t+1}}{\pi_{i,t}} * \frac{S_{i,t}}{Y_t}$$

donde  $\pi_{i,t}$  es la productividad de la empresa  $i$  en el año  $t$ , y  $\Delta \pi_{i,t+1} = \pi_{i,t+1} - \pi_{i,t}$  es su variación anual. La variación de la productividad está definida como:

$$\frac{\Delta \pi_{i,t+1}}{\pi_{i,t}} = \Delta \ln(S_{i,t}/E_{i,t}),$$

donde  $S_{i,t}$  es el volumen de ventas de la empresa  $i$  en el año  $t$  y  $E_{i,t}$  es el número de empleados de la empresa  $i$  en el mismo año. Gabaix (2011) sostiene que el crecimiento de la PTF multiplicado por un coeficiente  $\mu$ , que representa el uso de los factores de producción capital y trabajo, aproxima el crecimiento del PIB. Por tanto:

$$\frac{\Delta Y_{t+1}}{Y_t} = \mu \sum_{i=1}^N \frac{\Delta \pi_{i,t+1}}{\pi_{i,t}} * \frac{S_{i,t}}{Y_t}$$

Calculando la desviación estándar del PIB se obtiene:

$$\sigma_{PIB} = \mu \sigma_{\pi} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{S_{i,t}}{Y_t}\right)^2} = \mu * \sigma_{\pi} * h$$

Con el fin de verificar si este planteamiento se aproxima más a la volatilidad observada del PIB se utilizó el valor de  $\mu$  propuesto por Gabaix, que es 2.6. La desviación típica del crecimiento de la productividad medida empíricamente es  $\sigma_{\pi}=37\%$ . La volatilidad estimada del PIB resulta del 4.6%, la cual se acerca considerablemente a la observada de 4.36%. Este simple modelo de interacciones entre las empresas junto a incluir la grande heterogeneidad en su tamaño llega a ser sorprendentemente preciso en predecir el orden de magnitud de las fluctuaciones macroeconómica del PIB.

### Análisis empírico

Con el fin de analizar si la hipótesis de la economía granular se cumple para el caso español, seguimos la metodología propuesta por Gabaix (2011). Este autor propone una medida de los shocks idiosincráticos llamada *granular residual*, que está basada en la expresión tomada del Teorema de Hulten. Dicha medida está matemáticamente definida como:

<sup>6</sup> En el modelo de las islas se considera el crecimiento del volumen de ventas, mientras que en el teorema de Hulten relaciona el crecimiento de la productividad de las empresas con las variaciones de la productividad total de los factores.

## Shocks Idiosincráticos de Volatilidad y Fluctuaciones Agregadas

$$\Gamma_t^K = \sum_{i=1}^K \frac{S_{i,t-1}}{Y_{t-1}} (g_{i,t} - \bar{g}_t)$$

Donde el sumatorio incluye las K empresas más grandes de la muestra. Los shocks idiosincráticos se estiman considerando el crecimiento relativo de la productividad de la empresa respecto a la economía en su conjunto o al sector al que pertenece la empresa.  $g_{i,t}$  recoge el crecimiento de la productividad de la empresa i en el año t, y  $\bar{g}_t$  es la media de los shocks idiosincráticos. Como se desprende del teorema de Hulten, si  $K=N$  el granular residual coincide con el crecimiento del PIB. La idea básica es que las fluctuaciones idiosincráticas de pocas empresas,  $K=100$ , sean suficientes para describir una fracción significativa de las variaciones del ciclo económico. Si N es en el orden de un millón de empresas, las  $K=100$  empresas granulares constituyen solo el 0.01% de toda la muestra.

La manera de cuantificar la capacidad explicativa del granular residual sobre el agregado es mediante la regresión por MCO del crecimiento del PIB per cápita ( $PIB^{pc}$ ) sobre la serie del granular residual. La expresión matemática, incluyendo dos retardos sería:

$$\frac{\Delta PIB^{pc}_{t+1}}{PIB^{pc}_t} = \beta_0 + \beta_1 \Gamma_t + \beta_2 \Gamma_{t-1} + \beta_3 \Gamma_{t-2} + \varepsilon_{t+1}$$

Si la economía es granular, un número extremadamente reducido de empresas, como son las 100 empresas más grandes, explican una fracción significativa de las fluctuaciones de PIB.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos regresando el *granular residual* en función del PIB per cápita. Como se puede observar, la capacidad explicativa del granular residual mejora cuando se incluye un retardo adicional, incrementando el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) desde un 20% a más del 50%. Esto significa que el granular residual por sí sólo (la medida que recoge los shocks idiosincráticos de las 100 mayores empresas, ponderados por su peso relativo en la economía) es capaz de explicar más de la mitad de la variabilidad del PIB per cápita durante el periodo de tiempo estudiado.



**Tabla 2:** Regresión MCO del crecimiento del PIB per cápita  $\left(\frac{\Delta \text{PIB}^{\text{pc}}_{t+1}}{\text{PIB}^{\text{pc}}_t}\right)$  sobre el granular residual ( $\Gamma_t$ ) y el granular residual controlando por industria ( $\Gamma_t^I$ ). \* Nivel de significatividad al 10%, \*\* al 5% y \*\*\* al 1%.

	1	2
(Intercept)	0.0232* (0.1153)	0.0126 (0.0092)
$\Gamma_t$	2.6277 (1.9663)	4.7397*** (1.0964)
$\Gamma_{t-1}$	-3.3398*** 1.013	-1.0461 0.0884
$\Gamma_{t-2}$		-2.6055*** 0.5819
$N$	14	13
$R^2$	0.2069	0.5633
$R^2_{adj}$	0.0627	0.4178

Este trabajo indica que la naturaleza granular parece ser relevante en la descripción del ciclo económico español. Cabe señalar, sin embargo, que el trabajo presenta algunas limitaciones debido al corto periodo de tiempo que considera. Mas análisis empíricos y un desarrollo de la teoría de la macroeconomía granular son necesarios para conclusiones más firmes.

### Conclusiones

La evidencia empírica presentada demuestra que la economía española tiene un comportamiento granular, que indica que un número reducido de empresas tiene un impacto considerable en las fluctuaciones del ciclo económico. Este resultado es debido a que la heterogeneidad de las empresas hace que, en agregado, los shocks idiosincráticos no se cancelen mutuamente, como proponía el argumento de diversificación empleado por los modelos macroeconómicos convencionales.

Por tanto, el análisis llevado a cabo muestra el papel clave que las grandes empresas juegan en la economía. Además, permite cuantificar con precisión cual podría ser el impacto de los shocks de cada empresa granular sobre el PIB. De esta manera se puede medir la fragilidad de la economía de un país o una región ante fluctuaciones de unas pocas grandes empresas.

En este artículo se ha considerado la naturaleza granular del PIB, pero existen otros estudios que indican un comportamiento granular en otras variables macroeconómicas, como el nivel de inversión agregado o las exportaciones (Di Giovanni and Levchenko, 2012). La naturaleza granular de la macroeconomía y el papel de las empresas granulares es un campo de investigación de macroeconomía novedoso y en desarrollo.

## Referencias

Di Giovanni, J. & Levchenko, A. A. (2012), 'Country size, international trade, and aggregate fluctuations in granular economies', *Journal of Political Economy* 120(6), 1083–1132.

Gabaix, X. (2011), 'The granular origins of aggregate fluctuations', *Econometrica* 79, 733–772.

Gabaix, X. & Ibragimov, R. (2011), 'Rank- 1/2: a simple way to improve the ols estimation of tail exponents', *Journal of Business & Economic Statistics* 29(1), 24–39.

Hulten, C. R. (1978), 'Growth accounting with intermediate inputs', *The Review of Economic Studies* 45(3), 511–518.

Lucas, R. E. (1977), Understanding business cycles, in 'Carnegie-Rochester conference series on public policy', Vol. 5, North-Holland, pp. 7–29.