



## COMUNICACIÓN

**Título:** Granularidad de las fluctuaciones del ciclo económico: un análisis del caso español y valenciano.

**Autores y e-mails de todos:** Omar Blanco-Arroyo (blancoo@uji.es)

**Departamento:** Departamento de economía

**Universidad:** Departamento de economía

**Área Temática:** (indicar el área temática en la que se inscribe el contenido de la comunicación)

Crecimiento, desarrollo y competitividad.

**Resumen:** (*máximo 300 palabras*)

Siguiendo el planteamiento propuesto por Gabaix (2011), el presente artículo tiene como objetivo verificar la existencia de granularidad en las fluctuaciones del ciclo económico de España y la Comunitat Valenciana. Las empresas granulares se caracterizan por el hecho de representar una proporción marginal del número total de una economía y tener un impacto significativo en las fluctuaciones del crecimiento del PIB. Según la metodología propuesta en este trabajo las empresas granulares en la economía española son aproximadamente 450, y en la valenciana 350. Por tanto, nuestro trabajo contribuye a reforzar la relevancia empírica de la hipótesis granular a nivel nacional, así como la de una subunidad. Los resultados muestran que ambas economías, al igual que sucede en la economía de EE.UU., puede ser representadas por un gran número de pequeñas y medianas empresas cuya evolución individual no tiene impacto a nivel agregado, y un pequeño número de grandes empresas cuyas fluctuaciones contribuyen significativamente a la variabilidad del ciclo económico.

**Palabras Clave:** (*máximo 6 palabras*)

Granularidad, shocks idiosincráticos, fluctuaciones agregadas.

**Clasificación JEL:** E32, C20

## 1. Introducción

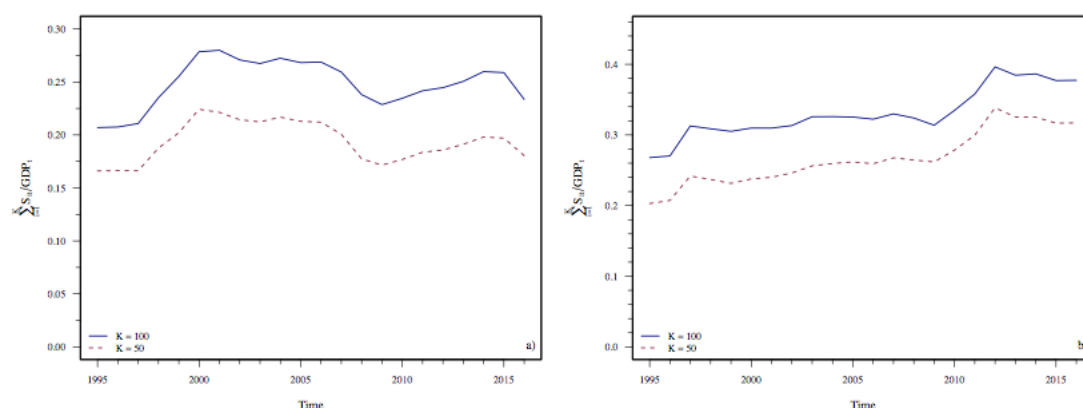
El economista francés Xavier Gabaix (2011) ha demostrado empíricamente que los shocks individuales que afectan a algunas “grandes” empresas influyen significativamente en las fluctuaciones del ciclo económico de Estados Unidos. Gabaix sostiene que si los shocks idiosincrásicos de pocas empresas grandes de un país contribuyen significativamente a las variaciones del Producto Interior Bruto (PIB) su economía se puede definir como “economía granular”.

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 idiosincrásicos de las empresas se cancelan mutuamente en el agregado (Lucas, 1977), contribuyendo de manera marginal a las fluctuaciones económicas. La intuición está basada en el “argumento de la diversificación” (diversification argument), que describe la economía como un conjunto de empresas pequeñas cuyos shocks son independientes. Son los shocks exógenos y sistémicos (es decir que afectan la economía en su conjunto) los que generan las fluctuaciones del ciclo económico. En este marco, la economía se puede representar como constituida por un único consumidor y una única empresa. Esta hipótesis asume implícitamente que existe un alto grado de homogeneidad entre el tamaño de las empresas de una economía. Si algunas empresas tienen un impacto significativo a nivel agregado el argumento de la diversificación no es válido y, en consecuencia, el supuesto de la existencia de una empresa representativa tampoco. Siendo granular, la economía se puede representar como el conjunto de una multitud de minúsculas unidades (pequeñas y medianas empresas), cuya evolución individual no tiene esencialmente ningún impacto a nivel agregado, y pocas unidades granulares (decenas de grandes empresas), cuyas fluctuaciones contribuyen significativamente a la variabilidad del ciclo económico. La visión de la economía como sistema granular plantea nuevas posibilidades para comprender la dinámica macroeconómica (Carvalho y Grassi, 2015) y novedosas implicaciones a la hora de aplicar políticas de estabilización del ciclo económico.

El objetivo de este artículo es comprobar si la hipótesis granular vale tanto para la economía española como la economía valenciana. En particular, se pretende hallar si una parte relevante de la variabilidad del ciclo económico de estas economías está relacionada con los shocks idiosincrásicos de un determinado número de grandes

empresas. Con el análisis propuesto en este trabajo se pretende establecer si para una economía más pequeña y con menor diversificación sectorial, como es la española en comparación con la estadounidense, la hipótesis granular constituye una aproximación significativa. En este sentido, la economía española constituye un buen ejemplo de una economía más pequeña que, además, ha experimentado en los últimos años escenarios económicos muy diferentes. Desde un periodo de intenso crecimiento de la actividad económica relacionado con la burbuja inmobiliaria, ha pasado a una crisis financiera que ha revolucionado totalmente el sector del crédito, y después a una recuperación económica sostenida. En el proceso de detección de la granularidad, el impacto de la heterogeneidad del ciclo económico de España constituye un aspecto metodológico novedoso de este trabajo. Además, la metodología desarrollada por Gabaix será aplicada a una parte de la economía española, la Comunitat Valenciana. Se quiere averiguar si la hipótesis granular se puede trasladar desde el conjunto de una economía a una subunidad del conjunto original.

Como primera aproximación a la hipótesis de granularidad de la economía española, la Figura 1 (a) presenta el volumen de ventas relacionado con las 50 y 100 empresas más grandes con respecto al PIB.<sup>1</sup> Como se puede observar, las 50 empresas más grandes representan entorno al 20% del PIB durante los años objeto de estudio, y las 100 empresas más grandes se sitúan entorno 25% de media. Por lo que respecta a las empresas valencianas, se puede observar en la Figura 1 (b) que las ventas de las 50 más grandes un 25% y las 100 más grandes un 35%.



**Figura 1.** Suma de las ventas de las 50 y 100 empresas más grandes de España (a) y la Comunitat Valenciana (b) como fracción del PIB.

<sup>1</sup> El número de empresas en España en 2016 fue de 3.236.582 y en la Comunitat Valenciana de 344.556, de acuerdo con los datos del INE.

Basados en este primer análisis, se puede intuir que existe una gran heterogeneidad en el tamaño de las empresas de España, así como en la Comunitat Valenciana. La pregunta a plantear a continuación es si esta heterogeneidad en el tamaño de las empresas se refleja también en sus diferentes impactos en las fluctuaciones macroeconómicas. En este artículo se muestra que las empresas granulares constituyen una proporción marginal del número total de empresas en la economía española y valenciana. Sin embargo, nuestros cálculos sugieren que los shocks de productividad de estas empresas son responsables de una fracción significativa de las fluctuaciones en la tasa de crecimiento del PIB.

El resto del trabajo está estructurado en los siguientes apartados. En el apartado 2 se expone el conjunto de datos utilizado. El apartado 3 está destinado a la cuantificación de la heterogeneidad en el tamaño de las empresas que componen la muestra. En el apartado 4 se presenta el modelo de las Islas de Lucas para analizar si se cumple el argumento de la diversificación, y en contraposición se considera un modelo que tiene en cuenta la heterogeneidad en el tamaño de las empresas. En el apartado 5 se contrasta la hipótesis granular en el caso de España y la Comunitat Valenciana. El apartado 6 propone una medida para determinar el número de empresas grandes. Por último, el apartado 7 presenta las conclusiones.

## **2. Conjunto de datos**

### **2.1 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 22 años y está comprendido entre los años 1995 y 2016. En este periodo de tiempo España ha experimentado una fase expansiva del ciclo y una fase recesiva, que ha sido la más grave de su historia reciente. El número de empresas considerada de la base de datos es de 10.000,<sup>2</sup> y para cada una disponemos acceso a los datos de su volumen de ventas ( $S$ ), número de empleados ( $E$ ) y el código SIC, para identificar a que sector pertenece cada empresa.

La visión preanalítica de Gabaix es estudiar los shocks idiosincrásicos de las empresas. Las empresas cuyos shocks pueden ser identificados como exógenos son la que

---

<sup>2</sup> La suma de sus ventas representa aproximadamente el 70% del PIB.

pertenecientes a los sectores hidrocarburos, energía y finanzas. Como ejemplo, se puede considerar el gran impacto que las fluctuaciones del precio del petróleo tienen en las empresas del sector de la energía. La inclusión de estas empresas en el análisis puede llevar a distorsiones en los resultados, debido a la naturaleza esencialmente exógena de las fluctuaciones de su negocio. Siguiendo el trabajo original de Gabaix, estas empresas no han sido consideradas. Mediante un proceso de filtrado utilizando el código SIC,<sup>3</sup> el número de empresas españolas consideradas en el análisis es de 9.072.

## **2.2 Robustez del análisis: el caso Mercadona**

En SABI las empresas se pueden caracterizar por comunidades autónomas, dependiendo de donde está localizado su domicilio social. La muestra obtenida para la Comunitat Valenciana es de 10.000 empresas. Debido a la falta de datos sobre ventas por provincias o comunidades autónomas, no disponemos del volumen de ventas ni del número de empleados que tienen las empresas valencianas en la Comunitat Valenciana. Los datos se refieren a las ventas y al número de empleados a nivel nacional. Para la mayoría de las empresas se supone que la proporción de ventas realizadas fuera de la comunidad es una fracción pequeña de las ventas totales. En general para la mayoría de las empresas los datos del volumen de ventas se refieren principalmente a la Comunitat Valenciana. La única empresa que distorsiona los datos de manera significativa es Mercadona. Mercadona es, por volumen de ventas, la empresa más grande de España en los últimos años, así que incluirla en nuestro análisis de la Comunitat Valenciana hubiera distorsionado enormemente los resultados. Por otro lado, eliminarla de la base de datos sería, sin duda, una solución subóptima. La existencia de una empresa tan grande como es Mercadona ha requerido que se estimen las ventas y el número de empleados que tiene en la comunidad. Dado que la base de datos no permite extraer las ventas por comunidad autónoma, dichas variables han sido estimadas a partir del número de supermercados que posee Mercadona en la Comunitat Valenciana con respecto al total de España.<sup>4</sup> Mercadona tiene el 19% de sus establecimientos de toda España en la Comunitat Valenciana. Bajo el supuesto de que todos los establecimientos tienen el mismo nivel de ventas y empleados, consideramos que el número de

---

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

<sup>4</sup> Datos extraídos de la memoria anual de Mercadona S.A. del año 2015.

empleados de Mercadona en la Comunitat Valenciana, así como las cifras de ventas, constituyen el 19% de las variables que se refieren al conjunto de España. De esta manera se evitan las distorsiones en la distribución del tamaño de las empresas y en peso que Mercadona representa con respecto al PIB de la Comunitat Valenciana. El problema representado por la presencia de Mercadona constituye un interesante aspecto metodológico de nuestro trabajo.

### 3. Midiendo la heterogeneidad

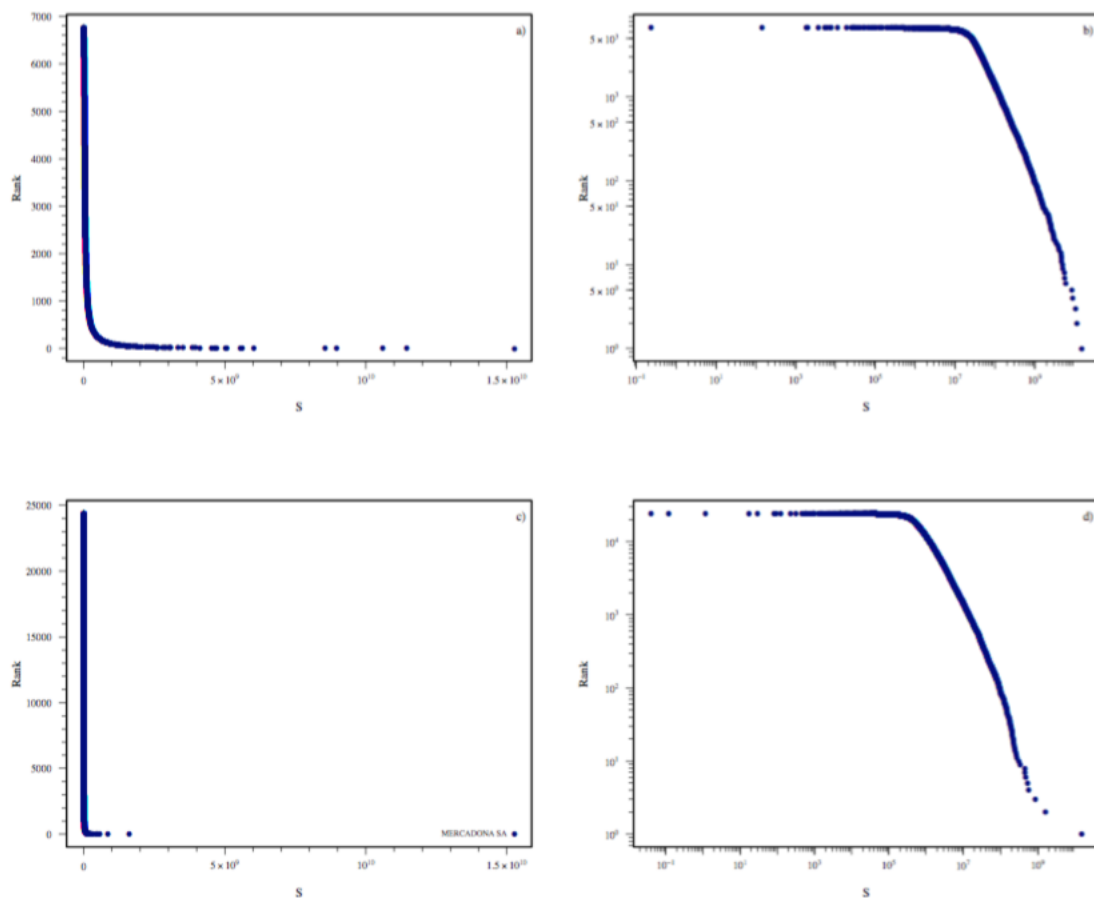
Para representar gráficamente la heterogeneidad observada empíricamente utilizo la Función de Distribución Cumulativa Complementaria (FDCC) de una variable aleatoria  $S$ , o lo que es igual  $P(S \geq s)$ , es decir, que la probabilidad de la variable aleatoria  $S$  sea superior o igual a un dato valor  $s$ . La manera de estimar la FDCC de la muestra ha sido ordenar de mayor a menor el volumen de ventas de las empresas y representarlo en función de su posición en el ranking (Rank). La Figura 2, paneles (a) y (c), ilustran, tanto para las empresas españolas como para las valencianas, que unas pocas empresas poseen un volumen de ventas muy elevado, y al mismo tiempo muchas empresas tienen un volumen de ventas residual.

Además, tomando logaritmos de las variables  $S$  y Rank se han elaborado los paneles (b) y (d). Como se muestra en ambos paneles, la cola de la distribución puede ser aproximada mediante una línea recta. En términos cuantitativos eso significa que la distribución del tamaño de las grandes empresas puede ser aproximada utilizando una distribución estadística conocida con el nombre de *power-law*, caracterizada por un índice  $\zeta$ , 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>5</sup> En particular, según la teoría desarrollada por Gabaix (2011), un índice mayor que 2,  $\zeta > 2$ , indica la ausencia de empresas granulares.

---

<sup>5</sup> Para estimar el parámetro  $\zeta$  se ha utilizado el método propuesto por Gabaix y Ibragimov (2011). Estos autores proponen una modificación de la regresión de mínimos cuadrados ordinarios.



**Figura 2.** FDCC para España, subfiguras a) y b), y Comunitat Valenciana, subfiguras c) y d).

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 más próximo a 1 que a 2, tanto para el caso español como valenciano, lo cual implica un alto heterogeneidad en la muestra. No es sorprendente observar una distribución *power-law* en el tamaño de las empresas. Como soporte de nuestro análisis empírico existe una amplia literatura en varios ámbitos de la economía; véase, por ejemplo, el trabajo de Axtell (2001). Basándonos en los resultados de la estimación del índice de la cola, el grado de heterogeneidad es suficientemente elevado,  $1 < \zeta < 2$ , como para poder observar el fenómeno de las fluctuaciones granulares en la economía española y valenciana.

**Tabla 1.** Resultados de la estimación del índice  $\zeta$  de la distribución del tamaño de las empresas (S) para cada año objeto de estudio.

Year	Spain			Comunitat Valenciana		
	$\zeta$	se( $\zeta$ )	$R^2$	$\zeta$	se( $\zeta$ )	$R^2$
1995	1.166	0.003	0.992	1.464	0.005	0.987
1996	1.197	0.003	0.993	1.466	0.005	0.989
1997	1.216	0.003	0.993	1.440	0.004	0.992
1998	1.213	0.003	0.993	1.468	0.005	0.989
1999	1.196	0.003	0.994	1.502	0.005	0.987
2000	1.202	0.003	0.994	1.527	0.005	0.991
2001	1.190	0.003	0.992	1.545	0.004	0.992
2002	1.199	0.004	0.990	1.540	0.005	0.991
2003	1.201	0.004	0.990	1.513	0.004	0.992
2004	1.205	0.004	0.990	1.500	0.005	0.990
2005	1.213	0.003	0.992	1.507	0.004	0.992
2006	1.234	0.003	0.994	1.506	0.005	0.990
2007	1.238	0.004	0.991	1.458	0.005	0.990
2008	1.248	0.004	0.989	1.394	0.005	0.988
2009	1.232	0.004	0.991	1.374	0.005	0.987
2010	1.232	0.004	0.990	1.352	0.005	0.986
2011	1.236	0.004	0.990	1.325	0.005	0.984
2012	1.242	0.004	0.991	1.306	0.004	0.989
2013	1.240	0.004	0.990	1.317	0.006	0.982
2014	1.229	0.004	0.991	1.327	0.006	0.981
2015	1.234	0.004	0.991	1.361	0.007	0.976
2016	1.189	0.004	0.991	1.345	0.007	0.975

## 4. Modelo

### 4.1 Empresas independientes

Con el fin de ilustrar el planteamiento propuesto por Gabaix (2011), recurrimos un modelo basado el marco teórico de *Economy Islands* de Lucas. Este modelo asume que todas las empresas producen bienes finales y que no existe ningún tipo de vínculo entre ellas respecto al input utilizados para la producción, es decir, las empresas no son proveedoras de otras. Bajo estas hipótesis el PIB en el tiempo  $t$  ( $Y_t$ ) puede ser definido como  $Y_t = \sum_{i=1}^N S_{i,t}$ , donde  $S_{i,t}$  es el volumen de ventas anual de la empresa  $i$  durante el año  $t$ . Por tanto, el crecimiento del PIB de la economía es:

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

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  $\Delta S_{i,t+1}/S_{i,t}$ , ponderado por su peso relativo en la economía. Dado que las empresas son independientes, sus tasas de crecimiento se deben a shocks idiosincráticos, por ejemplo, huelgas de los trabajadores, cambio en el *management* de la empresa, etc.

Siguiendo el planteamiento de Gabaix (2011), podemos definir la tasa de crecimiento de una empresa como  $\frac{\Delta S_{i,t+1}}{S_{i,t}} = \sigma_i \varepsilon_{i,t+1}$ , donde  $\sigma_i$  es la desviación típica de las ventas de la empresa  $i$  y  $\varepsilon_{i,t+1}$  es una perturbación aleatoria con media cero y varianza unitaria, y no está correlacionada con otras empresas. Si además, se asume que todas las empresas tendrían aproximadamente la misma desviación típica ( $\sigma_i \equiv \sigma$ ), la relación entre la desviación típica del PIB y la desviación típica de las empresas puede ser expresada como:

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

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 ( $h$ ). La variable  $h$  es la raíz cuadrada del índice Herfindahl de la economía, un índice de concentración en el cual se 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 (Naldi, 2003).

Asumiendo que todas las empresas tienen un peso relativo en la economía parecido, tal y como se asume en los modelos macroeconómicos convencionales, la volatilidad del PIB pasaría a ser:

$$\sigma_{PIB} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

dado que  $h$  resultaría ser  $1/\sqrt{N}$ . Para comprobar si este es el caso de la economía española, se ha calculado la desviación típica media de los shocks de las 100 empresas

españolas más grandes es  $\sigma = 13.5\%$ .<sup>6</sup> Teniendo en cuenta que el número de empresas en España es aproximadamente 3 millones, las fluctuaciones en el ciclo económico tendrían una volatilidad de 0.0078% anual. Este resultado no es consistente con la volatilidad empírica del PIB, que se sitúa en 2.3%. En el caso de la economía valenciana  $\sigma = 18.9\%$  y el número de empresas es aproximadamente trescientas cincuenta mil, por lo que las fluctuaciones estimadas del ciclo son 0.032%. Resultado que tampoco es consistente con el observado de 3.8%.

Este simple cálculo 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.). Dada la homogeneidad de las empresas en términos de tamaño, los shocks idiosincrásicos no pueden generar la magnitud de las fluctuaciones empíricas.

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 para economía española, calculada utilizando la ecuación (2), sería 0.66%, siendo  $h_{emp} = 4.9\%$ . Como se puede observar, al tener en cuenta la heterogeneidad en el tamaño de las empresas que se observa empíricamente, la volatilidad predicha considerando el modelo de las islas se aproxima a la volatilidad empírica del PIB español. Con el supuesto de homogeneidad entre las empresas, la volatilidad predicha del PIB es 294 veces inferior a la volatilidad empírica, según la ecuación (3), mientras que, considerando la heterogeneidad observada, nos acercamos a un valor que es aproximadamente 3.5 veces inferior. Para la Comunitat Valenciana el PIB estimado es 0.74%, siendo  $h_{emp} = 3.9\%$ . En este caso pasamos de una volatilidad predicha 119 veces inferior, a 5.1 veces inferior.

## 4.2 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

---

<sup>6</sup> Si se considera toda la muestra, el valor de  $\sigma$  no cambia significativamente.

manera significativa. A continuación, se analiza 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. En particular, todas las empresas usan como inputs los outputs de las demás empresas. 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 idiosincrásicos en la productividad<sup>7</sup> ponderados por el peso relativo de cada empresa en la economía:

$$\frac{\Delta PTF_t}{PTF_{t-1}} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta \pi_{i,t}}{\pi_{i,t-1}} * \frac{S_{i,t-1}}{Y_{t-1}} \quad (4)$$

donde  $\pi_{i,t} = S_{i,t}/E_{i,t}$  es la productividad de la empresa  $i$  en el año  $t$ ,  $S_{i,t}$  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. La variación anual de la productividad es  $\Delta \pi_{i,t+1} = \pi_{i,t+1} - \pi_{i,t}$  y es definida como<sup>8</sup>:

$$\frac{\Delta \pi_{i,t}}{\pi_{i,t-1}} = \Delta \ln(S_{i,t}/E_{i,t}) \quad (5)$$

Gabaix (2011) sostiene que el crecimiento de la PTF multiplicado por un coeficiente, que representa el uso de los factores de producción capital y trabajo, aproxima el crecimiento del PIB. La directa correlación entre productividad y actividad económica es la base de numerosos modelos macroeconómico de crecimiento. Por tanto:

$$\frac{\Delta Y_t}{Y_{t-1}} = \mu \frac{\Delta PTF_t}{PTF_{t-1}} = \mu \sum_{i=1}^N \frac{\Delta \pi_{i,t}}{\pi_{i,t-1}} * \frac{S_{i,t-1}}{Y_{t-1}} \quad (6)$$

Calculando la desviación estándar del PIB se obtiene:

---

<sup>7</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.

<sup>8</sup> En macroeconomía hay medidas de productividad alternativas y, posiblemente, más adecuadas. El ratio entre volumen de ventas y número de empleados tiene la ventaja de ser fácilmente calculada con los datos a nuestro alcance. Además, esta medida de productividad es la utilizada por Gabaix en el trabajo original. Utilizar la misma medida permite una comparación más sencilla de los resultados.

$$\sigma_{PIB} = \mu \sigma_{\pi} \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{S_{i,t}}{Y_t}\right)^2} = \mu * \sigma_{\pi} * h \quad (7)$$

Donde  $\sigma_{\pi}$  es la desviación típica media de la productividad. Con el fin de verificar si este planteamiento se aproxima más a la volatilidad observada del PIB utilizando el valor de  $\mu = 2.6$  propuesto por Gabaix. La desviación típica del crecimiento de la productividad medida empíricamente es  $\sigma = 13.5\%$ . Utilizando la ecuación (6), la volatilidad estimada del PIB resulta del 1.7%, la cual se acerca considerablemente a la observada de 2.3%. Este simple modelo de interacciones entre las empresas, junto a la gran heterogeneidad en sus tamaños, llega a predecir el orden de magnitud de las fluctuaciones macroeconómica del PIB español.

En el caso de las empresas de la Comunitat Valenciana, el modelo determina una volatilidad estimada del PIB de 1.9%, donde  $\sigma = 18.9\%$ . En este caso la estimación se aleja de la observada más que en el caso español.<sup>9</sup>

Dado que un pequeño número de grandes empresas representa una fracción significativa del PIB, como se ilustra en las figuras 1 (a) y 1 (b), y considerando que incluyendo la heterogeneidad del tamaño de las empresas mejora enormemente la volatilidad predicha del PIB, podemos preguntarnos: ¿es posible que los shocks idiosincrásicos a las grandes empresas representen una fracción significativa de las fluctuaciones del ciclo económico?

## 5. Comprobación empírica de la hipótesis granular

En el apartado anterior se ha calibrado el modelo basado en el teorema de Hulten, es decir, en empresas que interactúan en el mercado de los inputs. Teniendo en cuenta la heterogeneidad en el tamaño de las empresas, el modelo recoge la magnitud de las fluctuaciones en la actividad económica con gran precisión. Con el fin de analizar si la hipótesis de la economía granular se cumple para el caso español, se sigue la metodología propuesta por Gabaix (2011). Este autor propone una medida de los shocks idiosincrásicos llamada *residuo granular*, que está basada en la expresión (4) derivada desde el Teorema de Hulten. El residuo granular es la medida que recoge los shocks

---

<sup>9</sup> Cabe resaltar que el factor de uso,  $\mu$ , utilizado en la estimación para la Comunitat Valenciana es el mismo que el español y el americano, teniendo la economía valenciana unas características diferentes.

idiosincrásicos de las  $K$  mayores empresas, ponderadas por su peso relativo en la economía:

$$\Gamma_t^K = \sum_{i=1}^K \frac{S_{i,t-1}}{Y_{t-1}} (g_{i,t} - \bar{g}_t) \quad (8)$$

donde el sumatorio incluye las  $K$  empresas más grandes de la muestra, en lugar de todas la  $N$  empresas como en la ecuación (4). Los shocks idiosincrásicos, en paréntesis en la ecuación (7), se aproximan considerando el crecimiento relativo de la productividad de la empresa respecto a la economía en su conjunto. La variable  $g_{i,t}$  recoge el crecimiento de la productividad de la empresa  $i$  en el año  $t$ , y  $\bar{g}_t$  es la media de los shocks, definida como  $\bar{g}_t = N^{-1} \sum_{i=1}^Q g_{i,t}$ , donde  $K \leq Q$ . La idea básica es que las fluctuaciones idiosincrásicas de pocas empresas,  $K = 100$ , sean suficientes para describir una fracción significativa de las variaciones del ciclo económico.

La manera de cuantificar la capacidad explicativa del residuo granular en describir las fluctuaciones agregadas del PIB es utilizando una regresión lineal del crecimiento<sup>10</sup> del PIB en función de diferentes retardos del residuo granular:

$$\frac{\Delta Y_t}{Y_{t-1}} = \alpha \sum_{i=0}^2 \beta_i \Gamma_{t-i} + \epsilon_t \quad (9)$$

De acuerdo con Gabaix (2011), si la economía fuera granular, un número reducido de empresas, como son las 100 empresas más grandes, debería ser suficiente para explicar una fracción significativa de las fluctuaciones de PIB. Los resultados de la estimación de la ecuación (9) se ilustran en la tabla 2. El residuo granular por si sólo es capaz de explicar aproximadamente la mitad de la variabilidad del PIB per cápita español durante el periodo de tiempo considerado estudiado. Estos resultados están en línea con los hallados por Gabaix (2011) para el caso americano. En el caso valenciano se observa una capacidad explicativa mucho menor y los coeficientes no son significativos. Sin embargo, estos resultados no descartan la existencia de granularidad. Debido a que la identificación está basada en una elección exógena del número de grandes empresas en la ecuación (8), la estimación del  $R^2$  no proporciona información sobre la región granular, la cuál podría ser inferior o superior. Por tanto, con una elección arbitraria del número de grandes empresas podríamos subestimar la contribución del término granular

---

<sup>10</sup> En particular se utiliza el PIB per capita.

para explicar las fluctuaciones del PIB, considerando demasiadas pocas empresas, o sobreestimar su impacto, incluyendo demasiadas empresas en la ecuación (9).

**Tabla 2.** Resultados de la regresión (9) cuando  $Q = K = 100$ .

	GDP growth			
	Spain		Comunitat Valenciana	
$\Gamma_t$	1.852 (1.119)	2.114* (1.074)	3.337 (1.935)	2.920 (2.067)
$\Gamma_{t-1}$	3.082** (1.157)	2.427* (1.146)	2.393 (1.926)	2.191 (2.041)
$\Gamma_{t-2}$		2.151* (1.121)		1.721 (2.102)
Intercept	0.024*** (0.005)	0.027*** (0.006)	0.046*** (0.010)	0.049*** (0.012)
N	20	19	20	19
$R^2$	0.418	0.523	0.249	0.281
Adjusted $R^2$	0.350	0.428	0.161	0.138

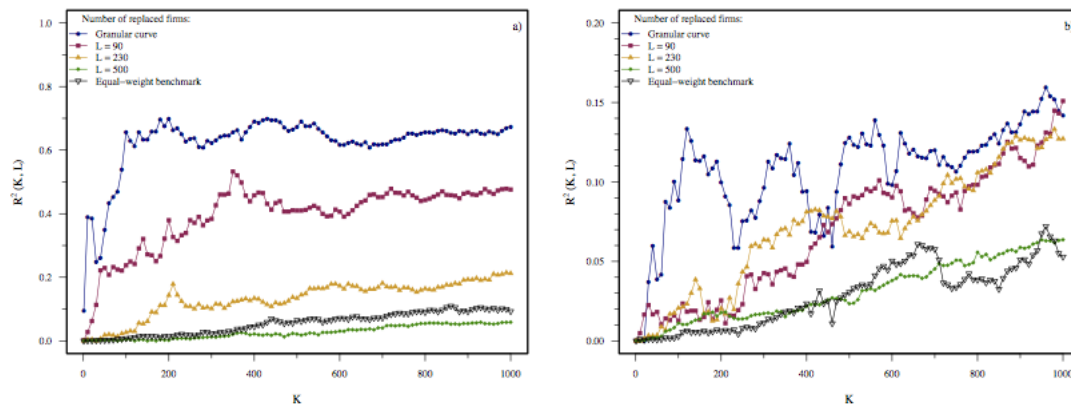
\* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$

La identificación de la economía española y valenciana está basada en una elección exógena del número de grandes empresas en la ecuación (8). Por tanto dicha estimación del  $R^2$  no proporciona información sobre la extensión de la región granular ya que el número de empresas consideradas es arbitrario. Podríamos subestimar la contribución del término granular para explicar las fluctuaciones del PIB, considerando demasiado pocas empresas, o sobreestimar su impacto, incluyendo demasiadas empresas en la ecuación (9).

## 6. Propuesta de medida de la granularidad

En este apartado se propone una metodología nueva para calibrar el tamaño granular de la economía, usando los datos españoles y valencianos como ejemplos ilustrativos. Para ser más preciso, se pretende calibrar el número de empresas granulares,  $K^*$ . Primeramente, analizamos como el poder explicativo del residuo granular se comporta a medida que  $K$  es incrementado progresivamente en la ecuación (8), en el rango  $1 \leq K \leq Q = 1000$ . La Figura 3 (a) muestra la evolución del  $R^2$  como función de  $K$  para el caso español, a la cual nos referimos como “curva granular” (la curva superior de la Figura 3 (a)). Esta curva está caracterizada por: (i) un fuerte aumento de los  $R^2$

cuando se incluye gradualmente un número reducido de grandes empresas en el cálculo del residuo granular (aproximadamente el centenar de empresas más grandes); (ii) un valor casi constante de los  $R^2$  cuando se incluyen empresas adicionales. Por su parte, la Figura 3 (b) presenta el caso valenciano, en el cual la curva granular (la curva superior de la Figura 3 (b)) se caracteriza también por (i) un fuerte aumento de los  $R^2$  cuando un número reducido de empresas son incluidas, pero (ii) existen grandes fluctuaciones cuando se incluyen empresas adicionales.



**Figura 3.** Poder explicativo de la regresión (9) para España (a) y la Comunitat Valenciana (b) como función de un número creciente de  $K$  ( $\Delta K = 10$ ) y para diferentes valores de  $L$ ,  $R^2(K, L)$ .

Para validar estos resultados, introducimos un escenario de referencia en el que todas las empresas tienen el mismo peso relativo (*equal-weight benchmark*), para ello reemplazamos los pesos empíricos de todas las empresas por pesos constantes, es decir,  $S_{it} = S_t^*$ , mientras mantenemos sus correspondientes shocks idiosincrásicos.<sup>11 12</sup> Dicha referencia cuantifica la contribución del residuo granular a las fluctuaciones del PIB de

<sup>11</sup> Consideramos el volumen de ventas  $S_t^* = S_{1000,t}$  de la 1000 empresa más grande para cada año  $t$ , y asignamos su valor a todas las empresas en ese año cuando calculamos  $\Gamma_t$ . La elección de  $S_t^*$  es irrelevante para el comportamiento del escenario de referencia, siempre y cuando  $S_t^*$  no coincida con el tamaño de una empresa granular.

<sup>12</sup> Se limita la variabilidad de  $\beta_i$  al intervalo  $[0, 3.5]$  para evitar que los coeficientes  $\beta_i$  en la regresión incrementen artificialmente su valor. El límite superior es elegido a partir del promedio de los coeficientes estimados en la Tabla 2. Si no se introdujera un intervalo para  $\beta_i$ , los coeficientes pueden mostrar valores irrealmente altos (en algún momento superiores a 30), considerando que  $\beta_i$  son proxies para el uso del factor. Curiosamente, al calcular la curva granular, los coeficientes  $\beta_i$  nunca cruzan los límites.

una economía compuesta por empresas de igual tamaño (empresa representativa). En el marco de la empresa representativa, la contribución de las perturbaciones idiosincrásicas a nivel de la empresa a las fluctuaciones agregadas es, de hecho, marginal. La comparación del valor de referencia de igual peso con la curva granular da una indicación clara del papel relevante que desempeñan las grandes empresas en la caracterización de las fluctuaciones del ciclo económico tanto español como valenciano. Nuestros resultados indican que no se puede descartar la heterogeneidad de las empresas a la hora de modelar las fluctuaciones agregadas. Como prueba adicional de la importancia de la heterogeneidad de las empresas, las figuras 3 (a) y 3 (b) muestran la transición de la curva granular al punto de referencia de igual peso, cuando eliminamos progresivamente las empresas más grandes de  $L$  en  $\Gamma_t$ .<sup>13</sup> Las curvas que representan el poder explicativo de la regresión OLS en función de  $K$  y para valores dados de  $L$ ,  $R^2(K, L)$ , muestran curvaturas más suaves para valores grandes de  $L$ , alcanzando un menor poder explicativo. En particular, la curva  $R^2(K, 500)$  es casi indistinguible del punto de referencia de igual peso, lo que indica que la heterogeneidad restante entre las empresas tiene un impacto insignificante en las fluctuaciones agregadas.

Con el fin de calibrar el tamaño granular de economía, se analiza empíricamente la sensibilidad de las curvas  $R^2(K, L)$  a medida que incrementa el valor de  $L$ , es decir, una eliminación gradual de las empresas más grandes. Las figuras 4 (a) y 4 (b) muestran la capacidad explicativa acumulativa media, esto es, la media acumulativa de  $R^2$ s, en función de  $L$ :

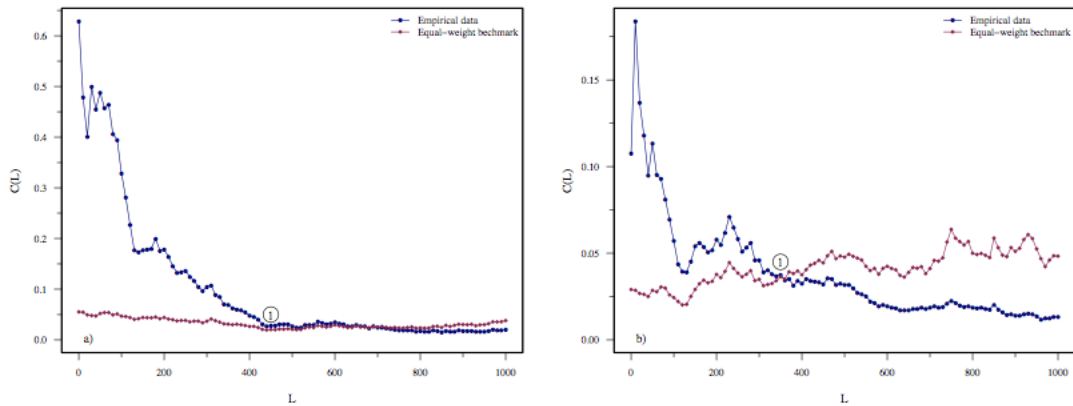
$$C(L) = Q^{-1} \sum_{K=1}^Q R^2(K, L) \quad (10)$$

Un método sencillo para calibrar  $K^*$  es, por lo tanto, identificar de forma aproximada el intervalo en el que la curva  $C(L)$  se cruza con la curva de la potencia explicativa acumulativa media del punto de referencia de igual peso. El punto 1 de la Figura 4 (a) indica que el tamaño granular de la economía española es de aproximadamente  $K^* \approx 450$  empresas, mientras que el punto 1 de la Figura 4 (b) indica que el tamaño granular de la economía valenciana es aproximadamente  $K^* \approx 350$  empresas.

---

<sup>13</sup> Se reemplazan las  $L$  empresas más grandes por empresas de menor tamaño, que van desde la posición  $Q + 1$  hasta  $Q + L$  en la muestra ordenada.





**Figura 4.** Evolución de la curva  $C(L)$  y del escenario en el que todas las empresas tienen el mismo peso relativo para España (a) y la Comunitat Valenciana (b).

## 7. Conclusiones

En este artículo hemos comprobado que la hipótesis granular introducida por Gabaix puede valer para una economía más pequeña y menos diversificada que la estadounidense, así como para un subconjunto de la misma. Este trabajo, entonces, contribuye a reforzar la relevancia empírica de la hipótesis granular a nivel nacional, y apoya la hipótesis de que una región pequeña presente un comportamiento granular. De acuerdo con la evidencia empírica presentada tanto la economía española como valenciana presentan una estructura granular, es decir, los shocks idiosincrásicos de un número reducido de empresas, 450 en España y 350 en la Comunitat Valenciana, tienen un impacto considerable en las fluctuaciones del ciclo económico. Este resultado se debe a que los shocks idiosincrásicos no se cancelan mutuamente en el agregado, consecuencia de la amplia heterogeneidad existente en el tamaño de las empresas. Por tanto, el argumento de diversificación empleado por los modelos macroeconómicos convencionales no se cumple en este caso.

Por tanto, el análisis llevado a cabo muestra el papel clave que las grandes empresas juegan en la economía. Esta técnica novedosa 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 ante fluctuaciones de unas pocas grandes empresas. Basándonos en el concepto de granularidad estamos desarrollando índices de fragilidad económica.

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 las exportaciones (di Giovanni et al., 2014), o incluso en sectores, como el bancario (Blank et al., 2009) o manufacturero (Wagner, 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.

## **8. Agradecimientos**

Agradezco el apoyo financiero recibido por la Universitat Jaume I (PREDOC/2017/55).

## **9. Referencias**

- Axtell, R. L. (2001), ‘Zipf distribution of US firms’, *Science* **293**(5536), 1818–1820.
- Blank, S., Buch, C. M. & Neugebauer, K. (2009), ‘Shocks at large banks and banking sector distress: The banking granular residual’, *Journal of Financial Stability* **5**(4), 353–373.
- Carvalho, V. M. & Grassi, B. (2015), Large firm dynamics and the business cycle, Technical report, CEPR Discussion Paper No. DP10587.
- di Giovanni, J., Levchenko, A. A. & Mejean, I. (2017), ‘Large firms and international business cycle comovement’, *American Economic Review* **107**(5), 598–602.
- 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.
- Naldi, M. (2003), ‘Concentration indices and zipf’s law’, *Economics Letters* **78**(3), 329–334.
- Wagner, J. (2012), ‘The German manufacturing sector is a granular economy’, *Applied Economics Letters* **19**(17), 1663–1665.

