Maestría en Economía 2016

Can E-commerce beat Bak and Chen's Self-Organized Criticality?

Racionalidad Acotada
Daniel Heymann - Roberto Perazzo - Martin Zimermman

Universidad de San Andrés

Cardozo, José Ignacio   Garibotti, Matías Julián

Octubre 2017, Victoria

Resumen

En tiempos donde internet parece venir a cambiar varios aspectos de nuestras vidas, proponemos en este trabajo el estudio del impacto que pueden tener a nivel macroeconómico, las plataformas virtuales de comercio, mejor conocidas como e-commerce, en términos de fluctuaciones de la producción agregada. El trabajo consistirá en comparar dos modelos, uno clásico tomado de Bak *et al* (1992) y una variante del mismo modelo -propuesta en este trabajo- donde se reflejará el e-commerce. Mediante simulaciones, observamos que se forman patrones en la matriz de producción, que llamamos "cadenas ganadoras", aunque su aporte a la estabilización de la producción y disminución de la volatilidad endógena del modelo original, resultó casi imperceptible.

1. Introducción

En tiempos actuales, internet está presente en varios aspectos de nuestras vidas y la forma en la que compramos no fue la excepción, es más adquirió una categoría propia en los negocios: e-commerce, o por su traducción al español, comercio electrónico. En Argentina, la facturación por internet tuvo en 2016 un crecimiento de un 51 % -dato proporcionado por la Cámara de Comercio- cuando para el resto de los sectores de consumo, en el mismo año, registraron caídas. Esta nueva manera de comprar bienes o servicios, sin necesidad de estar físicamente en un local posibilitó tanto a consumidores como comerciantes el acceso a un mayor mercado. Esto último no se debió únicamente al internet, sino más bien a nuevas plataformas virtuales (i.e. *eBay* o la local *Mercado Libre*) capaces de vincular a millones de comerciantes y consumidores en cualquier momento y lugar –siempre y cuando tengan acceso a la red-, y así de esta forma, poder simplificar típicas fallas de mercado, en palabras del fundador de *Mercado Libre*, "democratizar" el comercio. Sin embargo, uno de los factores clave para que esto funcionara fue la confianza de los usuarios en un sistema que poco conocían, que en parte se logró gracias a que internet paulatinamente se fue instalando en la sociedad pero también, gracias a un sistema de calificación basado en la experiencia de los usuarios, tanto consumidores como vendedores, con la transacción. Entonces, alguien que sienta desconfianza al momento de realizar una compra puede revisar las calificaciones anteriores o leer los comentarios de otros usuarios y así despejar dudas.

Varios trabajos, principalmente americanos, investigaron sobre la reputación en el e-commerce, basándose en evidencia de plataformas como *eBay* . Uno de los casos a citar es el de Cabral y Hortacsu (2010) quienes estudiaron el mecanismo de reputación entre los comerciantes de *eBay* basados en evidencia para los años 2002-2003 en intervalos mensuales. Los autores encontraron que las ventas caen cuando reciben comentarios negativos y mientras más reciben, más rápido caen sus ventas, por otro lado, es más probable que un *seller* se retire cuando más feedback negativos tengan.

En otro artículo en la escasa literatura sobre e-commerce, se trata el tema de las subastas también en *ebay* y el posible impacto en la disponibilidad a pagar de los compradores. Los resultados que arroja el trabajo muestran que el efecto es positivo y estadísticamente significativo, es decir, las conclusiones a la que llegan Melnik y Alm (2002) estarían en línea con uno de los supuestos principales del trabajo, la existencia de un impacto negativo o positivo de las calificaciones en las ventas futuras.

Este sistema de calificaciones motivó en cierta medida nuestro trabajo, ya que creemos que este tipo de plataformas virtuales modificaron verdaderamente los hábitos de consumo de buena parte de la población. Entonces, buscando analizar las posibles modificaciones sufridas en términos agregados en una economía, nos servimos del trabajo realizado por Bak *et al* (1992) donde se propone una matriz de producción multisectorial de varios niveles con supuestos sobre la tecnología de producción como también sobre la capacidad de almacenamiento. Brevemente, la dinámica del modelo es que cada unidad de producción recibe pedidos de compra de sus bienes y a su vez, dependiendo si tiene o no stock, hace pedidos por insumos. Una de las claves de esta matriz es que cada unidad de producción solamente se relaciona con sus vecinos más cercanos, existiendo restricciones espaciales, en otras palabras, no pueden elegir comprarle a otro comerciante que no se encuentre en su radio.

Los resultados de Bak *et al*, nos mostraron que las fluctuaciones de producción en el agregado no son siempre a causa de shocks exógenos en la demanda agregada, sino que más bien obedecen a la estructura productiva de una economía.

El modelo desarrollado por Bak *et al* busca representar un "Sistema de criticalidad autorganizada" como los estudiados en la física, pero con el fin de explicar las fluctuaciones macroeconómicas a partir de pequeños cambios en la economía. Los sistemas de criticalidad autorganizada (*Self-Organized Critical Systems* en inglés) se caracterizan por generar inestabilidad a nivel macroscópico a partir de fluctuaciones microscópicas independientes. Es decir que estos sistemas, independientemente de su estado inicial y de los cambios micro que sufran, tienden a formar estados críticos que generan "caos" a nivel macro.

Nuestro trabajo se propone actualizar el modelo de Bak *et al* a los tiempos actuales, aprovechando las avanzadas herramientas computacionales existentes al momento. De esta manera, con la idea de las plataformas virtuales y su sistema de calificación, modificaremos del modelo original la forma en la que se asignan los pedidos entre cada unidad de producción. Cada pedido se asignará de forma aleatoria entre los oferentes de un bien, en una primera instancia, y en caso de concretarse la operación, éste recibirá del cliente una calificación positiva que incidirá en la probabilidad de recibir un nuevo pedido en la siguiente ronda. A modo de fácil entendimiento, se podría comparar cada calificación con un "like" o un "me gusta", populares en redes sociales. Estos "likes" funcionarían aumentando las probabilidades de recibir un pedido para el comerciante que cumplió (esto es, tenía en stock el bien demandado) en detrimento de los demás en la misma línea de producción.

Bajo los supuestos de una idéntica tecnología de producción y una misma capacidad de almacenamiento para todas las unidades de producción, esperamos ver en una primera rueda de ventas, que haya algunos beneficiados aleatorios que acaparen una buena parte de los pedidos que se realizan. Entonces nuestra primera hipótesis es ver que en el corto plazo, la volatilidad de la producción podría disminuir debido a que una mayor cantidad de pedidos se concentrarían en un único grupo de productores, como llamaremos después "cadena ganadora", quienes alternarán entre stock o producción.

El modelo junto con sus simulaciones fueron realizadas íntegramente en el programa MatLab y serán presentados formalmente en las correspondientes secciones de este trabajo. Asimismo el código podrá verse en detalle en el anexo junto con los comentarios pertinentes.

Por último, el trabajo no es muy extenso y se divide en cuatro partes: el presente introduce. Una segunda sección donde se expondrá el modelo de Bak *et al* . En la tercera parte, explicaremos nuestro modelo, centrándonos en los principales cambios realizados al trabajo de Bak *et al.* En la cuarta sección, presentaremos los resultados, mientras que la última sección concluye.

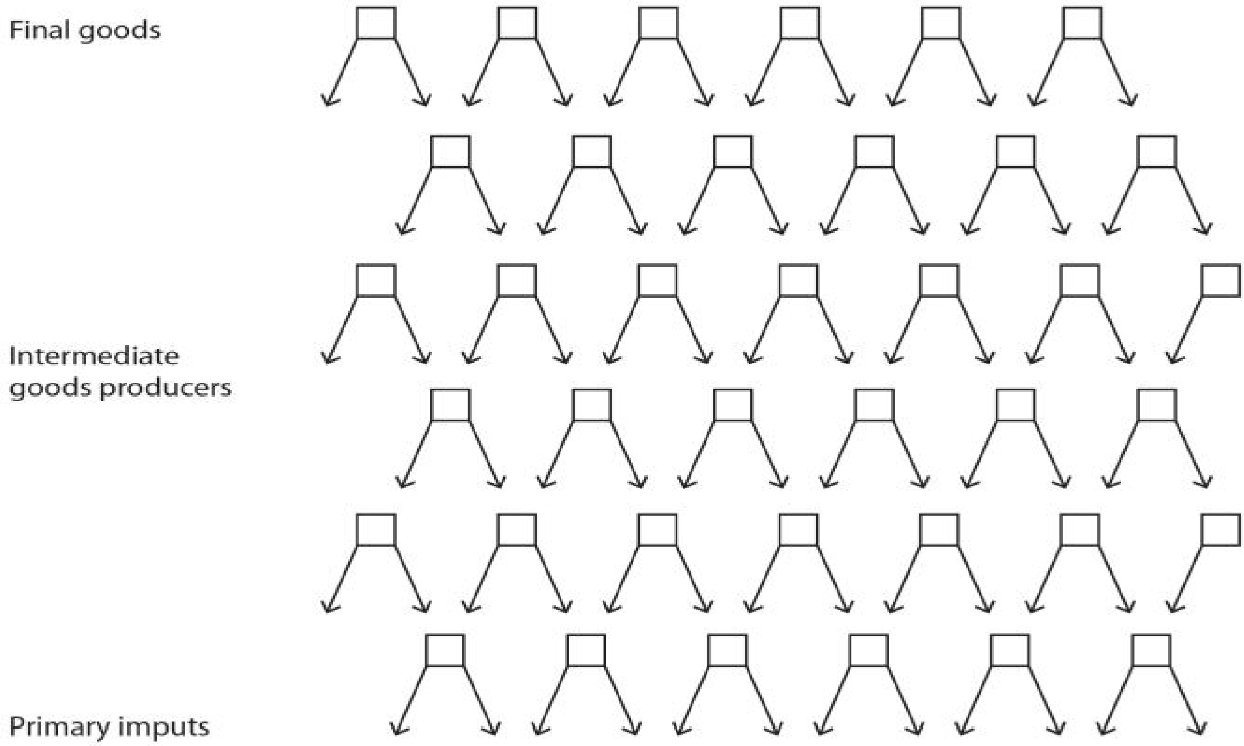
2. Modelo de Bak *et al*

Uno de los temas recurrentes en la macroeconomía es entender la razón de las fluctuaciones en la economía. Con tal propósito, Bak *et al* proponen un modelo alternativo al *mainstream*, pero sumamente simple, inspirados originalmente en sistemas utilizados por físicos para estudiar fenómenos naturales, conocidos como "Self-Organized Critical Systems". Estos son sistemas que pueden alcanzar por sí mismos el llamado "estado critico", aquel donde pequeñas variaciones pueden generar grandes cambios a escala macroscópica. El mejor ejemplo de dichos fenómenos es la pila de arena, como explican los autores, agregar un grano adicional de arena aleatoriamente conducirá a formar una pendiente lo suficientemente escarpada como para que se produzcan fluctuaciones a una escala macroscópica, es decir, como habíamos explicado anteriormente, el llamado "estado crítico".

Entonces, simulando el comportamiento de una pila de arena, los autores proponen un modelo multisectorial, con varios niveles de producción, aunque con varios supuestos sobre la tecnología y la capacidad de almacenamiento. El modelo consistirá en una matriz donde cada línea representará una línea de producción, cada unidad puede vender bienes o comprar insumos a sus vecinos más cercanos, usando los insumos que compran para producir los bienes que venden. La no-convexidad de los costos de producción determinará las decisiones de producción de cada unidad, haciendo que las interacciones entre los vecinos se vuelva no-lineal, esto es, no siempre una compra genera una "avalancha" de producción para las líneas inferiores. Entonces, en el límite, como el número de sectores es grande, la demanda agregada por bienes finales se mantendrá estable en el tiempo. Aunque, la variabilidad de la producción agregada no desaparecerá, ni llevándolo a un número infinito de sectores, es más, de esta forma, grandes fluctuaciones podrían volverse sorpresivamente frecuentes, tal como se explicó con la idea del "estado crítico".

Para entender mejor la dinámica de las relaciones entre las unidades de producción, presentamos el gráfico A del paper de Bak *et al*, donde se puede ver uno de los supuestos que en nuestro trabajo vamos a cambiar, que es la idea del "neighborhood", es decir, que las unidades de producción únicamente puedan comerciar, ya sea comprar o vender, con sus vecinos más próximos. Entonces, como se observa en el siguiente diagrama, cada unidad le puede comprar solamente sus inputs a las dos unidades debajo suyo, con la excepción de las unidades de la fila inferior que venden bienes que no necesitan inputs, por lo tanto no se incluyen los productores de materia prima. Por otro lado, en la primera fila, únicamente se venden los bienes finales, es decir, solo tendrían contacto con los consumidores finales, aquellos quienes no utilizan los bienes como inputs:

Gráfico 1: Patrón de pedidos entre las unidades



Aunque algunos trabajos encuentran cierto grado de dispersión en los precios para un mismo bien en internet (Brynjolfsson y Smith, 2000), en el trabajo de Bak *et al*, para simplificar se suponen precios fijos para cada uno de los bienes, tal que siempre estén dispuestos a vender. Este supuesto es necesario para que la producción sea instantánea, así cada input que se compra, pasa inmediatamente al inventario, de ser necesario. De esta manera, el problema de decisión de cada unidad se reduce a un problema de coordinar pedidos con inventario, donde se busca minimizar los costos de producción y de inventario.

Otro de los supuestos importantes en el modelo, es la independencia de cada una de las decisiones de producción de las unidades. Esta independencia en los pedidos permite que las fluctuaciones de producción sean también independientes. Cabe destacar que consideramos como producción agregada, no solo a la producción de bienes finales, sino también a la producción de los bienes intermedios.

Por último, como ya habíamos comentado, otro de los supuestos que se hacen es sobre la no convexidad de los costos de producción, por lo que la tecnología de producción solo puede producir dos o cero bienes, para minimizar pérdidas. En el caso de producir, se necesitan dos bienes inputs, para los cuales se le encargan cada unidad a cada unidad inmediatamente debajo. Por otro lado, también se supone que el costo de almacenar una unidad es minúsculo, mientras que guardar más de un bien es notablemente más costoso, por lo tanto lo óptimo sería guarecer un bien o ninguno. Entonces, resumiendo, se activa la producción solo cuando no hay bienes en el inventario para cumplir el pedido y en esa situación, se producirían solo dos bienes, uno se vendería y al restante se lo almacenaría.

El estado inicial de la economía para cualquier periodo t es descrita con una existencia de inventario para cada unidad, representado por $x_{ij}(t)$ donde i representa la linea de producción (fila) y j la unidad en cada línea (columna), básicamente se las pueden entender como coordenadas en una matriz. Dentro de la matriz, se asignará aleatoriamente por única vez las unidades que empezarán con stock positivo o nulo, existiendo 2^{L^2} diferentes configuraciones, donde L representa el número total de filas de la matriz. El número de pedidos se representará por la $s_{ij}(t)$, mientras que con $y_{ij}(t)$ se representará la cantidad de bienes producidos por una misma unidad en el periodo t. La ley de movimiento de los inventarios seguirá la siguiente expresión:

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + y_{ij}(t) - s_{ij}(t) \tag{2.1}$$

Además, de las condiciones mencionadas anteriormente, podemos definir la forma que tendrá la producción óptima, como también cuáles son los factores que van a determinar la producción para cada periodo:

$$y_{ij}(t) = y(x_{ij}(t), s_{ij}(t)) \tag{2.2}$$

De la misma forma, mediante una simple sustitución, llegamos a:

$$x_{ij}(t+1) = x'(x_{ij}(t), s_{ij}(t)) \tag{2.3}$$

En la siguiente tabla, se definen la funciones en cuestión:

Tabla 2.1: Leyes de Movimiento

x	s	$y(x,s)$	$x'(x,s)$
1	0	0	1
1	1	0	0
1	2	2	1
0	0	0	0
0	1	2	1
0	2	2	0

Los pedidos que recibe cada unidad en cada línea de producción, a partir de la segunda fila ($i > 1$), ya que los pedidos se realizan de arriba hacia abajo, siguen la siguiente expresión:

$$s_{i,j}(t) = 1/2(y_{i-1,j}(t) + y_{i-1,j-1}(t)) \tag{2.4}$$

Las órdenes de la primera fila ($i = 1$) son estrictamente exógenas por construcción, es decir, para cada periodo la probabilidad de que le toque un pedido a esa unidad será siempre igual, determinada por fuera del modelo. Este supuesto será alterado posteriormente.

La dinámica que seguirá el modelo empieza con un pedido que le cae aleatoriamente a un productor de bienes finales (de la fila $i = 1$), quien a su vez, puede iniciar un efecto en avalancha cuya extensión dependerá de la configuración inicial. Así pues, si la unidad que recibe el pedido puede cumplir el pedido con el stock existente, no se generan órdenes, la cadena termina ahí. Pero si la unidad no tiene el stock para cumplir el pedido, se generan inmediatamente dos nuevas órdenes para las unidades que tiene debajo ($i = 2$), estas unidades pueden o no tener el stock necesario para cubrir el pedido, en caso de no tenerlo, se realizan nuevos pedidos para la fila siguiente ($i = 3$) y así sucesivamente. De esta forma, se pueden formar verdaderas "cascadas" de producción. A la suma de los resultados de la producción de cada unidad provocada por la cascada, los autores la denominan “avalancha” cuyo tamaño dependerá por la cantidad de unidades involucradas en la cadena.

Las sumas totales tanto de los pedidos (solo de $i = 1$) como de la producción acumulada por cada unidad con cada cascada, es decir, el tamaño de la avalancha serán los principales resultados del trabajo de Bak *et al.* Básicamente, estarán interesados en mostrar estabilidad en la suma de los pedidos, entendiéndose ésta como la demanda agregada, con significativas fluctuaciones en la producción total, en otras palabras, en ausencia de shocks en la demanda agregada mostrar variaciones en la producción.

La expresión para la demanda agregada será:

$$N(t) = \sum_{j} s_{1,j}(t) \tag{2.5}$$

Mientras que la expresión para medir la “avalancha” será:

$$Y(t) = \sum_{ij} y_{i,j}(t) \tag{2.6}$$

Como el modelo, supone que los pedidos para la fila 1 son exógenos y tienen la misma probabilidad de ser 1 independientemente para cada unidad, por la ley de grandes números tendrá una media independiente del tamaño de la matriz como del número de periodos que se simulen, por lo que se supone que $N(t)$ convergerá en distribución a una constante (a la media). Así, los autores, muestran la nula variabilidad de los shocks exógenos en el largo plazo.

En nuestro modelo, se quitarán los supuestos de exogeneidad de las dos primeras filas, para volverlos endógenos y ver los posibles cambios en las avalanchas. En la siguiente sección explicaremos en detalle los cambios realizados al modelo original de Bak *et al.*

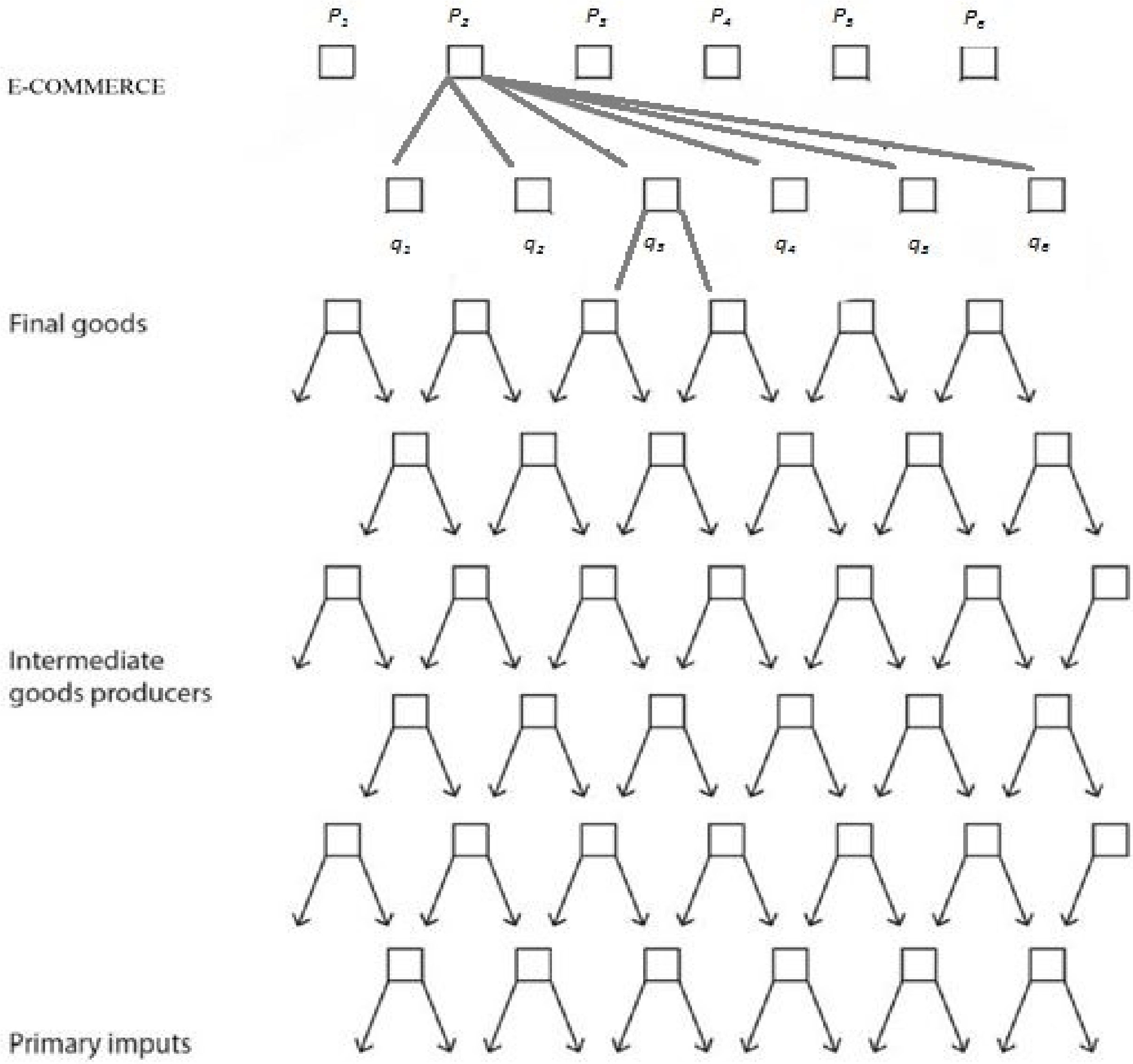
3. Modelo E-commerce

Nuestro trabajo con el objetivo de reflejar el comportamiento de los consumidores en presencia de nuevas plataformas para el comercio electrónico, incorpora un sistema de calificaciones que permitirá diferenciar entre buenos y malos proveedores, con respectivos premios y castigos. Se incluirán dos filas extras a la matriz original descrita en la sección anterior, que representarán a los proveedores o “retailers” propios del e-commerce que únicamente venden bienes finales para los consumidores.

En términos prácticos, estas dos líneas de proveedores que venden bienes finales tendrán una asignación de pedidos que no dependerá del “neighborhood” sino de un vector de probabilidades que se irá actualizando de acuerdo al cumplimiento o no cumplimiento de los pedidos. Luego entonces, le llegará un pedido a una matriz a la Bak *et al* para generar el mismo proceso de cascadas ya explicado. La diferencia residirá en que estos pedidos no serán aleatorios, sino que habrá unidades claramente beneficiadas por este sistema de clasificación, formándose de esta manera “cadenas ganadoras”, es decir, con altas probabilidades de recibir pedidos. De esta forma, los supuestos sobre una demanda agregada constante en el límite persisten, solo se introducen cambios en la asignación aleatoria, permitiéndole a los consumidores cierto aprendizaje respecto a experiencias anteriores.

En la siguiente grilla, observaremos los cambios explicados:

Gráfico 2: Patrón de pedidos entre las unidades



La probabilidad de recibir un pedido para cada unidad se representan por p para la primera fila y por q en la segunda fila. En una primera instancia, todas las p son iguales y suman uno, al igual que las q, pero -bajo el supuesto de una distribución de stocks aleatoria (x)- en el caso de tener el stock necesario para cumplir con el pedido, esta unidad verá incrementada su probabilidad respecto al resto de las unidades para la ronda siguiente.

Básicamente, la ley de movimiento para las puntuaciones, o en términos modernos, los "likes" se puede expresar como sigue:

$$like_{i,j}(t+1) = \begin{cases} like_{i,j}(t) + x_{i,j}(t) * L + K & cuando \quad s_{i,j}(t+1) = 1 \\ like_{i,j}(t) & sino \end{cases} \tag{3.1}$$

Donde L representaría una calificación positiva o el "premio" por cumplir, es decir, contar con el inventario necesario para cumplir el pedido en ese momento. Por otro lado, K funcionaría como una constante, es decir, una puntuación mínima que recibiría cada unidad independientemente si cumplió o no con el pedido.

Esta cantidad de "likes" se reflejarán en vectores de ponderaciones, sobre las cuales se basarán la asignación de los pedidos para estas dos filas. Cada unidad tendrá entonces la siguiente probabilidad:

$$p_i(t) = like_{1,i}(t)/\sum_j like_{1,j}(t) \tag{3.2}$$

$$q_i(t) = like_{2,i}(t)/\sum_j like_{2,j}(t) \tag{3.3}$$

Entonces, el pedido para la fila 1 deja de ser completamente aleatorio y ahora tendrá distintas ponderaciones. Mientras que para la fila 2, además de seguir un vector de ponderaciones que definen la probabilidad de cada unidad, se permite el caso en que le toquen dos pedidos a una misma unidad. Para la tercera fila, ya se aplica el típico caso propuesto por Bak *et al*, donde predomina la idea del vecino, es decir, en el caso en que la unidad de la segunda fila haga pedidos, estos se asignarán inmediatamente a sus vecinos de la línea inferior, no contemplándose la idea del vector de probabilidades.

La expresión para los pedidos de cada unidad de la segunda fila quedaría definida por la siguiente expresión:

Si existe un i tal que $y_{1,i}(t) = 2$, entonces $\forall j$:

$$s_{2,j}(t) = \begin{cases} 2 \quad con \quad prob = q_j(t)^2 \\ \\ 1 \quad con \quad prob = 2q_j(t)(1 - q_j(t)) \\ \\ 0 \quad con \quad prob = (1 - q_j(t))^2 \end{cases} \tag{3.4}$$

En cambio, si $y_{1,i}(t) = 0\ \forall i$ entonces $s_{2,j}(t) = 0\ \forall j$

4. Simulaciones

En esta sección presentaremos algunos gráficos mostrando los resultados obtenidos a partir de las simulaciones. Partiremos primero, desde una matriz de 10 filas por 10 columnas, luego mostraremos resultados para diferentes tamaños de matrices. Otro de los parámetros que se respetarán en todas las simulaciones es el valor dado para las constantes K y L, respectivamente serán 20 y 80. Por otro lado, en todas las simulaciones, las 2 primeras filas siempre tienen el tipo de asignación basado en calificaciones, mientras que para el resto la asignación es a la Bak *et al*, es decir, determinado por la cercanía o el "neighborhood".

En las figuras 3 y 4, mostramos las grillas con la producción de cada unidad a lo largo de las 5000 simulaciones tanto para el modelo original (Bak *et al*) como para el propuesto (E-commerce). Como era de esperarse, el diagrama del modelo original, refleja una total dispersión de la producción, sin ningún patrón observable. Por otra parte, al observar el diagrama E-commerce, se distingue claramente lo que intuíamos al comienzo: una "cadena ganadora". Además, se observa que en la primera fila, la producción se concentra en un único ganador, quien se lleva la máxima cantidad de pedidos. Si nos fijamos en la segunda fila, en cambio, notamos dos ganadores, lo cual es lo esperable por cómo fue la construcción del modelo, ya que de la primera fila se desprenden 2 o ningún pedido, entonces lo más probable es que existan dos unidades a quien les toque esos pedidos. A partir de estos dos ganadores, terminamos observando dos "cadenas ganadoras" quienes acapararían la mayoría de los pedidos, garantizando de esta forma, una producción constante para cada una de sus unidades.

Figura 3: Modelo Original

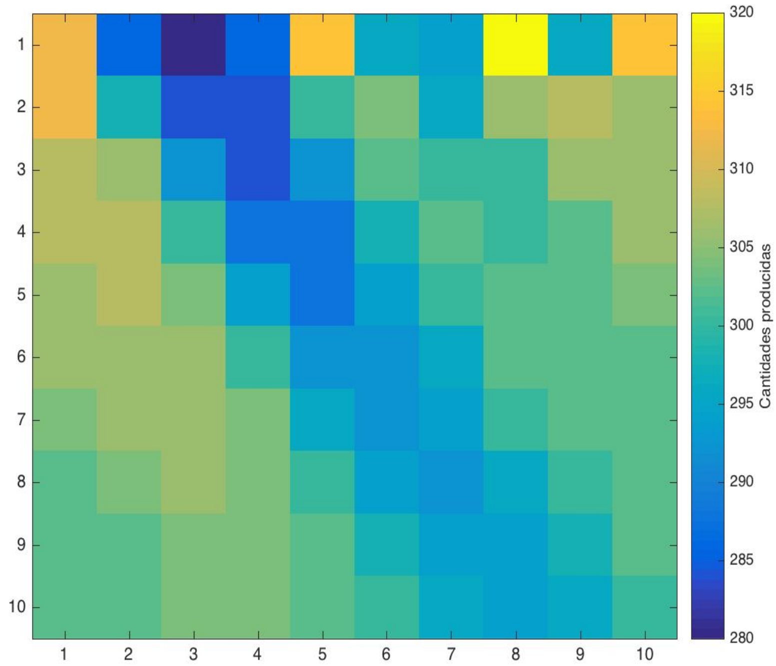
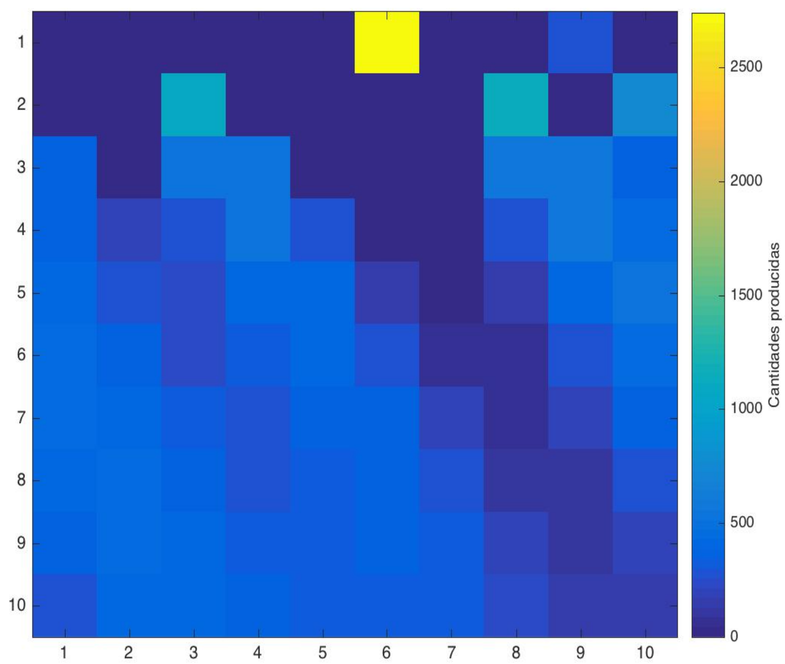


Figura 4: Modelo E-commerce



En las figuras 5 y 6, observamos los histogramas correspondientes a cada modelo. A pesar de que en un comienzo esperábamos que existieran cambios, los resultados de las simulaciones nos muestran que no hay diferencias entre ambos modelos, es decir, la volatilidad existente del modelo de Bak *et al* no sufre alteraciones cuando introducimos nuestros cambios en la asignación de pedidos. Una de las explicaciones que nos surge es que solamente imponemos un premio a la instantaneidad de la producción, sin modificar la exogeneidad que representa la capacidad de almacenamiento de cada unidad productiva. Entonces en el corto plazo, no podremos ver cambios en la probabilidad de fluctuaciones, a no ser que permitamos modificaciones en la tecnología, pero ese es un ejercicio que nos excede en el presente trabajo.

Figura 5: Modelo Original

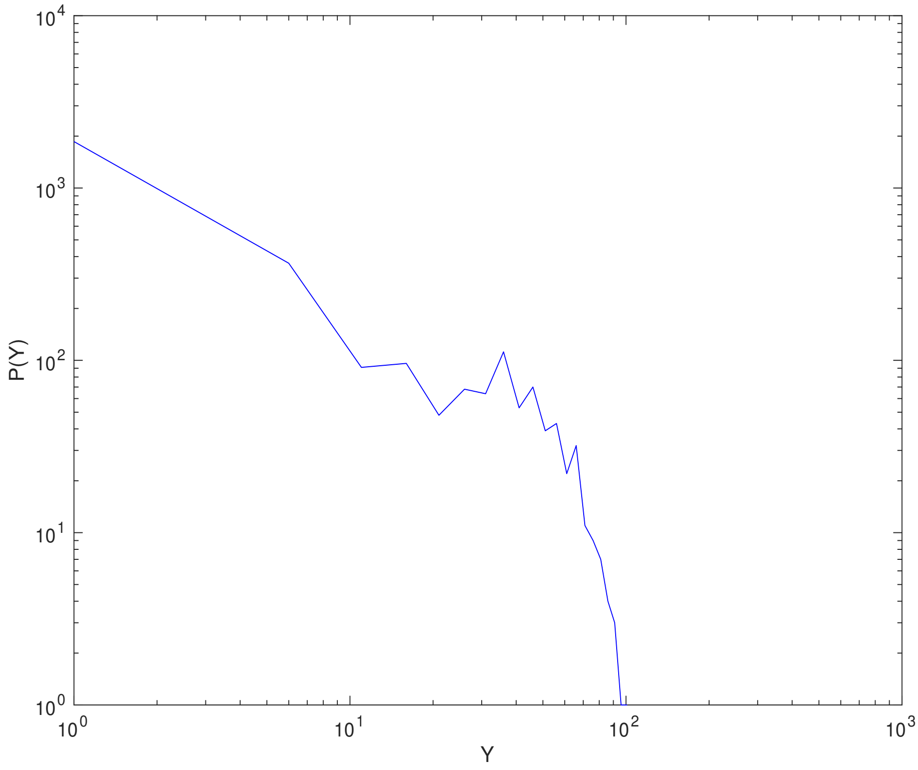
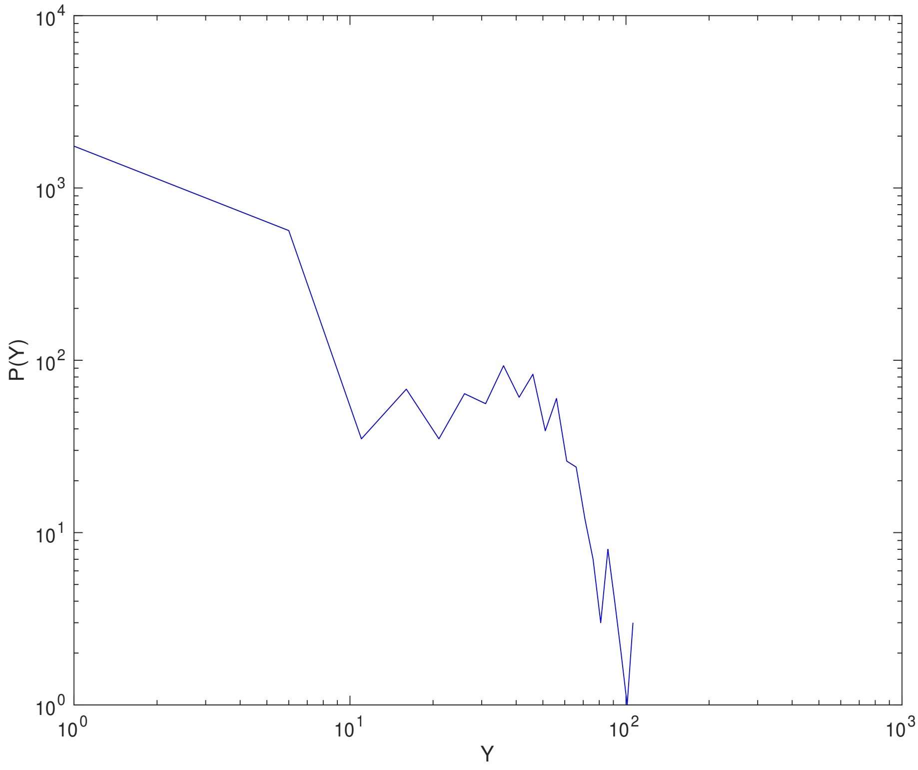


Figura 6: Modelo E-commerce



Cuando revisamos las series obtenidas para cada modelo, figuras 7 y 8, se observa un efecto similar al de los histogramas, es decir, una diferencia significativamente nula entre ambos modelos. De nuevo, la volatilidad del modelo original no cambia respecto a las supuestas mejoras que significarían a priori, la asignación de los pedidos, mediante probabilidades.

Figura 7: Modelo Original

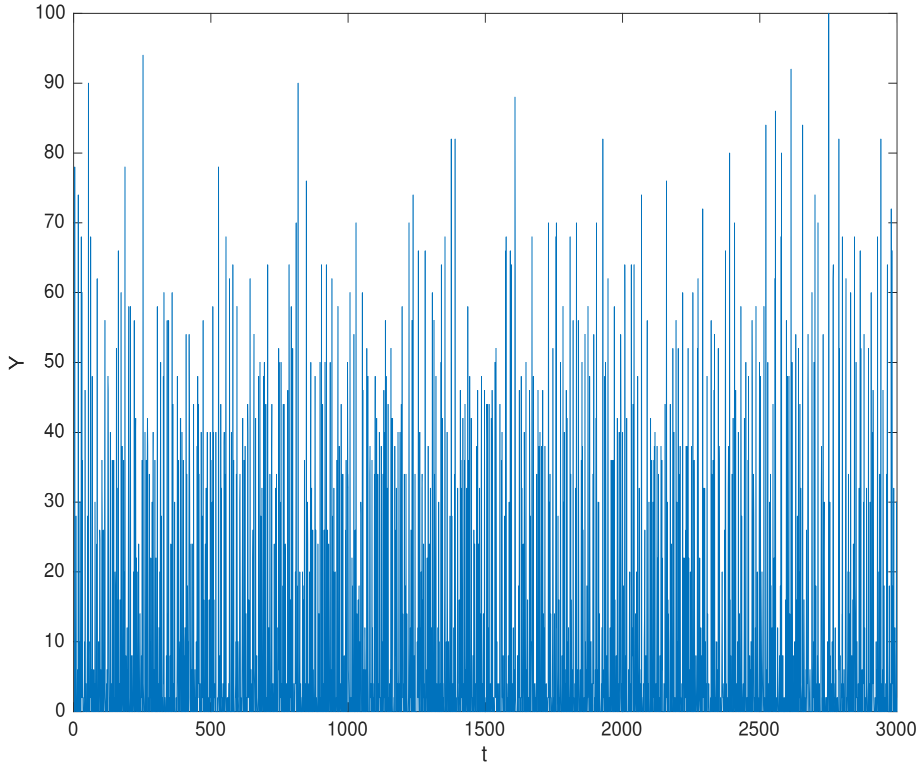
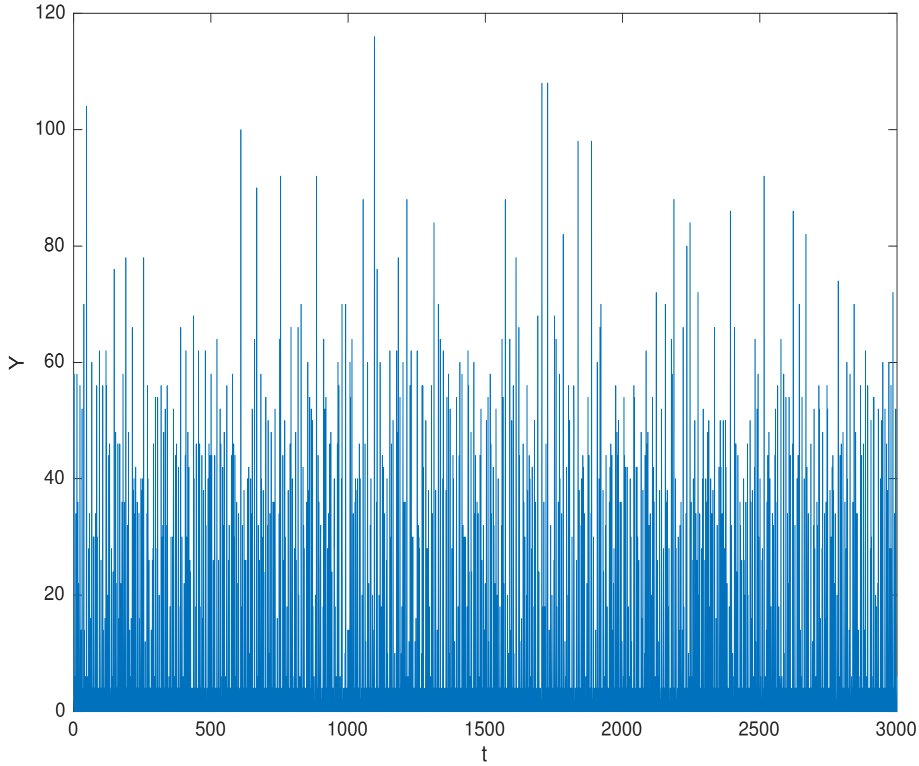
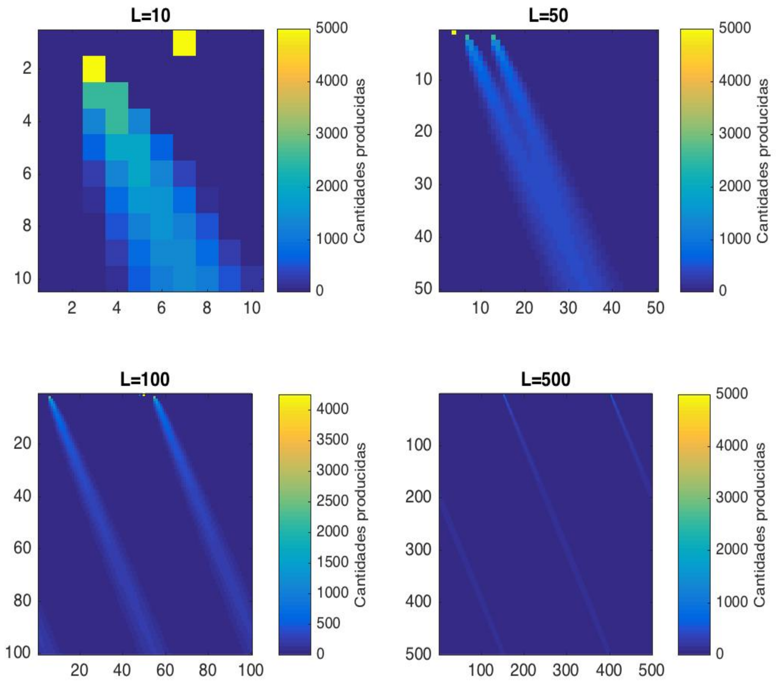


Figura 8: Modelo E-commerce



Entonces por lo que venimos viendo en estas gráficas, notamos que efectivamente no existen variaciones respecto al nivel de fluctuaciones de la economía de nuestro modelo e-commerce, en lo único que percibimos significativas diferencias es en los patrones que se formaron, esto es, las cadenas ganadoras. En los siguientes gráficos mostramos como varían las simulaciones cuando modificamos el tamaño de las matrices.

Figura 9: Producción Modelo E-commerce



En la figura 9, se observan 4 gráficos de producción. En el diagrama ubicado en la parte superior izquierda, empezamos con una matriz 10x10 donde a diferencia del presentado en las tablas anteriores, vemos en la segunda fila un único ganador de todas las asignaciones, a diferencia del gráfico presentado anteriormente donde teníamos dos ganadores. Por lo tanto, aunque con probabilidad baja, era una de las posibilidades que se dio con esta semilla. Siguiendo las agujas del reloj, tenemos los diagramas ordenados de menor a mayor: con matrices de 50x50, de 100x100 y de 500x500. A medida que el tamaño de las matrices aumenta, las cadenas ganadoras se van esfumando, pareciéndose a halos de luz en cuartos oscuros.

Una forma de interpretar la tendencia que se observa en las cadenas es, como la producción siempre se mantiene constante en 2 bienes/pedidos pero el número de unidades a los cuales se debe asignar cada pedido se incrementa, entonces la probabilidad que tiene cada unidad se vuelve cada vez más insignificante, por lo tanto, la posible ventaja que una unidad puede alcanzar puede no ser tan clara.

Al observar los mismos gráficos para el modelo original (Figura 10), vemos también la existencia de halos de luz diagonales aunque totalmente difusos sin tanta intensidad como los que había en el modelo e-commerce, esto se puede notar fácilmente en la escala de los colores, a medida que el tamaño aumenta, la escala disminuye, mostrando lo parejo que resulta el diagrama realmente.

Figura 10: Producción Modelo Original

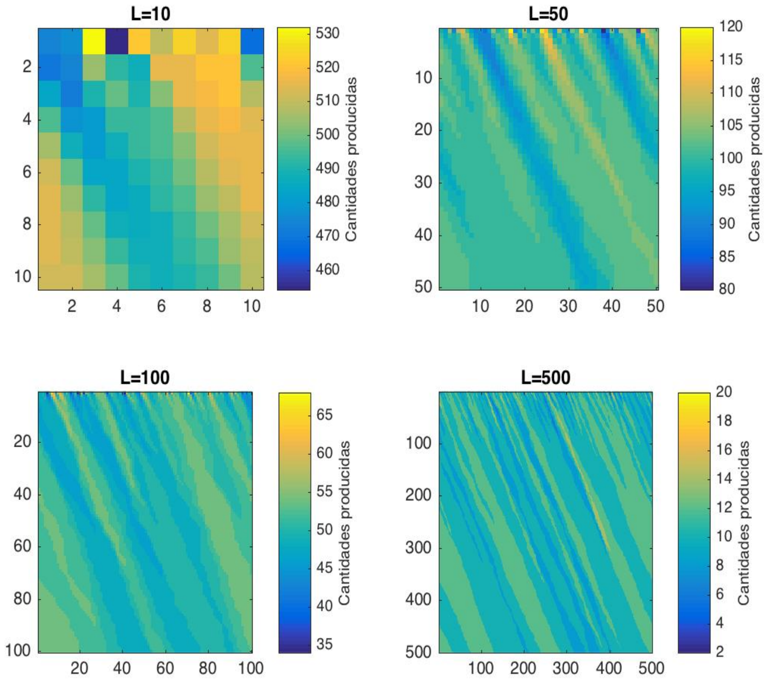
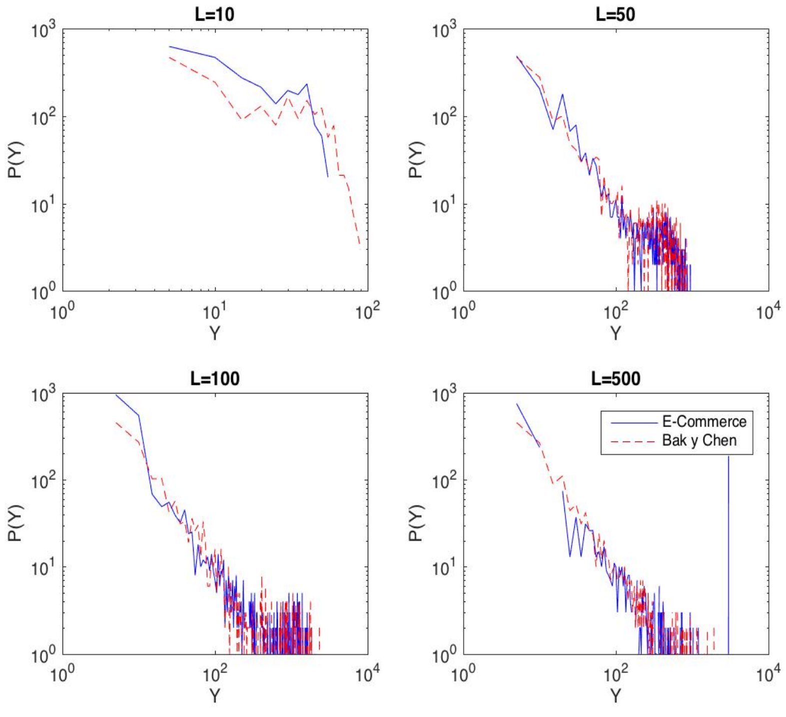


Figura 11: Histograma



Por último, cuando observamos los histogramas en la figura 11, para cada tamaño de matriz, vemos que las curvas que representan cada modelo, tienen comportamientos muy similares, es decir, la probabilidad de tener grandes fluctuaciones resultan idénticas para cada modelo. Esto nos indica lo que ya habíamos comprobado anteriormente, el hecho de incorporar un premio para aquellas unidades que cumplan inmediatamente con el pedido, no mejora en términos agregados la producción

5. Conclusiones

La motivación de este estudio originalmente consistió en tratar de mostrar cómo el e-commerce podría ayudar a la economía a alcanzar mayores niveles de solidez. Basándonos en el modelo propuesto por Bak *et al* donde justamente la estructura productiva de la economía fluctúa independientemente de la presencia de shocks en la demanda agregada, buscamos encontrar una economía menos fluctuante, como también la presencia de *avalanchas* de producción bien definidas para ciertos grupos, o como nosotros denominamos: çadenas ganadoras".

Los resultados arrojados por las simulaciones nos mostraron que la primera de nuestras expectativas, menor volatilidad, no tiene sustento al menos por cómo fue diseñado el modelo. Sin embargo, las simulaciones si confirmaron nuestra idea original sobre la formación de grupos beneficiados por los sistemas de calificación, es decir, con mayores probabilidades de recibir pedidos, es decir, capaces de concentrar gran parte de la demanda existente.

No obstante, este último resultado, la presencia de çadenas ganadoras"podría ser muy valioso para futuros intentos de mostrar economías más estables a causa de las plataformas de comercio electrónico, ya que la idea de que solo algunos reciban la mayoría de los pedidos podría ser beneficiosa si estos se especializaran. La cuestión es que estos ganadores, a pesar de tener buenas calificaciones a su favor, están limitados (ya no espacialmente) por su tecnología y capacidad de almacenamiento, entonces si le permitiéramos que con el paso del tiempo, puedan mejorar estos aspectos, podríamos esperar una economía menos volátil, puesto que los más eficientes serían quienes recibirían la mayor cantidad de pedidos. De este modo, el mercado reduciría los casos donde hay pedidos pero no stock suficiente para satisfacer la demanda, volviéndose a priori, más estable.

Por otro lado, retomando uno de los conceptos utilizados por uno de los fundadores de *Mercado Libre*, "democratización del comercio", podríamos concluir que de cierta forma se cumple, ya que en un comienzo todos tienen el mismo acceso a la demanda, aunque por otra parte, con el paso de las rondas, la demanda se concentraría únicamente en unos pocos, algo más bien cercano a un oligopolio. Aunque, con las mejoras necesarias estas cadenas ganadoras podrían significar una economía más estable, a diferencia de las fluctuaciones propias de una aleatoriedad total que significaba el modelo original. Entonces, volviendo a la analogía con el campo de la política, la democracia puede no ser lo más estable para la gobernabilidad de una nación pero te asegura una participación igualitaria, algo que *grosso modo*, observamos en nuestros resultados.

6. Referencias

- **Bak, P., Chen, K., Scheinkman, J., Woodford, M.** (1992). Aggregate fluctuations from independent sectoral shocks: self-organized criticality in a model of production and inventory dynamics. *Ricerche Economiche*, 47(1), 3-30.

- **Brynjolfsson, E. Smith, M. D.** (2000). Frictionless commerce? A comparison of Internet and conventional retailers. *Management science*, 46(4), 563-585.

- **Cabral, L., Hortacsu, A.** (2010). The dynamics of seller reputation: Evidence from eBay. *The Journal of Industrial Economics*, 58(1), 54-78.

- **Melnik, M. I., Alm, J.** (2002). Does a seller's ecommerce reputation matter? Evidence from eBay auctions. *The journal of industrial economics*, 50(3), 337-349.

7. Anexo: Código para MatLab

7.1. Modelo de Bak y Chen parte I

```
function [x, s, y, yy, step] = bak_original(x, s, y, M, N)

    xr = mod(1:N,N)+1;
    xl = 1:N;

    yy = zeros(M,N);

    step = 0; termino = 0;
    while (step < M & termino == 0),

        % calcula pedidos nuevos
        for m = 2:M,
            s(m,xr) = y(m-1, :)/2;
            s(m,xl) = s(m,xl) + y(m-1, :)/2;
        end

        rr = find(x == 1 & s == 0);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 1 & s == 1);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 1 & s == 2);
        y(rr) = 2;
        rr = find(x == 0 & s == 0);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 0 & s == 1);
        y(rr) = 2;
        rr = find(x == 0 & s == 2);
        y(rr) = 2;

        x = x + y - s;

        yy = yy + y;      % produccion total

        termino = sum(sum(y)) == 0;

        if step == 0,
            s(1,:) = 0;       % limpio pedidos de la primer fila
        end

        step = step + 1;
    end
end
```

7.2. Modelo de Bak y Chen parte II

```
rand('seed',456)


M = 10 ; N = 10;
```

```
x = randi([0 1],M,N);     % Stock
s = zeros(M,N);           % Ventas
y = zeros(M,N);           % Produccin
yyy = zeros(M,N);         % Produccin  acumulada

res = []; step = 0;
while step < 3000,

    sr = randi([1 N]);
    s = zeros(M,N);
    s(1, sr) = 1;

    [x, s, y, yy, sz] = bak_original(x, s, y, M, N);

    yyy = yyy + yy;       % Almacena produccin  acumulada

    res(end+1,:) = [step sz sum(sum(yy))];
    step = step + 1;
end

%% HISTOGRAMA de produccion total
figure(1)
[hh, hx] = hist(res(:,3), 1:5:3000);

loglog(hx,hh,'b')
xlabel('Y')
ylabel('P(Y)')

saveas(gcf,'bak_hist_L10','jpeg')
saveas(gcf,'bak_hist_L10','epsc')

%% SERIE TEMPORAL de produccion total
figure(2)
plot(res(:,3))
xlabel('t')
ylabel('Y')

saveas(gcf,'bak_serie_L10','jpeg')
saveas(gcf,'bak_serie_L10','epsc')

%% Produccin  histrica

figure (9)

imagesc(yyy)
colorbar
c = colorbar;
c.Label.String = 'Cantidades producidas';

saveas(gcf,'bak_prod_L10','jpeg')
saveas(gcf,'bak_prod_L10','epsc')
```

7.3. Modelo E-commerce parte I

```
function [x, s, y, yy, step, lk] = bak_like(x, s, y, M, N, W, lk, J, L,
    LL)

    xr = mod(1:N,N)+1;
    xl = 1:N;

    yy = zeros(M,N);

    step = 0; termino = 0;
    while (step < M & termino == 0),

        if J>1,

        % calcula pedidos nuevos (aleatorizando por suma de likes)
          for m = 2:J,
            sr = randsample(N,sum(y(m-1,:)),true,W(m,:));
            win = unique(sr);
            s(m,:) = 0;
            s(m,win) = histc(sr,win);

            %suma likes
            lk(m,win) = lk(m,win)+ L*(x(m,win)==s(m,win))+LL;
          end

        end

        % calcula pedidos nuevos a la Bak y Chen
        for m = J+1:M,
            s(m,xr) = y(m-1, :)/2;
            s(m,xl) = s(m,xl) + y(m-1, :)/2;
        end

        rr = find(x == 1 & s == 0);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 1 & s == 1);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 1 & s == 2);
        y(rr) = 2;
        rr = find(x == 0 & s == 0);
        y(rr) = 0;
        rr = find(x == 0 & s == 1);
        y(rr) = 2;
        rr = find(x == 0 & s == 2);
        y(rr) = 2;

        x = x + y - s;

        yy = yy + y;      % produccion total

        termino = sum(sum(y)) == 0;

```

```
        if step == 0,
            s(1,:) = 0;       %limpio pedidos de la primer fila
        end

        step = step + 1;
    end
end
```

7.4. Modelo E-commerce parte II

```
rand('seed',456)

M = 10; N = 10;           % Tamao  matriz
K = 3000;                 % pasos
x = randi([0 1],M,N);     % stock
s = zeros(M,N);           % sales
y = zeros(M,N);           % production
J = 2;                    % Cantidad de filas en "MercadoLibre"
lk = ones(J,N);           % suma de "likes" por individuo
suma = zeros(1,J);        % suma de "likes por filas
Wo = ones(J,N)/N;         % matriz de ponderaciones inicial
W = zeros(J,N);           % matriz de ponderadores
L = 80;                   % Cantidad de "likes" adicionales por tener stock
LL= 20;                   % Cantidad de "likes" por transaccin  (independiente del stock)
yyy = zeros(M,N);         % Produccin  histrica

res = []; paso = 0;
while paso < K,

        if paso==0,

        W = Wo;

        end

    sr = randsample(N,1,true,W(1,:));    %Asigna un pedido para la primer fila en base a las ponderaciones
    lk(1,sr) = lk(1,sr)+ x(1,sr)*L+LL;   %Asigna los likes correspondientes

    s = zeros(M,N);
    s(1,sr) = 1;

    [x, s, y, yy, sz, lk] = bak_like(x, s, y, M, N, W, lk, J, L, LL);

        for j = 1:J, %Armado de ponderadores despus de los likes

        suma(j) = sum(lk(j,:));
        W(j,:) = lk(j,:)/suma(j);

        end
```

```


    yyy = yyy + yy;  %Almacena el historial de produccin

    res(end+1,:) = [paso sz sum(sum(yy)) sr];
    paso = paso + 1;

end


%% HISTOGRAMA de produccion total
figure(3)
[hh, hx] = hist(res(:,3), 1:5:3000);

loglog(hx,hh,'b')
xlabel('Y')
ylabel('P(Y)')

saveas(gcf,'ecom_hist_L10','jpeg')
saveas(gcf,'ecom_hist_L10','epsc')

%% SERIE TEMPORAL de produccion total
figure(4)
plot(res(:,3))
xlabel('t')
ylabel('Y')

saveas(gcf,'ecom_serie_L10','jpeg')
saveas(gcf,'ecom_serie_L10','epsc')

%% Produccin histrica

figure(5)

imagesc(yyy)
colorbar
c = colorbar;
c.Label.String = 'Cantidades producidas';

saveas(gcf,'ecom_prod_L10','jpeg')
saveas(gcf,'ecom_prod_L10','epsc')
```