

Simulación sobre Áreas Monetarias Óptimas.

Introducción:

Las opciones de integración que tienen los países se encuentran determinadas por el continuo entre conformar una zona de libre comercio, una unión aduanera, un mercado común o una unión monetaria. Dentro de este continuo, la conformación de un área monetaria única, como sucedió en Europa, sería la culminación o el último estadio del proceso de integración. El objetivo del presente trabajo es analizar a través de simulaciones las dinámicas de integración en áreas monetarias de un grupo de países en función de características tales como valores de equilibrio de ciertos fundamentales, ganancias por tamaño de la moneda de un área e intensidad de los contagios entre los países. Si bien la literatura brinda diferentes perspectivas para analizar los procesos de integración económica, este trabajo se guiará exclusivamente por el enfoque de Áreas Monetarias Óptimas.

La teoría sobre Áreas Monetarias Óptimas (AMO) fue planteada inicialmente por Robert Mundell (1961), en un trabajo en el que la conveniencia o no de establecer una unión monetaria está marcada esencialmente por analizar el trade-off que la misma implica entre ganancias y costos. Las ganancias estarían dadas por los ahorros en términos de costos de transacción¹, por los beneficios de enfrentar shocks comunes con políticas coordinadas y por la mayor robustez de la moneda debido al mayor tamaño de las economías. Mientras que los costos estarían dados por la renuncia a mantener una política monetaria independiente que le permita al país tomar medidas contracíclicas diferenciales a la hora de enfrentar shocks idiosincrásicos.

En función de estas consideraciones, los criterios que se deberían tener en cuenta al decidir la optimalidad o no de la implementación de un área monetaria serían:

- la similitud de los shocks a los que son sujetas ambas economías, para determinar las posibilidades de coordinar las políticas macroeconómicas;
- el grado de movilidad de los factores entre las economías, ya que esto sería otro canal para suavizar diferencias de ciclos entre ellas;
- el volumen comercializado entre ambos países, que determinaría los ahorros que se producirán en términos de costos de transacción entre las monedas;

En aportes posteriores al trabajo de Mundell, McKinnon (1963) y Kennen (1969) destacan el hecho de que si dos países se encuentran especializados en bienes diferentes, los shocks también los afectarán en forma distinta. Debido a esto proponen que otro criterio que se tendría que tomar en cuenta al analizar una potencial AMO sería el grado de similitud de la composición del producto de sus países y del comercio entre los mismos. Pero este trabajo se enfocará principalmente en los criterios sugeridos por Mundell (1961), dejando estos avances pendientes para futuras extensiones del mismo.

El Modelo:

Con el objetivo de simular el comportamiento de países que decidan integrarse o no tomando en cuenta el trade off entre costos y beneficios clásico en la literatura de Áreas Monetarias Óptima se construyó el modelo que se describe a continuación. Cada país (i), en cada momento del tiempo busca minimizar una función de pérdida dada por:

$$\min L_{it} = p_{it}^2 + (x_{it} - \bar{x}_i)^2 - \sum_{j=1}^J \alpha^* \bar{x}_j$$

Donde:

$\bar{x}_{i,j,k}$ = nivel de producto de equilibrio del país;

$x_{i,j,k;t}$ = nivel de producto observado en ese momento;

$\bar{p}_{i,j,k}$ = nivel de precios observado en ese momento;

α = coeficiente de ponderación del tamaño de la moneda;

i = subíndice para los fundamentals del propio país;

j = subíndice para los fundamentals de los países pertenecientes a la misma área monetaria;

La intuición económica detrás de la forma funcional de la función de pérdida sería que a los países les genera desutilidad tanto la inflación de precios como los desvíos del producto con respecto a su nivel de equilibrio, ya que esto último tendría un efecto negativo sobre su credibilidad. Por otro lado, obtienen mayor utilidad si la moneda que utilizan tiene un mayor tamaño, medido por medio del producto de equilibrio de los países que utilicen esta moneda debido a las ganancias derivadas de utilizar una moneda con mayor aceptación y, consecuentemente, menores costos de transacción.

Para completar el modelo necesitamos definir cómo se va a determinar el nivel de producto efectivo en cada país:

$$(x_{it} - \bar{x}_i) = (p_{it} - \bar{p}_i) - \varphi_{it} - \sum_{k=1}^K \delta_k * (x_{kt} - \bar{x}_k)$$

Donde:

$\bar{p}_{i,j,k}$ = nivel de precios de equilibrio del país;

φ_{it} = shock recibido por el país i ;

δ_k = coeficiente de ponderación del contagio del país k ;

k = subíndice para los fundamentals de los países que afectan al país i a través del contagio;

Esta relación implica que el desvío del producto con respecto a su nivel de equilibrio va a depender del desvío del nivel de precios con respecto a su nivel de equilibrio, del shock que reciba en cada período de tiempo y del contagio que reciba por los desvíos de sus vecinos. El hecho que el nivel de producto dependa de los desvíos del equilibrio de los niveles de precios implica que el gobierno cuenta con cierto margen de acción para afectar el producto del país a través de la elección de la política monetaria. Efectivamente, este margen junto con la opción de integrarse en un área monetaria serán las variables de elección que podrán utilizar los países para minimizar la función de pérdida. En general, en este tipo de modelos se suele considerar el desvío con respecto al nivel de precios esperado por los agentes, pero en este caso se tomó en su lugar el nivel de precios de "equilibrio" de la economía para evitar las complicaciones que implica realizar supuestos sobre la formación de expectativas pero, claramente, este es un sentido en el que se podría seguir complejizar el modelo.

Los shocks son específicos de cada país, si bien es cierto que a través del contagio los mismos terminan afectando a los países vecinos del país que recibió el shock. En cada momento del tiempo cada país recibe un shock que será aleatorio en la simulación básica pero que será modificado en las extensiones del trabajo. De acuerdo al argumento de Mundell (1961), aquellos países que reciban shocks similares tendrán una tendencia a agruparse en áreas monetarias porque los costos de tener una política monetaria común serían menores entre ellos.

Con respecto al contagio, se delimitaron distintos vecindarios con diferentes coeficientes de contagio en función de la cercanía al país i . La intuición detrás de esto es que el contagio va a depender del nivel de integración económica que, en general,

depende en forma negativa de la distancia entre los países. También se podría esperar que a mayor distancia menores son las posibilidades de que se produzca migración de los factores productivos, que era otro de los criterios que interesaba a Mundell (1961). Específicamente, si seguimos los modelos de gravity de comercio internacional, los factores típicos para explicar el mismo serían además de la distancia, el tamaño de los países y que compartan fronteras e idioma. En particular, se mantuvo al margen la cuestión del tamaño y del lenguaje y se estableció que los países que compartían fronteras tenían un coeficiente de contagio mayor que aquellos que sólo compartían un vértice y que no existía contagio con aquellos que no se comparte ningún borde. El valor específico de estos coeficientes es otro de los parámetros del modelo con los que se experimentará en las extensiones. Cabe aclarar que para construir estos vecindarios se supuso que la cuadrícula se encontraba cerrada, es decir que se trabajó con la misma como si fuera un toro.

Funcionamiento del Modelo:

Un supuesto clave que se mantendrá en todo el trabajo es que los países tienen racionalidad limitada en diversos aspectos y esto tiene distintas implicancias. En primer lugar, los países actúan en forma independiente sin realizar consideraciones estratégicas y tomando como dadas las decisiones de política económica de los otros países. Por lo que la decisión que tienen que tomar es entre integrarse con algún otro país adoptando la política monetaria del mismo o mantener su independencia e implementar su propia política monetaria, sin considerar en ningún momento las reacciones que su decisión pueda desencadenar para el resto.

En segundo lugar, los países sufren de un defecto de miopía. Esto se ve reflejado en el hecho de que cuando optimizan para minimizar la función de pérdida en el caso de mantenerse independientes, en lugar de llegar a que su política monetaria óptima esⁱⁱ:

$$p_i = \frac{\bar{p}_i + \varphi_i + \sum_{k=1}^K \delta_k * (x_k - \bar{x}_k)}{2}$$

llegan a una solución subóptima en la que no toman en cuenta los efectos de contagio:

$$p_i = \frac{\bar{p}_i + \varphi_i}{2}$$

pero de todos modos, como se explica en la simulación, tampoco podrán implementar este precio. Sino que sólo podrán implementar alguno de los precios que hayan recibido dentro de su dotación de estrategias, por lo que usarán este precio “subóptimo” como referente y elegirán la estrategia que se encuentre lo más cerca posible del mismo. El que los países no tomen en cuenta el efecto de contagio resulta muy justificable, porque incluso en el caso en que los países no sean estrictamente miopes y se den cuenta que serán afectados por estos efectos, la simultaneidad del juego y el desconocimiento de los precios que van a implementar los demás países hacen que sea imposible determinar el valor del término que están omitiendo. Cabe aclarar que esta “semi-optimización” sólo la utilizan para elegir entre sus posibles estrategias propias, mientras que para decidir si mantenerse independientes o seguir a algún otro país, sólo consideran sus funciones de pérdida acumuladas.

Por último, la racionalidad limitada de los individuos se ve reflejada en la misma que los mismos “aprenden” el funcionamiento del sistema. A diferencia de lo que ocurriría si los agentes tuvieran expectativas racionales, los individuos no conocen exactamente el funcionamiento del sistema como para poder optimizar sino que tienen una memoria muy larga y entonces pueden utilizar las realizaciones de sus funciones de pérdida en el pasado para intentar “aprender” cómo funciona el sistema.

Dinámica de la Simulación:

Para comenzar la simulación se genera una matriz que será la base del ejercicio y en la que cada celda representará a un país y el color de la misma indicará la estrategia en términos de política monetaria que el mismo esté implementando. Esta matriz permitirá seguir las decisiones tomadas por los países a lo largo de las repeticiones lo que será el punto central del trabajo. A continuación, se generan los países, asignándoles en forma aleatoria los valores de equilibrio de sus fundamentales: productos y precios, que van a encontrarse entre los intervalos (0,5) y (0,1), respectivamente. También en forma aleatoria se le asigna a cada país una lista de precios (estrategias alternativas) entre los que puede elegir para implementar como política monetaria.

Antes de comenzar con las simulaciones se determina una matriz de probabilidades de $16 * 16$ en la que cada celda va a representar la probabilidad de que el país i elija seguir la estrategia del país j . La celda en la que el país i coincide con el j es la probabilidad de elegir un precio propio. Originalmente estas probabilidades están distribuidas asignando mucha probabilidad a elegir el precio propio (alrededor del 75%) y probabilidades menores al resto de los países decrecientes en la distancia, existiendo 3 grupos de países: aquellos que comparten un lado, aquellos que comparte sólo un vértice y el resto. Pero todos los países tienen una asignación de probabilidad positiva de ser elegidos por otro país, al margen de que en algunos casos la misma sea muy pequeña.

Para utilizar en forma conjunta con la matriz de probabilidades acumulada (PA) que surja de la matriz descrita, se genera un vector de números aleatorios entre 0 y 1 en el que a cada país le corresponde un número. Posteriormente, a este número se le aplica un pequeño shock con distribución normalⁱⁱⁱ en cada iteración y se verifica en función del nuevo valor qué estrategia le corresponde seguir al país utilizando la matriz de probabilidad acumulada. Esto permite generar números aleatorios que respondan a la distribución de probabilidades correspondiente a cada país. El ejercicio de shockear aleatoriamente y con valores chicos el número aleatorio inicial se implementó para evitar que exista una excesiva variabilidad en las estrategias implementadas como sucede si se le genera un número aleatorio nuevo en cada iteración. A medida que se desarrolla la simulación, las probabilidades se van actualizando sumando un epsilon (0,001 en la simulación original) a la probabilidad del país cuya estrategia hubiera determinado la menor pérdida en la iteración anterior y restando un epsilon al que hubiera implicado la mayor pérdida.

La secuencia del juego es la siguiente:

1. En cada repetición el país recibe un shock aleatorio perteneciente al intervalo (-0.5,0.5);
2. En función del shock y de sus fundamentales, el país elige entre las 4 estrategias alternativas que se le asignaron aquella que más cerca se encuentra de su precio subóptimo;
3. Para inicializar la simulación se comienza por una etapa de 10 repeticiones en las que los países sólo pueden implementar alguna de sus estrategias propias, por lo que las ganancias por tamaño de la moneda serán sólo mi propio tamaño. Durante estas iteraciones se calcula tanto la pérdida efectiva, siguiendo los precios propios, como la

- pérdida hipotética que hubiera tenido el país en caso de elegir los precios implementados por el resto de los países;
4. A partir de la iteración N°11, los países además de elegir entre sus 4 estrategias cuál implementaría en caso de mantenerse independiente, también decide entre implementar la estrategia elegida en el paso anterior o unirse a algún otro país en un área monetaria implementando el precio que este país implemente. La elección se realizará utilizando la matriz de probabilidades acumulada con el mecanismo ya discutido. Es importante destacar que los países sólo pueden implementar precios que hayan sido implementados por algún país. Es decir, si un país A decide copiar el precio de algún otro país y no implementa ninguna estrategia propia, el resto no puede optar por implementar el precio que el país A haya determinado como subóptimo dentro de sus estrategias; del mismo modo, si el país A determina seguir alguna de sus estrategias propias, los demás países no tienen acceso al resto del vector de precios posibles que el país A no elija implementar. Otra aclaración relevante es que si un país A decide unirse a algún otro país B, esto no implica que A termine implementando alguna de las alternativas de estrategias de B, porque si B decide a su vez seguir a otro país C, va a ser la estrategia de C la que termine implementando A;
 5. Una vez determinadas las estrategias que siguen los países, se calculan las pérdidas efectivas de los mismos con las estrategias implementadas. A continuación, se calculan las pérdidas hipotéticas que hubieran tenido los países si, con las mismas realizaciones de los shocks y manteniendo fijas las estrategias seguidas por los otros países, se modificara solamente la estrategia implementada por el país en cuestión. En resumen, sólo hago el contrafáctico de mi propia elección porque en el caso contrario tendría que calcular infinitos escenarios. En esta segunda etapa sí se deben calcular los beneficios por tamaño de la moneda en función del tamaño de los países que pertenezcan a mi misma área monetaria;
 6. Por último se actualiza la matriz de probabilidades y se inicia nuevamente el juego.

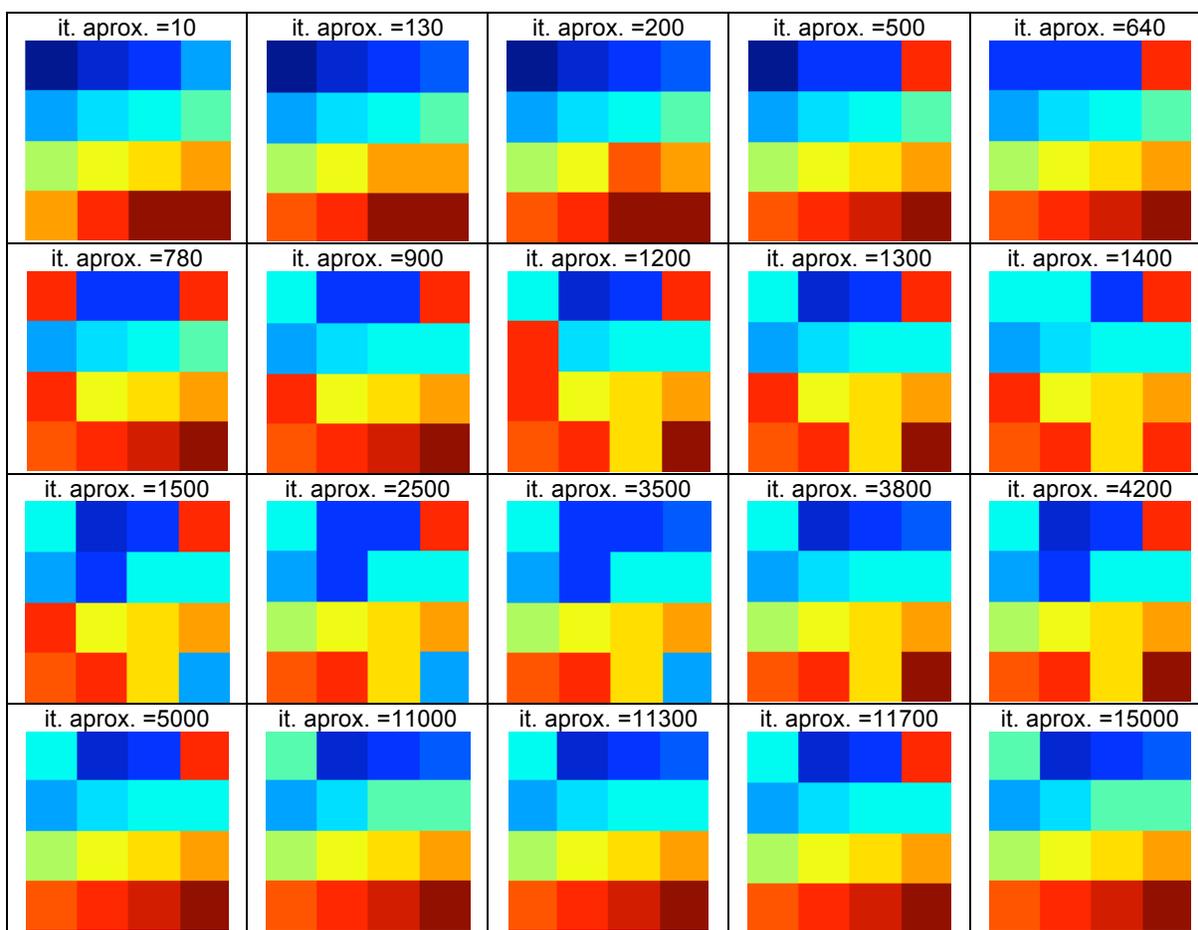
Resultados de la simulación:

Para analizar los resultados se tomó como caso representativo una simulación con los siguientes valores para los parámetros de relevancia:

- coeficiente de beneficios por tamaño de la moneda: 0,001;
- coeficiente de contagio para países que comparten frontera: 0.001;
- coeficiente de contagio para países que comparten vértice: 0.0005;
- probabilidades matriz original: propia=0.7551, países que comparten frontera=0.04, países que comparten vértice=0.02, resto=0.0007;
- todos los valores de los fundamentals se determinaron en forma aleatoria: Precios [0,1], Producto [0,5];
- shocks aleatorios [-0.05,0,05];
- iteraciones:20.000;
- Memoria: infinita;

La elección de los parámetros se hizo en función de la relevancia de las configuraciones obtenidas, dándole prioridad a aquellas que guardaran una mayor similitud con lo observado en el mundo real. Entre otras cosas se buscaba encontrar configuraciones que no tengan dinámicas muy inestables y que como resultado final presentaran la generación de algunas áreas monetarias, pero con la mayoría de los países manteniendo políticas independientes. De todos modos, en la sección sobre extensiones se realizarán modificaciones a los parámetros para analizar la sensibilidad de los resultados y cómo reacciona el sistema ante estas modificaciones. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la simulación elegida como representativa.

Tabla N°1:



Cuadro N°1 (sombreados en un mismo color se encuentran los países que formaron áreas monetarias con mayor permanencia durante la simulación).

País	Precio implementado	Estrategia implementada	Pto. de equilibrio	Precio de equilibrio	Estrategias disponibles			
1	0.2566	8	3.5178	0.0493	0.506	0.6463	0.9559	0.2577
2	0.2889	2	1.8269	0.7505	0.8146	0.2889	0.1022	0.9177
3	0.5366	3	3.3697	0.803	0.8144	0.1975	0.2302	0.5366
4	0.5699	4	1.8016	0.602	0.8771	0.8879	0.993	0.5699
5	0.2785	5	2.4248	0.5711	0.1223	0.7519	0.2785	0.5337
6	0.3683	6	0.7002	0.74	0.093	0.0364	0.3683	0.897
7	0.2566	8	4.9972	0.0839	0.9715	0.8619	0.3724	0.8104
8	0.2566	8	2.7426	0.2536	0.6608	0.2566	0.9963	0.7575
9	0.5174	9	0.5731	0.7009	0.5174	0.6876	0.7431	0.8884
10	0.1426	10	2.8339	0.4319	0.8433	0.059	0.3726	0.1426
11	0.3766	11	4.8082	0.9455	0.8656	0.73	0.8961	0.3766
12	0.4665	12	1.3088	0.8735	0.4665	0.196	0.942	0.1474
13	0.5559	13	3.3243	0.9623	0.5559	0.5807	0.3442	0.2116
14	0.3311	14	4.115	0.6343	0.0556	0.355	0.691	0.3311
15	0.5508	15	0.2943	0.9159	0.1336	0.5508	0.8942	0.367
16	0.2885	16	2.9867	0.5134	0.7775	0.4896	0.5714	0.2885

Numeración de los países en la cuadrícula:

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

A partir del análisis de la Tabla N°1 y del Cuadro N°1 se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Debido al tamaño de la moneda los países de mayor tamaño atraen a otros países y esto genera una tendencia a conformar áreas monetarias. En el ejemplo anterior, los países N°7, N°11 y N°14 son los de mayor tamaño y los tres terminan conformando áreas monetarias, aunque con diversos grados de permanencia debido a la interacción de otros factores;
- La similitud entre los precios de equilibrio es otro factor que influye a favor de la generación de un área monetaria. Como se puede distinguir en la Tabla N°1, se observan diferencias claras entre los precios de equilibrio promedio de cada área. Esto se debe a que si los países tienen precios de equilibrio similares, al margen del shock que reciban en cada período, será más probable que elijan implementar precios subóptimos similares;
- El hecho que los países de mayor tamaño atraigan a otros y esto termine generando áreas monetarias no implica que los precios implementados en éstas áreas correspondan a las estrategias del país más grande. Por el contrario, en general se terminará eligiendo aquel precio que resulte más cercano al óptimo del área dentro de las estrategias disponibles de todos los países miembros. Por ejemplo, en el caso del área 1-7-8, el país más grande es el N°7, pero el precio implementado pertenece a la dotación de estrategias del país N°8.
- Con los valores de los parámetros establecidos, en las estabilizaciones se encuentran tanto países que siguen estrategias independientes como países que copian estrategias de sus vecinos. En algunos casos también se observa que a pesar de que se haya conformado un área monetaria que se mantenga estable en cuanto a los países que la conforman se puede dar el caso que no sea estable en cuanto a la estrategia seguida por la misma y que esta oscile entre los precios semióptimos de dos o más de sus miembros. Esto resulta bastante común y guarda cierta lógica porque si los países optan por unirse en general se trata de países relativamente similares, y por esto luego es difícil determinar entre estos precios semióptimos similares cuál es el que le conviene al área en su conjunto. Como se verá en las extensiones, este efecto también se puede producir incluso en el caso de áreas monetarias que incluyan a la totalidad de los países. De todos modos, esto no parecería ser una situación poco realista, porque se podría interpretar que entre los países del área se podrían alternar para determinar la política monetaria, ya sea porque lo preestablecieron de esa forma o por diversas luchas de poder que hagan que en distintos períodos prevalezca la elección de uno por sobre la de otro;
- En general se observa que al comenzar la simulación el sistema resulta bastante inestable y se presentan muchas modificaciones de estrategias entre los países. Pero al alcanzar las 1000 iteraciones el sistema suele estabilizarse, lo que podría deberse a que dado que el sistema tiene memoria infinita el mismo podría estar “aprendiendo” de forma tal de encontrar los puntos óptimos. Pero estos puntos óptimos no tienen por qué ser óptimos globales sino que por el contrario se observa que estando en estos semi-equilibrios, muchas veces un shock o una modificación de la estrategia de un país desencadena que se desequilibre el mismo y se produce nuevamente la dinámica de estabilización;

- En los casos en que se converge a la formación de áreas monetarias ya sea una o varias, se suele observar que aquellos países que se mantienen al margen de las mismas durante la mayor parte de la simulación, suelen ser aquellos países que, ya sea en términos de su producto o precios de equilibrio, son considerablemente diferentes al promedio. Es decir, los que se mantienen al margen son aquellos países que tendrán mayores costos si deciden importar la política monetaria de otro país. Por ejemplo, el país N°10 no opta por asociarse con ningún otro y si se analizan los fundamentals de equilibrio de sus vecinos se puede encontrar la lógica de esta situación. En cuanto a los precios de equilibrio de sus vecinos, los mismos son considerablemente diferentes a los del país N°10, o al menos tienen una diferencia bastante mayor que la que se suele observar dentro de las áreas monetarias que se formaron. Y en cuanto al tamaño de sus vecinos, si bien es vecino del país N°7 que es el mayor, el precio de equilibrio de este país es extremadamente bajo;
- La complejidad del sistema hace que sea crucial que los países tengan una memoria muy larga. Esto se ve en el hecho que a medida que avanzan las iteraciones los países recaban más información y toman sus decisiones influidos por diferentes factores. En particular se observa que al inicio juega un rol más preponderante el tamaño que tenga el país con el que se pueda unir, pero a medida que avanza la simulación, este factor pierde fuerza frente al efecto de enfrentar sus shocks con una política monetaria menos óptima que la que podría implementar si fuera independiente. Por esto al final sólo sobrevive el área monetaria 1-7-8 en la que los países son sorprendentemente similares y la ganancia por tamaño de la moneda es relativamente muy fuerte, mientras que el resto de los países elige mantenerse independiente.

Extensiones:

En esta sección se procederá a modificar algunos de los parámetros fijados en la simulación original para analizar los efectos que esto tenga sobre los resultados. Cabe aclarar que al margen de la modificación específica de cada ejercicio el resto de los parámetros se mantiene constante así como también el generador de números aleatorios para permitir la comparación de los diversos escenarios.

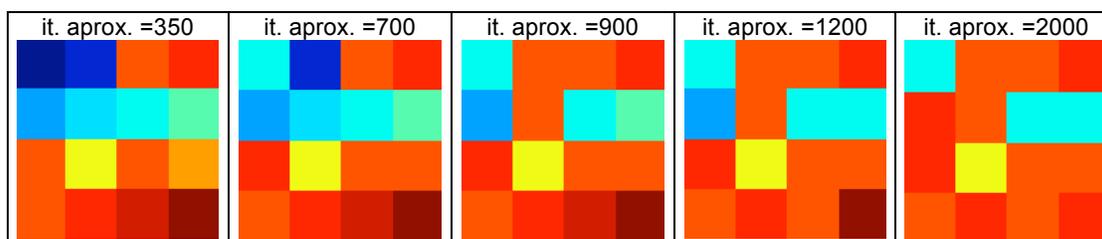
- Modificaciones en la generación de los productos de equilibrio:

Aumentar el producto de un país por encima del resto^{iv}: Esta modificación provoca que se genere un área monetaria a la que pertenezca el país al que se le haya aumentado el producto. Cuanto más desproporcionado sea el producto determinado arbitrariamente en relación con el resto, más rápidamente se generará éste área monetaria y también más grande será la misma ya que a más países les resultará óptimo resignar la independencia de su política monetaria a cambio de obtener mayores ganancias por tamaño de la moneda. Pero, como ya se analizó en la simulación original, esta modificación no implica que la estrategia que se termine implementando corresponda a alguno de los precios del país más grande, sino que al área le puede convenir implementar el precio de alguno de los otros países que se encuentre más cerca del promedio de precios de los miembros.

Ejemplo N°1: Se activa la siguiente instrucción: $XMV(13,1)=25$, lo que implica que el producto de equilibrio del país N°13 será 25, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°2. En esta simulación se observa que efectivamente se forma un área monetaria a la que pertenece el país N°13 y que antes no se formaba. Además se observa que se vuelve a generar el área 1-7-8 de la simulación original y que también se presentan las oscilaciones entre los países 4-9-14. Esta configuración se mantiene

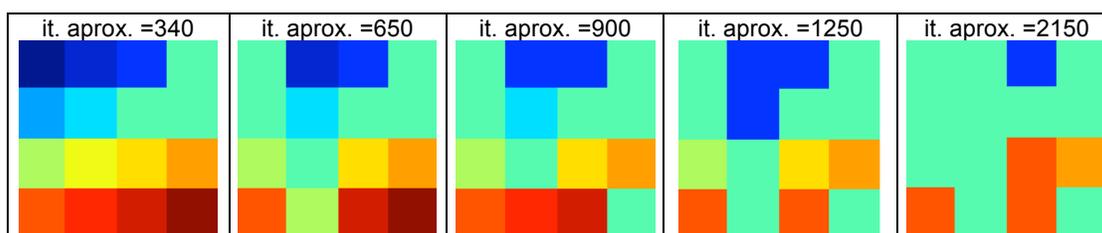
considerablemente estable aunque los países 2, 3, 11 y 12 continúan cambiando de estrategia sin estabilizarse.

Tabla N°2:



Ejemplo N°2: Se activa la siguiente instrucción: $XMV(8,1)=55$, lo que implica que el producto de equilibrio del país N°8 será 55, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°3. En este caso se suman el hecho de que el país ahora es más grande que en la simulación anterior y que además es un país que ya pertenecía a un área monetaria. Estos dos efectos provocan que el área que termina configurándose es considerablemente superior y absorbe al área 1-7-8. A partir de las 2000 iteraciones aproximadamente el sistema se estabiliza a pesar de que algunos países (2, 3 y 9) continúan oscilando.

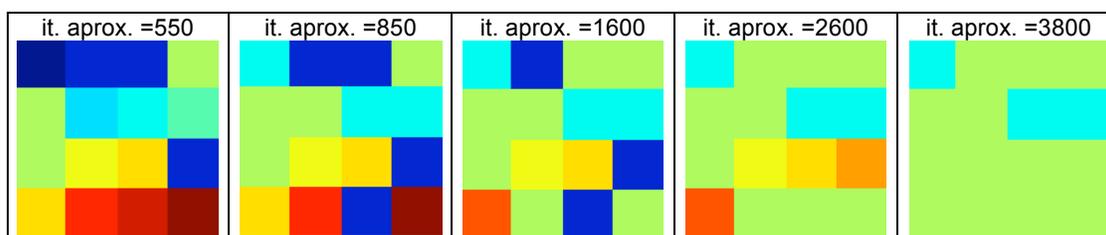
Tabla N°3:



Aumentar el producto de dos países por encima del resto: Al modificar los parámetros de esta forma, el principal efecto es en el mismo sentido que en el caso anterior. Es decir, se generan áreas monetarias que incluyen a estos países con mayor producto y cuanto mayor sean los países más rápidamente se generan las áreas y más grandes serán las mismas. Sin embargo, puede ocurrir que se genere un único área en la que se encuentran los dos países más grandes o que se mantengan dos áreas separadas a las que pertenezcan los mismos. En cuanto al precio que vayan a implementar como en los casos anteriores queda indeterminado.

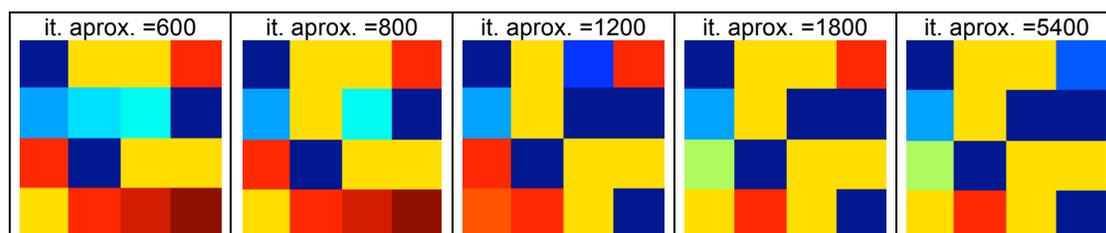
Ejemplo N°3: Se activa la siguiente instrucción $XMV(2,1)=25$, $XMV(9,1)=25$, lo que implica que los productos de equilibrio de los países N°2 y N°9 será de 25, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°4. En este ejemplo, los dos países más grandes quedan absorbidos dentro de un área única a la que también pertenecen todos los demás países, con las únicas excepciones del área 1-7-8. Probablemente, el hecho de que hayan sido absorbidos dentro del mismo área se debe a que los mismos tienen precios y productos de equilibrio similares.

Tabla N°4:



Ejemplo N°4: Se activa la siguiente instrucción $XMV(1,1)=25$, $XMV(11,1)=25$, lo que implica que los productos de equilibrio de los países N°1 y N°11 será de 25, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°5. En este caso, a diferencia del ejemplo anterior, se configuran dos áreas monetarias diferentes que se mantienen estables a pesar de que ciertos países (2, 13 y 15) continúan modificando sus estrategias indefinidamente. También a diferencia del caso anterior, los precios de equilibrio de los países a los que se les modificó el tamaño son muy diferentes, lo que probablemente ayudó para que no se produjera una unión entre las dos áreas. Además, estos precios son muy extremos lo que puede justificar el hecho de que existan países que hayan preferido mantenerse al margen de cualquiera de las dos áreas.

Tabla N°5:



- Modificaciones en la generación de los niveles de precios de equilibrio:

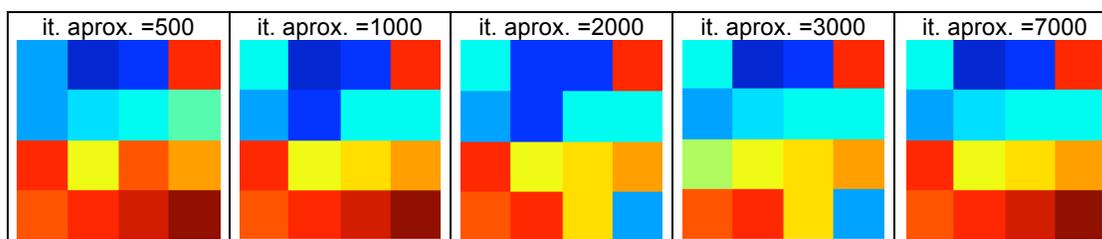
Colocar el precio de equilibrio de un país en el nivel promedio (=0.5): Dados los parámetros de la simulación original, para actuar como polo generador de un área monetaria, las ganancias por tamaño de la moneda hacen que termine teniendo más peso ser más grande que tener el precio de equilibrio promedio. Esto se debe en parte a que el precio de equilibrio no es el único determinante del precio elegido sino que el mismo también será afectado por los shocks que reciba el país y de las alternativas de estrategias con el que el mismo cuente. Pero incluso si se combina esto con imponer que el país en cuestión no reciba ningún shock (que es lo que pasa con el promedio de los países porque los shocks tienen media cero) tampoco se termina generando el área monetaria.

Como se puede ver en el siguiente ejemplo, sí se consiguen modificaciones en las configuraciones finales si se altera el precio de equilibrio de países que mostraron durante la simulación original cierta tendencia a conformar un área monetaria.

Ejemplo N°5: Se activa la siguiente instrucción $PMV(4,1)=PMV(14,1)$; $PMV(9,1)=PMV(14,1)$, lo que implica que los precios de equilibrio de los países N°4 y N°9 serán iguales al del N°14 (0,6343) , y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°6. Los países a los que se modificó el precio en esta simulación ya habían mostrado una tendencia a asociarse en la simulación original y con el cambio en los parámetros se

logró hacerlos más similares. El efecto de esta modificación, es que ahora el área monetaria que conforman se mantiene estable.

Tabla N°6:

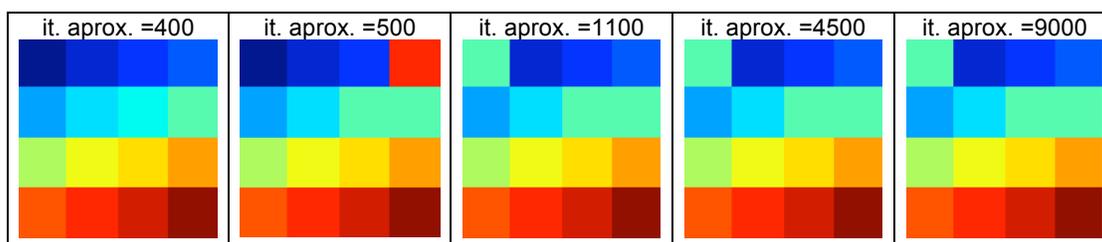


- Modificaciones en la matriz de contagios:

Al incrementar los coeficientes de contagios, el sistema se hace más interdependiente, pero el efecto sobre la generación o no de áreas monetarias no parecería ser lineal. Para cierto rango, incrementar los coeficientes de contagio hace que pierda relevancia el efecto de tamaño de la moneda ante la alternativa de poder implementar la política monetaria “subóptima” propia por lo que se observa un movimiento hacia mayor independencia de las políticas monetarias. Sin embargo, si se continúa incrementando este coeficiente, la interdependencia pasa a ser tan alta que comienza a ser óptimo integrarse en una única área. Otra forma de pensar el mismo efecto sería que mientras que no existe contagio o el mismo es muy bajo, los países son en cierta forma más similares, mientras que con niveles de contagio intermedio se hacen más diferentes debido a sus vecindarios distintos. Pero cuando el nivel de contagio pasa a ser muy alto vuelven a ser más similares debido a que reciben gran parte del shock que recibe el resto y esto puede hacer que sea óptima la integración nuevamente. En ambos casos hasta que el sistema se estabiliza la dinámica observada es considerablemente más inestable que la de la simulación original.

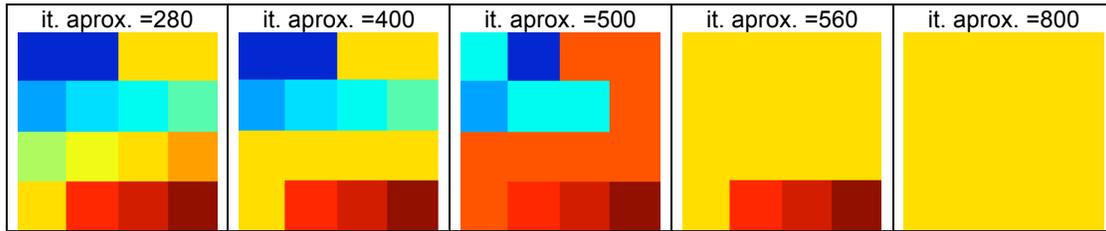
Ejemplo N°6: Se modifica el valor original de $\beta_1=0.001$ por $\beta_1=0.01$ y esto modifica consecuentemente el valor de β_2 que está definido como $0.5 \cdot \beta_1$. Esta modificación se encontraría dentro del primer rango descrito por lo que el efecto del mayor contagio hace que sea más costoso integrarse. Si bien se termina formando el área 1-7-8 el resto de los países se mantienen independientes.

Tabla N°7:



Ejemplo N°7: Se modifica el valor original de $\beta_1=0.001$ por $\beta_1=0.1$ y esto modifica consecuentemente el valor de β_2 que está definido como $0.5 \cdot \beta_1$. Esta modificación hace al sistema muy inestable, se observan muchas modificaciones de estrategias por iteración y se converge rápidamente a un área monetaria única con un precio oscilante entre las estrategias disponibles de los países 11, 12 y 13.

Tabla N°8:

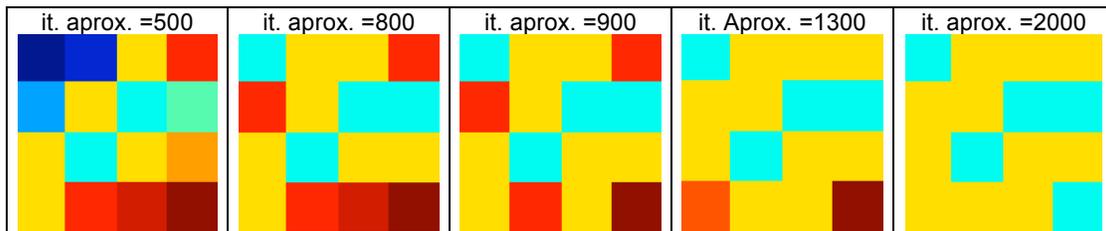


- Modificaciones en las ganancias por tamaño de la moneda:

Al Incrementar los coeficientes de ganancias por tamaño de la moneda, se aumentan los beneficios de pertenecer a un área monetaria y, consecuentemente, se incrementa la tendencia del sistema a que los países conformen las mismas.

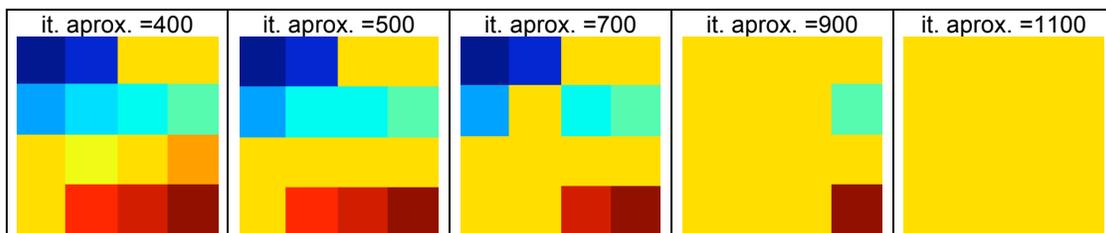
Ejemplo N°8: Se modifica el valor original de $\alpha=0.001$ por $\alpha=0.01$. Esto provoca que en un número relativamente bajo de iteraciones todos los países se agrupen en torno al área 1-7-8 o al área que se aglutina en torno al gran tamaño del país N°11, que como además tiene un precio relativamente intermedio termina definiendo la política monetaria del área.

Tabla N°9:



Ejemplo N°9: Se modifica el valor original de $\alpha=0.001$ por $\alpha=0.1$ generando ganancias por tamaño de la moneda muy altas que provocan que la totalidad de los países se agrupen en torno al país 11, absorbiendo incluso al área 1-7-8.

Tabla N°10:



- Modificaciones en la memoria de los países:

La función de pérdida general que siguen los países en cada momento del tiempo

es : $PérdidaTotal_t = \lambda * \sum_{t=0}^{t-1} PérdidaTotal + Pérdida_t$. Con memoria infinita, como

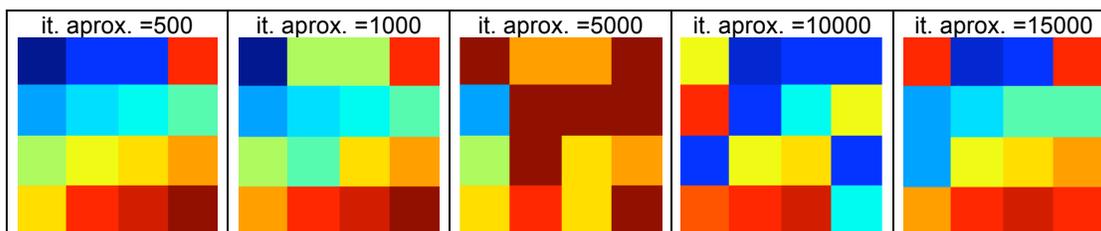
es el caso de la simulación original, $\lambda = 1$ y la función de pérdida que siguen los

países es: $PérdidaTotal_t = \sum_{t=0}^{t-1} PérdidaTotal + Pérdida_t$. Si por el contrario, ahora

suponemos que el ponderador de las pérdidas pasadas es distinto de uno, generando un sistema similar al de expectativas adaptativas, los agentes dejarán de tener memoria infinita y la misma se irá agotando con el tiempo. Si se toma $\lambda = 0.9$ el efecto se agota relativamente rápido en comparación con la memoria infinita. Por ejemplo algunas de las ponderaciones para las funciones de pérdidas pasadas con $\lambda = 0.9$ serían: t-5=0.59; t-10=0.34; t-15=0.20; t-30=0.04. El efecto de esto es que el sistema resulta mucho más inestable porque los países no llegan a “aprender” el funcionamiento del mismo. Esto resulta esperable dada la complejidad del sistema y el ejercicio no llega a converger a ninguna configuración estable. Por el contrario, si se toman valores de lambda del orden del 0.999, el sistema presenta una memoria muy persistente y termina convergiendo a la misma configuración que la simulación original. A continuación se presenta a modo de ejemplo un lambda intermedio.

Ejemplo N°10: Se define $\lambda = 0.99$ y se observa que si bien el sistema no converge presenta una dinámica más estable que en el primer caso mencionado ($\lambda = 0.9$). También se encuentra que dentro de la no convergencia se llegan a distinguir los patrones de asociación presentes en la simulación original (1-7-8, 4-9-14, 11-15).

Tabla N°11:



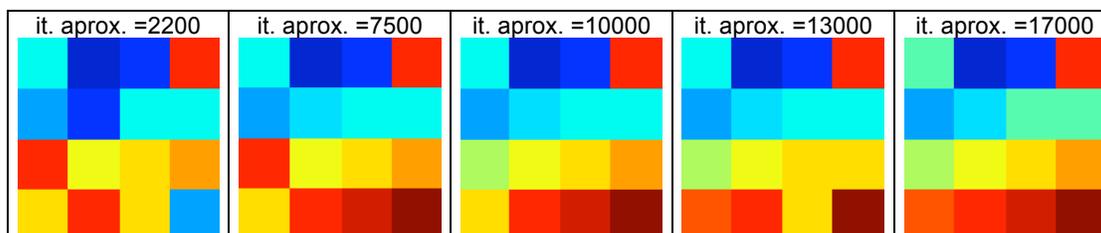
- Modificaciones en la generación de los shocks:

Alterar los shocks aleatorios de ciertos países para analizar el efecto que esto tenga sobre la generación de áreas monetarias. En lugar de mantener que estos sean aleatorios se buscó generar zonas que recibieran shocks iguales, redefiniendo como iguales a los de algún país los shocks recibidos por los otros países de la zona. Este tipo de experimentos no modificó las configuraciones de la simulación original incluso si se provocaba que estos shocks sean muy grandes (y consecuentemente muy distintos a los del resto de los países) multiplicándolos por algún escalar. Se realizó la simulación con escalares igual a 2, 20 y 200 y en ningún caso se obtuvo algún resultado distintivo. Esto llevaría a concluir que dados los parámetros de la simulación original, los demás fundamentales estarían jugando un rol más preponderante en la generación de áreas monetarias.

Por el contrario al redefinir como iguales los shocks de áreas que mostraron cierta tendencia a conformarse incluso recibiendo shocks diferentes sí se observan ciertos efectos como se ve en los siguientes ejemplos.

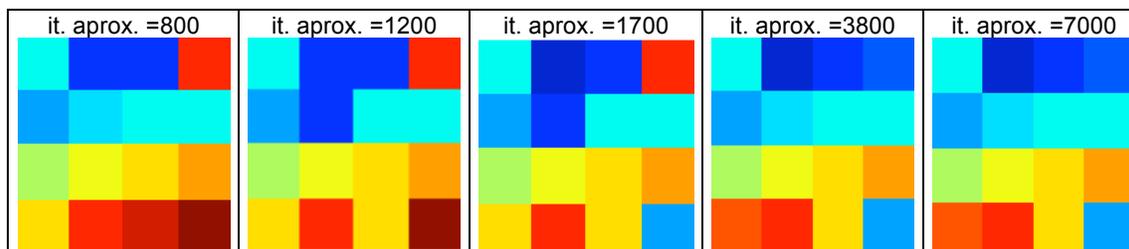
Ejemplo N°11: Se activa la siguiente instrucción $SV(4,1)=SV(14,1)$; $SV(9,1)=SV(14,1)$, lo que implica que los shocks recibidos por los países N°4, N°9 y N°14 serán iguales, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°12. Es decir que al forzar a que los shocks recibidos por estos países que mostraban cierta tendencia a conformar un área sean iguales se consigue que la misma se establezca para los países N°4 y N°14, aunque el país N°9 termina manteniéndose al margen

Tabla N°12:



Ejemplo N°12: Se activa la siguiente instrucción $SV(11,1)=SV(15,1)$, lo que implica que los shocks recibidos por los países N°11 y N°15 serán iguales, y se obtienen los resultados que se ven en la Tabla N°13. Al unificar los shocks recibidos por estos dos países se genera que los mismos conformen bastante rápidamente un área monetaria que se mantiene estable a lo largo de la simulación.

Tabla N°13:



Otras extensiones posibles:

- Modificaciones en la forma en que se actualizan las probabilidades: en este sentido se hicieron algunos experimentos modificando el valor de epsilon, pero sería muy informativo refinarlos. La idea preliminar es que para ciertos rangos aumentar el epsilon incrementa la inestabilidad del sistema pero lo hace converger a las mismas configuraciones, por lo que el efecto principal sería un incremento en el “ruido” generado por las numerosas modificaciones de estrategias. Pero para valores de epsilon más elevados (ej: epsilon =0.1) el sistema es demasiado inestable y no llega a converger.
- Modificaciones en la matriz de probabilidad original: también en este sentido se avanzó en forma preliminar y la noción que surge de esos experimentos es que

distribuciones de probabilidad que le den mayor peso a los vecinos generan sistemas muy inestables y a los que les resulta muy difícil converger.

- Generar otro tipo de modificaciones sobre los fundamentals y parámetros sobre los que ya se realizaron algunas modificaciones en las extensiones.
- Agregar fundamental que refleje composición del producto: lo que permitiría incorporar los aportes realizados por McKinnon (1963) y Kennen (1969) a la literatura. Sin embargo, esto probablemente complique demasiado el sistema y haga que los agentes necesiten de una mayor cantidad de iteraciones para aprender su funcionamiento. Además va a generar otra fuente de divergencias entre los países y puede ser que resulte más difícil que se den las configuraciones necesarias para que se formen en forma espontánea áreas monetarias.

Referencias:

- Mundell, R. (1961); "A Theory of Optimum Currency Areas". The American Economic Review, Vol. 51, No. 4, 657-665.
- Kenen. P. (1969); The Theory of Optimum Currency Areas: An Eclectic View". In Mundell, R. y Swoboda (eds.), Monetary Problems of the International Economy, Chicago: University of Chicago Press, pp. 41-60.
- McKinnon, R. (1963); "Optimum Currency Areas". American Economic Review 53, pp. 717-725.

Apéndice:

Código de la simulación:

```

N = 4; %cantidad de paises=N*N
titulo = ['Optimum Currency Areas. Cantidad de paises=', num2str(N*N)];
alfa = 0.001; % ganancia por tamaño de la moneda %Ejemplo N°8: alfa=0.01 %Ejemplo
N°9: alfa=0.1
beta1=0.001; % coeficiente de contagio (solo 4 linderos) %Ejemplo N°6:
beta1=0.01 %Ejemplo N°7: beta1=0.1
beta2=beta1/2; % coeficiente de contagio (incorpora 4 diagonales)
rand('state',0);
step = 5;
repeticiones2=20000;
U = rand(N,N); %matriz de paises
film = imagesc(U,[1 16]);
axis off; axis square; axis on;
title(titulo);
xlabel('x','fontsize',16);
ylabel('y','fontsize',16);
axis ([0 N+1 0 N+1]);

C=zeros (N*N,N*N); %Determinacion de matriz de contagios. Pasa a una matriz de
N*N el contagio por vecindarios
c=1;i=1;
while i<=N;
    j=1;
    while j<=N;
        A=zeros(N,N); %matriz auxiliar, se va a reescribir en cada loop
        jl= mod(j-2,N)+1; % index left
        jr = mod(j,N)+1; % index right
        it = mod(i-2,N)+1; % index bottom
        ib = mod(i,N)+1; % index top
        A(ib,j)=beta1; A(it,j)=beta1; A(i,jl)=beta1; A(i,jr)=beta1;
        A(ib,jr)=beta2; A(ib,jl)=beta2; A(it,jr)=beta2; A(it,jl)=beta2;
        if i==1;

```

```

        c=j;
    elseif i==2;
        c=4+j;
    elseif i==3;
        c=8+j;
    elseif i==4;
        c=12+j;
    end;
    C(c,:)= [A(1,:),A(2,:),A(3,:),A(4,:)];
    j=j+1;
end;
i=i+1;
end;

a=0.04; b=0.02; c=0.0007;%Determinacion de la Matriz de probabilidades inicial
PR=rand(N*N,N*N);
P=zeros(N,N);
i=1;
while i<=N;
    j=1;
    while j<=N;
        P=zeros(N,N);
        P(i,j)=0.7551;
        jl= mod(j-2,N)+1; % index left
        jr = mod(j,N)+1; % index right
        it = mod(i-2,N)+1; % index bottom
        ib = mod(i,N)+1; % index top
        P(ib,j)=a; P(it,j)=a; P(i,jl)=a; P(i,jr)=a;
        P(ib,jr)=b; P(ib,jl)=b; P(it,jr)=b; P(it,jl)=b;
        jr2 = mod(j+1,N)+1; % index right right
        ib2 = mod(i+1,N)+1; % index top top
        P(ib2,j)=c; P(i,jr2)=c; P(ib2,jr2)=c; P(ib2,jl)=c; P(ib2,jr)=c;
    P(ib,jr2)=c; P(it,jr2)=c;
        if i==1;
            d=j;
        elseif i==2;
            d=4+j;
        elseif i==3;
            d=8+j;
        elseif i==4;
            d=12+j;
        end;
        PR(d,:)= [P(1,:),P(2,:),P(3,:),P(4,:)];
        j=j+1;
    end;
    i=i+1;
end;

PRL=PR;% Determinacion de la Matriz de probabilidad acumulada
i=1;
while i<=N*N;
    j=1;
    while j<=N*N;
        if j==1;
            PRL(i,j)=PR (i,j);
        elseif j>=2;
            PRL(i,j)=(PRL(i,j-1)+PR(i,j));
        end;
        j=j+1;
    end;
    i=i+1;
end;
AL= rand(N*N,1); %vector de numeros aleatorios, determinaran la estrategia a seguir

```

```

EST=zeros(N*N,1); %estrategia determinada por AL
XM = 5*rand(N,N); % productos de equilibrio en forma matricial
XMV=[XM(1,:),XM(2,:),XM(3,:),XM(4,:)]'; %productos de equilibrio en forma
vectorial, para poder optimizar
%XMV(13,1)=25; %Ejemplo N°1
%XMV(8,1)=55; %Ejemplo N°2
%XMV(2,1)=25; %XMV(9,1)=25 %Ejemplo N°3
%XMV(1,1)=25;%XMV(11,1)=25; %Ejemplo N°4
PM = rand(N,N); % precios de equilibrio
PMV=[PM(1,:),PM(2,:),PM(3,:),PM(4,:)]';
%PMV(4,1)=PMV(14,1);PMV(9,1)=PMV(14,1); %Ejemplo N°5
PA = rand (N*N,4); %voy a elegir el que sea mas parecido a mi optimo
individual
L1=zeros(N*N,1);
LT1=zeros(N*N,N*N);
repeticiones=10;
t=1;
while t<=repeticiones;
a = -0.05; b = 0.05;
S = a + (b-a) * rand(4); % shocks aleatorios entre a y b
SV=[S(1,:),S(2,:),S(3,:),S(4,:)]';
%SV(4,1)=SV(14,1);SV(9,1)=SV(14,1); Ejemplo N°11
%SV(11,1)=SV(15,1);Ejemplo N°12
PO = (PM+S)/2; % precios optimos sin tener en cuenta el contagio,
POV=[PO(1,:),PO(2,:),PO(3,:),PO(4,:)]';
POV1=[POV POV POV POV]; %buscar forma mas eficiente
PA1=abs(PA-POV1);
[B,INDEX] = sort(PA1,2);
%los ordena de menor a mayor, la menor diferencia con el optimo va a ser el de la
primer fila
%de las estrategias de las que dispone cual es la optima dado el shock, esta sera
la elegida si decide no integrarse con nadie
PA2=zeros (N*N,1);
i=1;
while i<=N*N;
PA2(i,1)=PA(i,INDEX(i,1));
i=i+1;
end;
i=1;
%cada pais optimiza su estrategia tomando en cuenta las interacciones
Z=PA2-PMV-SV+XMV+C*XMV; %productos finales sin despejar los contagios
I=eye(N*N);
X=(I-C)*Z; %productos finales descontados los contagios
L1=[PA2.^2+(X-XMV).^2-alfa*XMV];%como en las 10 primeras repeticiones solo elijo
un p propio, las
%ganancias por tamaño de la moneda es solo mi
tamaño
%Se realiza un loop para conocer la perdida que hubiera tenido cada pais si
hubiera seguido sus
%estrategias alternativas. Para esto en cada caso se mantienen fijas las
estrategias seguidas por
%los demas paises.
L2=zeros(N*N,1);
i=1;
while i<=N*N;
PMVE=PMV(i,1)*ones(N*N,1);
SVE=SV(i,1)*ones(N*N,1);
XMVE=XMV(i,1)*ones(N*N,1);
CV=[C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:);
C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:);
XE=XMVE+PA2-PMVE-SVE+(CV*(X-XMV)); %no importa que no modifique el X propio
porque no tengo contagio propio
L2=[L2 PA2.^2+(XE-XMVE).^2-alfa*(XMVE+XMV)];
L2(i,i+1)=0;

```

```

    i=i+1;
end;
L2=L2';
L=diag(L1)+L2(2:N*N+1,:);
LT1=[LT1; L];
t=t+1;
end;

L3=zeros(repeticiones,N*N); %la voy a reescribir para cada pais
LT=zeros(1,N*N);%va a representar las perdidas totales en las rep para cada pais
por fila
i=1;
while i<=16;
    i;
    j=16;
    while j<=16*repeticiones-1+16;
        j;
        i+j-16;
        L3(j/16,:)=LT1(i+j,:);
        j=j+16;
    end;
    LT=[LT; sum(L3,1)];
    i=i+1;
end;
LTR=[LT(2:N*N+1,:)]; %cada pais una fila

%Loops con adaptacion repeticion
t2=1;
while t2<=repeticiones2;
    t2
    %Loop para actualizar la matriz de probabilidades
    epsilon=0.001;
    [Y,INDEX2] = sort(LTR,2);
    INDEX2;
    s=1;
    while s<=N*N;
        if PR(s,INDEX2(s,1))+epsilon<1;
            if PR(s,INDEX2(s,16))-epsilon>=0;
                PR(s,INDEX2(s,1))=PR(s,INDEX2(s,1))+epsilon;
                PR(s,INDEX2(s,16))=PR(s,INDEX2(s,16))-epsilon;
            elseif PR(s,INDEX2(s,16))-epsilon<=0;
                SA=1-PR(s,INDEX2(s,1))-PR(s,INDEX2(s,16));
                SD=1-PR(s,INDEX2(s,1))-epsilon;
                Z=SD/SA;
                PR(s,INDEX2(s,2))=PR(s,INDEX2(s,2))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,3))=PR(s,INDEX2(s,3))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,4))=PR(s,INDEX2(s,4))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,5))=PR(s,INDEX2(s,5))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,6))=PR(s,INDEX2(s,6))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,7))=PR(s,INDEX2(s,7))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,8))=PR(s,INDEX2(s,8))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,9))=PR(s,INDEX2(s,9))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,10))=PR(s,INDEX2(s,10))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,11))=PR(s,INDEX2(s,11))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,12))=PR(s,INDEX2(s,12))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,13))=PR(s,INDEX2(s,13))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,14))=PR(s,INDEX2(s,14))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,15))=PR(s,INDEX2(s,15))*Z;
                PR(s,INDEX2(s,16))=0;
                PR(s,INDEX2(s,1))=PR(s,INDEX2(s,1))+epsilon;
                PR(s,:);
            end;
        else
            PR(s,:)=0;
        end;
        s=s+1;
    end;
end;

```

```

        PR(s, INDEX2(s,1))=1;
    end;
    s=s+1;
end;
%Loop para recalculer la matriz de probabilidades acumulada
PRL=PR;
i=1;
while i<=N*N;
    i;
    j=1;
    while j<=N*N;
        j;
        if j==1;
            PRL(i,j)=PR (i,j);
        elseif j>=2;
            PRL(i,j)=(PRL(i,j-1)+PR(i,j));
        end;
        j=j+1;
    end;
    i=i+1;
end;
%genero el shock que le voy a aplicar a mi numero aleatorio original
AL1=0.05*normrnd(0,0.1,N*N,1);
%lo agrego al numero original pero cuidando que el nuevo numero se mantenga entre
cero y uno
i=1;
while i<=N*N;
    if AL(i,1)+AL1(i,1)>=0 & AL(i,1)+AL1(i,1)<=1;
        AL(i,1)=AL(i,1)+AL1(i,1);
    elseif AL(i,1)+AL1(i,1)<=0;
        AL(i,1)=abs(AL(i,1)+AL1(i,1));
    elseif AL(i,1)+AL1(i,1)>=1;
        AL(i,1)=AL(i,1)+AL1(i,1)-(1-AL(i,1)+AL1(i,1));
    end;
    i=i+1;
end;
%en funcion del nuevo numero obtenido y de la matriz de probabilidades
actualizada determino mi estrategia optima
EST=zeros(N*N,1);
f=1;
while f<=N*N;
    g=1;
    while g<N*N;
        if AL(f)<PRL(f,1);
            EST(f,1)= 1;
        elseif AL(f)<=PRL(f,g+1) & AL(f)>PRL(f,g);
            EST(f,1)= g+1;
        end;
        g=g+1;
    end;
    f=f+1;
end;
%loop para que un si un pais A elige la estrategia de otro B que a su vez sigue a
C, A en ultima instancia siga a C
a = 1; b = 16;
inicio = a + (b-a) * rand(1);
inicio=inicio- mod(inicio,1); %inicio me dice aleatoriamente por que pais
comenzar a controlar, es para evitar asimetrias si se empieza siempre de arriba
tendencia a que mas paises elijan el ultimo

s=0;
i=1;
while i<=N*N; %para contar las no coincidencias no importa por donde empiezo, el
prob es para reasignar

```

```

    if H(i,1)~= EST(i,1);
        r=EST(i,1);
        if H(r,1)~= EST(r,1);
            s=s+1;
        end;
    end,
    i=i+1;
end;
s;
inicio2=inicio;
while s>0;
    i=1;
    while i<=N*N;
        if H(inicio2, 1)~= EST(inicio2,1);
            r=EST(inicio2,1);
            EST(inicio2,1)=EST(r,1);
        end;
        if inicio2+1<=16;
            inicio2=inicio2+1;
        else;
            inicio2=inicio2+1-16;
        end;
        inicio2;
        i=i+1;
    end;
    s=0;
    j=1;
    while j<=N*N; %para contar las no coincidencias no importa por donde empiezo,
    el prob es para reasignar
        if H(j,1)~= EST(j,1);
            r=EST(j,1);
            if H(r,1)~= EST(r,1);
                s=s+1;
            end;
        end,
        s;
        j=j+1;
    end;
    s;
    i=i+1;
end;

K1=[H EST];
a = -0.05;    b = 0.05;
S = a + (b-a) * rand(4);
SV=[S(1,:),S(2,:),S(3,:),S(4,:)]';
%SV(4,1)=SV(14,1);SV(9,1)=SV(14,1); Ejemplo N°11
%SV(11,1)=SV(15,1);Ejemplo N°12
PO = (PM+S)/2;
POV=[PO(1,:),PO(2,:),PO(3,:),PO(4,:)]';
PA = rand (N*N,4);          % aleatorio para probar, voy a elegir el que sea mas
parecido a
                                % mi optimo individual, podria definir varias matrices una
por iteracion
POV=[PO(1,:),PO(2,:),PO(3,:),PO(4,:)]';
POV1=[POV POV POV POV]; %buscar forma mas eficiente
PA1=abs(PA-POV1);
[B,INDEX] = sort(PA1,2);
PA2=zeros (N*N,1);
i=1;
while i<=N*N;
    PA2(i,1)=PA(i,INDEX(i,1));%mi propia estrategia optima
    i=i+1;
end;

```

```

i=1;
while i<=N*N;
    EST2(i,1)= PA2(EST(i,1),1); %EST2 son los precios implementados
    i=i+1;
end;
PA2=EST2;
%loop para determinar las ganancias por tamaño de la moneda
%construyo un vector que sea la sumatoria de los productos de equilibrio de los
%países que adoptaron el precio del país i incluyendo a i
%esto recién se puede hacer después del periodo de inicialización
%en el que la ganancia de tamaño de la moneda es solo mi propio tamaño
TMONEDA=zeros(N*N,1);
i=1;
j=1;
while i<=N*N;
    TMONEDA=zeros(N*N,1);
    if PA2(i,1)==PA(i,1)|PA2(i,1)==PA(i,2)|PA2(i,1)==PA(i,3)|PA2(i,1)==PA(i,4);
%primero chequeo haber elegido alguna estrategia propia
        j=1;
        while j<=N*N;
            j;
            if PA2(j,1)==PA2(i,1); %luego loopeo en los otros países para ver
quien eligió mi estrategia
                TMONEDA(j,1)=XMV(j,1);
            else;
                TMONEDA(j,1)=0;
            end;
            TMONEDA;
            j=j+1;
        end;
        TTMONEDA(i,1)=sum(TMONEDA);
    else;
        TTMONEDA(i,1)=0; %si nadie me copia en este loop dejo el cero,
        %lo reescribo en el próximo con el valor de TTMONEDA del que yo copie
    end;
    i=i+1;
end;
%en este loop completo los valores de TTMONEDA de los países que copiaron
estrategias
i=1;
while i<=N*N;
    if PA2(i,1)~=PA(i,1)&PA2(i,1)~=PA(i,2)&PA2(i,1)~=PA(i,3)&PA2(i,1)~=PA(i,4);
%chequeo no haber elegido alguna estrategia propia
        j=EST(i,1);
        TTMONEDA(i,1)=TTMONEDA(j,1);
    else;
        TTMONEDA(i,1)=TTMONEDA(i,1);
    end;
    i=i+1;
end;
Z=PA2-PMV-SV+XMV+C*XMV; %productos finales sin despejar los contagios
I=eye(N*N);
X=(I-C)*Z; %productos finales descontados los contagios
L1=[PA2.^2+(X-XMV).^2-alfa*TTMONEDA];
%Se realiza un loop para conocer la pérdida que hubiera tenido cada país si
hubiera seguido sus
%estrategias alternativas. Para esto en cada caso se mantienen fijas las
estrategias seguidas por
%los demás países.
L2=zeros(N*N,1);
i=1;
while i<=N*N;
    PMVE=PMV(i,1)*ones(N*N,1);
    SVE=SV(i,1)*ones(N*N,1);

```

```

    XMVE=XMV(i,1)*ones(N*N,1);
    CV=[C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:);
C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:); C(i,:);
    XE=XMVE+PA2-PMVE-SVE+(CV*(X-XMV));
    L2=[L2 PA2.^2+(XE-XMVE).^2-alfa*(TTMONEDA)];
    L2(i,i+1)=0;
    i=i+1;
end;
L2=L2';
L=diag(L1)+L2(2:N*N+1,:);
i=1;
while i<=N*N;
    LTR(i,:)=LTR(i,:)+ L(i,:); %Ejemplo N°10: LTR(i,:)=0.99*LTR(i,:)+ L(i,:)
    LTR;
    i=i+1;
end;
U=[EST(1:4) EST(5:8) EST(9:12) EST(13:16)]';
if (mod(t2,step)==0);
    set(film,'cdata',U);
    %pause (5);
    drawnow
end
t2=t2+1;
end;

```

ⁱ Al eliminar los costos de conversión y cobertura en la transacción con diferentes monedas que fluctúan entre sí.

ⁱⁱ Reemplazando la ley de movimiento del producto dentro de la función de pérdida:

$$\min L_i = p_i^2 + ((p_i - \bar{p}_i) - \varphi_i - \sum_{k=1}^K \delta_k * (x_k - \bar{x}_k))^2 - \sum_{j=1}^J \alpha * \bar{x}_j$$

Optimizando con respecto a p (tb optimizo con respecto a la decisión de conformar o no un AM).(conseguir diferencial total para hacer estáticas, pero eso es lo obvio que va a dar el modelo, es más interesante las cosas que no salgan en forma matemática)

CPO:

$$2p_i + 2(p_i - \bar{p}_i) - \varphi_i - \sum_{k=1}^K \delta_k * (x_k - \bar{x}_k) = 0$$

$$2p_i - \bar{p}_i - \varphi_i - \sum_{k=1}^K \delta_k * (x_k - \bar{x}_k) = 0$$

ⁱⁱⁱ Media=0. Varianza =0,1.

^{iv} Se activa la siguiente instrucción: XMV(13,1)=25.