



MAESTRÍA EN ECONOMÍA

Tópicos de Modelos con Racionalidad Acotada.

TRABAJO FINAL.

**DOS CASOS DE EMERGENCIA DE
SEGREGACIÓN: SIMULACIÓN DE LOS
MODELOS DE SCHELLING Y KURAN.**

Profesores: Daniel Heymann.
Roberto Perazzo.
Martín Zimmerman.

Alumnos: Paulo Somaini.
Diego Ubfal.

Fecha de entrega: Octubre de 2005.

Introducción.

Los últimos años han presenciado un renacimiento del interés entre los economistas por el estudio de las relaciones entre el comportamiento individual y los resultados colectivos. Poco a poco se recobra la conciencia de que los agregados del nivel macro no pueden alcanzarse a través de una simple sumatoria de los elementos del nivel micro. Diversas teorías han tratado de vincular los distintos niveles del sistema, en forma esquemática podríamos diferenciar un nivel micro en el que actúan los agentes individuales, un nivel macro caracterizado por resultados agregados, un nivel meso (institucional) en el que se determinan las reglas del juego e incentivos para la acción y un nivel meta que incluye aspectos culturales que generan inercia en las decisiones a través de un efecto de dependencia temporal.

Este trabajo busca explorar las interrelaciones entre el nivel micro y el macro, haciendo abstracción de las interacciones con los otros dos niveles del sistema, a través del análisis de dos aplicaciones particulares. Ambas coinciden en una característica peculiar, en ellas los resultados agregados “emergen” de las decisiones individuales, en un marco de múltiples individuos cuya interacción se modela siguiendo los desarrollos de la Economía Computacional basada en los agentes (ACE por sus siglas en inglés).

La importancia de la noción de emergencia ha sido ampliamente destacada por los teóricos de la ACE¹, Dessalles y Phan (2005) realizan un estudio detallado del concepto. Su significado como categoría de la vida cotidiana consiste en el “emerger” o “tornarse visible”, teóricamente se lo ha usado para describir los casos en los que las propiedades del “todo” no pueden ser definidas por las meras propiedades de las partes, sino que resultan, al menos en cierta medida, de un poder causal macro irreducible. Cuando se trata de una “propiedad emergente”, se intenta describir a un patrón, un cierto “orden” que se observa en el nivel macro como resultado de las interacciones de los agentes. Lo peculiar reside en que el observador encuentra un sentido a este orden colectivo que no veía inicialmente como un atributo de los elementos básicos.

En nuestro caso, seguiremos la estrategia de la ACE², comenzando con supuestos sobre los agentes y sus interacciones, y luego, realizando reiteradas simulaciones computacionales, buscaremos encontrar “historias” que puedan ayudarnos a comprender las consecuencias dinámicas de nuestros supuestos. En la primera sección realizaremos una serie de extensiones al conocido modelo desarrollado por Thomas Schelling que muestra cómo la segregación racial puede “emerger” de la interacción de las elecciones residenciales de agentes que no tienen preferencias estrictamente sesgadas a un comportamiento racista. Estudiaremos en qué medida la posibilidad de que la modificación de algunos de los supuestos relacionados con la tolerancia de los agentes, la presencia de minorías y la disponibilidad de nuevas residencias, pueden afectar o no los resultados del modelo clásico.

La segunda sección estará destinada a realizar una simulación de los desarrollos teóricos de Timur Kuran con el objeto de explicar la emergencia de una situación de “etnificación social” (masificación del consumo de bienes étnicos), a partir de la presencia de individuos que reciben cierta utilidad por el aprecio de los miembros de su misma etnia, pero que también buscan expresar sus características personales.

¹ Por ejemplo, ver Tesfatsion (2002) o Axtell et al. (2001) entre otros.

² Axelrod y Tesfatsion (2005).

Si bien en el primer caso representaremos a los vecindarios como un conjunto de casilleros aledaños en una grilla de N por N posiciones, mientras que en el segundo supondremos que los agentes estarán conectados en una red; podríamos creer que esta última constituye una especie de vecindario. Asimismo, puede considerarse que la etnificación es paralela al resultado de segregación residencial en un contexto social. Por ende, estaremos estudiando dos casos que pueden ser claves para analizar lo que Durlauf (2003) denomina como “efectos del vecindario”.

1. Segregación Residencial. Una nueva mirada al viejo Schelling.

*“ ‘I had an intuition’, he told me, ‘that you could get a lot more segregation than would be expected if you put people together and just let them interact’ ”.*³

Los desarrollos de Schelling⁴ son motivados por una observación macro: en la década de 1960 era muy común encontrar en Estados Unidos vecindarios compuestos por una amplia mayoría de individuos de una misma raza. Si bien podría haber argumentado que esta situación era producto de la mera sumatoria de las condiciones del nivel micro, es decir, de la conducta de individuos racistas; su aporte se centró precisamente en destacar que el resultado agregado podría surgir incluso con individuos sin preferencias netamente racistas, podría “emerger” de la interacción de los mismos.

Schelling (1969) advierte que la interacción de las elecciones individuales da lugar a un sistema dinámico con resultados colectivos complejos, que no pueden atribuirse a la intencionalidad de los agentes, ni predecirse de antemano. Como señalan Desalles y Phan (2005), este es un caso de lo que Müller (2002) denomina “emergencia débil”, en el cual los agentes no perciben el fenómeno del cual participan. En las preferencias de los agentes no se incluye la noción global de vecindarios segregados, sino que sólo se permite la existencia de preferencias locales sobre la raza de los vecinos que los rodean.

Schelling originalmente obtiene estos resultados moviendo fichas en un tablero de damas en base a ciertos criterios que determinan las preferencias raciales locales de los agentes-fichas. En el próximo apartado expondremos un modelo computacional que puede captar sus principales implicancias, así como permite dar cuenta de nuevas extensiones de forma tal de aportar a la creciente literatura que extiende y cualifica las conclusiones del modelo tradicional.

1.1. Un modelo computacional de Schelling en el marco de la ACE.

Nuestro programa⁵ se caracteriza por la función 1 que depende de seis parámetros arbitrarios detallados a continuación.

Función 1= Schelling (N, pr, bl, umb, amp, mov)

“N” es el tamaño de la ciudad sobre la cual trabajaremos, representada por una grilla con N filas por N columnas, es decir, contiene N por N celdas que representan a una

³ Palabras de Schelling citadas en “Seeing around corners”, artículo de Jonathon Rauch.

⁴ Ver Schelling (1969, 1971, 1978). En particular, Schelling (1971) menciona como motivación a la situación de Chicago en donde los vecindarios que contaban con más de un cuarto y menos de tres cuartos de residentes no blancos, pasaron a ser cien por ciento no blancos entre 1940 y 1950.

⁵ El código está programado para ejecutarse en la versión 7.0, lanzamiento 14 de MATLAB, el mismo se encuentra disponible ante pedido a los autores.

vivienda o bien a un lugar vacío. Precisamente, la grilla estará poblada por agentes que se consideran dueños de los hogares y pertenecen a dos etnias distintas⁶, “pr” representa la probabilidad de que un individuo al azar pertenezca a la etnia 1, lo cual nos permitirá realizar simulaciones cuando un grupo es una minoría. Por otra parte, “bl” es la proporción de espacios en blanco que quedarán en la grilla, en el caso de que sea un número positivo, “pr” pasará a representar la proporción de individuos de la etnia 1 sobre el total de casilleros ocupados.

El nivel de tolerancia de los agentes estará determinado por el parámetro “umb”, el mismo indica el umbral medio de tolerancia. Si el individuo tiene menos vecinos (en las ocho posiciones que lo rodean en la grilla) de su misma etnia que su umbral, entonces querrá mudarse. El programa permite que existan individuos con distintos umbrales, al fijar “umb” se establece el umbral medio, pero el parámetro “amp” permite introducir heterogeneidad en los umbrales. Se calcula para cada individuo un umbral inicial en el intervalo $[\text{umb}-\text{amp}/2, \text{umb}+\text{amp}/2]$ con una distribución de probabilidades uniforme. Si se fija $\text{amp}=0$, entonces todos los individuos tendrán un umbral igual al medio. Por último, el parámetro “mov” establece en cuánto aumenta el umbral cada vez que el individuo se muda, es decir, estamos suponiendo que el hecho de haberse mudado antes incrementa la intolerancia racial de los agentes.

En el cuadro 1 se describen detalladamente los pasos que realiza el programa.

Cuadro 1. Funcionamiento del programa.

1. Se construye una grilla de tamaño NxN en la cual cada casillero es un individuo de etnia 0 con probabilidad $1-\text{pr}$ y etnia 1 con probabilidad pr .
2. A cada individuo se le asigna un umbral distribuido uniformemente entre $[\text{umb}-\text{amp}/2; \text{umb}+\text{amp}/2]$.
3. Se encuentra a un individuo de etnia 0 y otro de etnia 1 que estén insatisfechos y se los intercambia de posición. Denominamos a esto como una “mudanza por intolerancia”. Al mismo tiempo, aumenta a ambos el umbral de tolerancia en cuantía igual a “mov”.
4. Se llevan a cabo todas las mudanzas posibles hasta que es muy costoso (en términos computacionales) encontrar un individuo de etnia 0 y otro de etnia 1 que estén insatisfechos o hasta que ya se ha realizado un número alto de mudanzas (para evitar que el programa orbite alrededor de un sistema frustrado).
5. Se presentan los datos.
6. Se realiza una mudanza aleatoria, la cual no genera un incremento en el umbral.
7. Se realizan los pasos 3-6 varias veces.
8. Se presenta la cantidad de “mudanzas por intolerancia” que generó cada una de las mudanzas aleatorias.

Como resultado de esta ejecución el mismo proporcionará gráficos con la posición de los individuos en la grilla, su nivel de tolerancia y de satisfacción. Asimismo, se obtiene una matriz con la cantidad de mudanzas por intolerancia, indicadores de segregación, de intolerancia y de satisfacción por parte de los individuos y del tiempo de convergencia.

⁶ Bruch y Mare (2004) plantean que el hecho de introducir más de una etnia no altera los principales resultados. Claro que esto depende de los supuestos introducidos, por ejemplo en los curiosos modelos de “piedra, papel y tijera” la posibilidad de que el sistema resulte frustrado es mucho mayor.

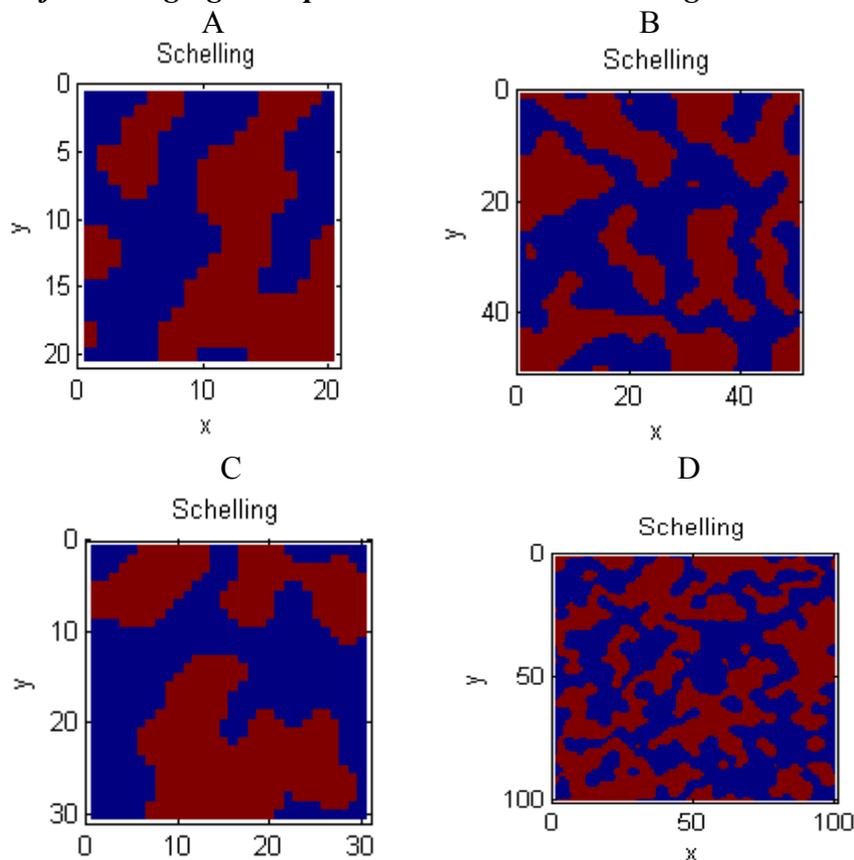
1.1. A. El modelo clásico de Schelling.

Fijando $p_r=0.5$, $b_l=0$, $umb=4$, $amp=0$, $mov=0$ podemos reproducir las principales características del modelo desarrollado por Schelling. Es decir, la proporción de individuos de ambas etnias es la misma, su distribución es uniforme a lo largo de la grilla y todos los individuos tienen las mismas preferencias por las cuales se encuentran satisfechos de vivir en un vecindario completamente integrado, con la mitad de sus vecinos de cada etnia. Todos tienen el mismo nivel de tolerancia dado por el umbral medio y éste se mantiene constante a lo largo del tiempo.

Es evidente que si el sistema empezara en una condición de perfecta integración (en la que los individuos de las dos etnias están intercalados), no habría una dinámica ya que todos los individuos estarían satisfechos en su posición, por ende sería un estado de equilibrio. Claro que al realizar una perturbación aleatoria el proceso dinámico comenzaría. En nuestro caso, la distribución inicial es aleatoria, por lo que es probable que en la posición inicial haya muchos individuos insatisfechos, de esta forma, la dinámica de interrelaciones comenzará a actuar. Podríamos considerar que la misma busca minimizar el número de individuos descontentos y que si no encuentra una solución aceptable estaríamos en el caso de un sistema frustrado.

Sin embargo, en el gráfico 1 podemos apreciar que los resultados típicos (dos simulaciones nunca parten del mismo estado aleatorio inicial, por lo tanto nunca son iguales) del programa para estas condiciones iniciales, con distintas dimensiones de la grilla, muestran situaciones en las que se arriba a un estado estacionario de alta segregación (casilleros rojos y azules representan a los individuos de las dos etnias).

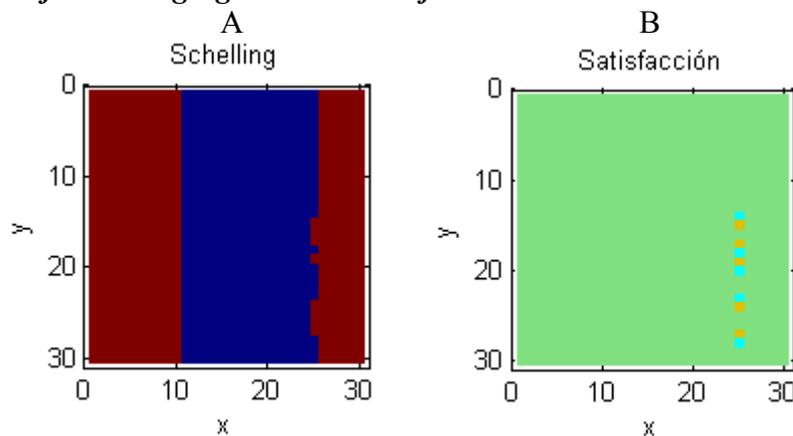
Gráfico 1. Segregación para distintos tamaños de la grilla.



La dinámica se caracteriza por ir constituyendo bloques de agentes homogéneos en cuyo interior los individuos no desean mudarse. Cuando las mudanzas por intolerancia extienden las fronteras, aumenta también el número de individuos satisfechos al interior de un grupo segregado, por lo que en la situación típica, las mudanzas individuales van incrementando el nivel de segregación y aumentando el tamaño de los grupos aislados. Este proceso tarda más tiempo en desarrollarse cuando es mayor la dimensión de la grilla, por eso observamos que el tamaño de los grupos aislados es proporcionalmente menor en los paneles B y D (con dimensión 50 y 100 respectivamente) del gráfico 1. En la mayoría de los casos cuando permitimos mudanzas aleatorias, el sistema retorna rápidamente a su posición anterior, aunque otras veces genera unas pocas mudanzas por intolerancia, que modifican muy levemente el mapa.

Si incrementamos el umbral de tolerancia, es decir, si modelamos individuos más racistas, como era de esperarse se generan mapas más segregados. Esto puede apreciarse en el panel A del gráfico 2. Sin embargo, también puede observarse en el panel B que algunos individuos, que se encuentran en las fronteras, permanecen insatisfechos; buscando permanentemente mudarse sin lograr hacerlo a una ubicación que los satisfaga. A medida que incrementamos el umbral de tolerancia, el número de este tipo de individuos también aumenta, con un umbral máximo (los individuos buscan estar rodeados de todos de su misma raza) el sistema se frustra antes de que se logren formar grandes grupos segregados, por lo que la segregación resulta, irónicamente, muy baja. En general, estos sistemas tardan mucho más tiempo en converger a un equilibrio, el programa suele reportar que luego de las mudanzas aleatorias se verificaron muchas mudanzas por intolerancia cuando en realidad el sistema nunca había dejado de ajustarse completamente.

Gráfico 2. Segregación e insatisfechos con menor tolerancia (umbral 5, $N=30$).



El resultado de la emergencia de la segregación destacado por Schelling ha sido ampliamente analizado. Granovetter y Soong (1988) y Young (1998) lo desarrollan formalmente en el marco de la teoría de los juegos evolutiva, Mobius (2000) en el contexto de los métodos de campos aleatorios. Asimismo, numerosos experimentos e

investigaciones empíricas intentan refrendarlo⁷, hasta se han encontrado resultados similares en el reino animal.⁸

Sin embargo, como hemos mostrado al considerar distintos umbrales medios para los individuos, el resultado encontrado por Schelling puede ser altamente sensible a los supuestos adoptados sobre las preferencias de los agentes. Por lo tanto, el próximo apartado tendrá el objetivo de analizar cómo se modifican las principales conclusiones ante alteraciones de algunos de los supuestos.

1.2. Extensiones al modelo clásico, los problemas de la robustez y la complejidad.

Una serie de estudios ha cuestionado el modelo de Schelling sobre la base del escaso realismo de sus supuestos y de la poca robustez de sus resultados ante la alteración de los mismos. En particular, Bruch y Mare (2004) se centran en destacar que el resultado de la emergencia de la segregación depende fuertemente de la especificación de las preferencias. Plantean que la regla de decisión para mudarse o no que utiliza Schelling es tan solo una de un largo número de posibilidades, y analizan diversos tipos de reglas que suavizan la conducta de los individuos, haciendo que la decisión de moverse no sea más una función binaria de un umbral. El resultado que obtienen es que si utilizan una función continua en lugar de una basada en un umbral, como indicarían los datos reales con los cuales trabajan, el nivel de segregación obtenido es bajo.

Por otra parte, Panes y Vriend (2003) muestran que la emergencia de la segregación también ocurre en presencia de otros supuestos sobre las preferencias. En su caso, la misma se da incluso cuando se prefiere una situación completamente integrada, gracias a contemplar un cierto “rechazo” de los individuos a estar aislados.

Asimismo, el realismo de los supuestos ha sido cuestionado y se han buscado nuevas extensiones del modelo tradicional para acercarlo a la realidad. Por ejemplo, Mobius (2000) y Zhang (2003) introducen precios para captar las características del mercado inmobiliario, Sethi y Somanathan (2001) permiten que la elección del vecindario sea también función del nivel de ingresos de los vecinos, Bruch y Mare (2004) modelan grillas del tamaño de ciudades reales y mencionan la posibilidad de incorporar muchos grupos sociales, otras características de los vecindarios (tasa de crímenes, calidad escolar) y personales (hijos, ingreso, edad).

Por nuestra parte, consideramos que si bien es adecuado evaluar la sensibilidad de los resultados ante los supuestos, debemos asegurarnos de que la forma de hacerlo no implique introducir otros nuevos que alteren la esencia del modelo en cuestión como podría pasar con el desarrollo de Bruch y Mare. Si bien no entraremos en la discusión sobre el realismo de los supuestos, queremos destacar que la relevancia de apartarse un poco de lo que nuestros ojos observan al recorrer los senderos de este mundo puede ser comprendida con mayor facilidad en el marco de la ACE. Precisamente, como destacan Desalles y Phan (2005), la noción de emergencia está relacionada con una disminución

⁷ Ver por ejemplo el interesante experimento de Ruoff y Schneider (2004) que estudian las reglas que guían la elección de asientos en una clase y concluyen que la segregación es posible incluso en situaciones en las que los costos de la decisión de moverse son mínimos.

⁸ Bowles (2000) argumenta que en algunos insectos, roedores y mamíferos es el olor distintivo a la colonia que se transmite por el intercambio de alimentos el mecanismo que permite que se dé la segregación, incluso cuando cada ser no busca estar en grupos aislados.

en la complejidad⁹ en el modelo de Schelling, la misma se manifiesta a través de la forma determinada que adquieren los grupos de individuos segregados resultantes, en lugar de ser bloques con formas aleatorias. La explicación de cómo surgen estas estructuras es incluso complicada con los supuestos utilizados, por lo que si tratamos de modelar algo más realista, probablemente no podamos entender nada de lo que está pasando.

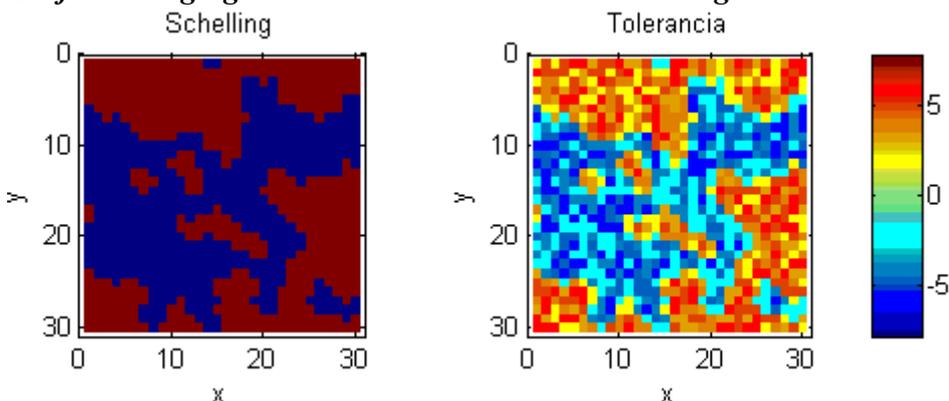
Teniendo en consideración la discusión anterior, nuestra estrategia consistirá en apartarnos levemente de los supuestos del modelo tradicional, sin alterar la esencia del mismo en la medida de lo posible. De esta forma, también trataremos de evaluar la robustez de los resultados originales, buscando evitar un fuerte incremento de la complejidad¹⁰ que nos impidiera esbozar toda explicación sobre la dinámica por la cual los mismos son obtenidos.

1.2. A. Tolerancia heterogénea y endógena.

En primer lugar observaremos qué es lo que ocurre con el modelo tradicional cuando permitimos que los agentes tengan umbrales de tolerancia heterogéneos. Por ejemplo, si damos un valor de 5 al parámetro “amp” manteniendo los valores de los otros parámetros: Schelling (30, 0.5, 0, 4, 5, 0), la simulación creará agentes con niveles de tolerancia entre 2 y 6.

En el gráfico 3 puede apreciarse cómo se distribuyen los individuos en la grilla de acuerdo a su nivel de tolerancia (los niveles de la etnia 1 se representan como positivos, mientras que los de etnia 2 como negativos). Los agentes más intolerantes se ubican en la medida de lo posible en el centro de los vecindarios segregados, mientras que los más tolerantes terminan ocupando las fronteras.

Gráfico 3. Segregación con nivel de tolerancia heterogéneo.



Sin embargo, en la mayoría de los casos el sistema tiene alta probabilidad de frustrarse ya que los individuos de bajo umbral están satisfechos, mientras que los de alto umbral siguen mudándose entre ellos. Luego de una cierta cantidad de iteraciones, las mudanzas sólo ocurrirán en la frontera de los vecindarios e involucrarán únicamente a

⁹Miden a la complejidad a través de la más corta descripción que puede dar un observador sobre el sistema en relación a los instrumentos que dispone para hacerlo. Para una discusión del concepto de complejidad en este contexto puede verse Bar-Yam (1997).

¹⁰ Es decir, adherimos al principio “kiss” de Axelrod (1997) (“keep it simple, stupid!”).

los individuos de alto umbral que difícilmente se sientan cómodos en algún punto fronterizo. En la mayoría de los casos se desemboca en “puntos calientes”, es decir, posiciones en las que dos individuos de distinta etnia con alto umbral (poca tolerancia) se intercambian permanentemente entre ellos pero nunca se conforman, esto da lugar a que una mudanza aleatoria esté seguida por muchísimas mudanzas por intolerancia.

Si disminuimos la amplitud a 3, bajo los mismos parámetros, obtenemos una simulación que genera con probabilidad mucho más baja un sistema frustrado, lo que resulta coherente con el análisis anterior ya que a los sumo hay individuos con umbral 5. En estos casos, las mudanzas aleatorias generan pequeños reajustes con unas pocas mudanzas por intolerancia.

En general, los resultados que se obtienen indican que el nivel de segregación (que sistematizaremos más adelante) no está guiado por los individuos más intolerantes, ya que el nivel resultante es levemente menor que el del caso tradicional. Además el mismo se incrementa cuando disminuimos la heterogeneidad, como en el caso del párrafo anterior, al reducir la intolerancia extrema permitida para los individuos, menos agentes resultan insatisfechos y encuentran lugar en grupos segregados, aunque no sea más que en las fronteras. En este último caso sí puede recuperarse el resultado del modelo original.

Otra extensión posible es permitir que de alguna forma la tolerancia de los agentes sea endógena. En este caso, el programa obliga al sistema a un nivel creciente de intolerancia si “mov” es positivo, es decir, por cada mudanza por intolerancia los individuos involucrados en la misma incrementan su umbral.

Podría esperarse que esta nueva alternativa ocasiona que un sistema inicialmente muy tolerante genere una “segregación creciente”, situación en la cual algunos individuos serían altamente intolerantes. Sin embargo, iniciar al sistema con un umbral de 3 no lleva a una segregación creciente de todo el mapa sino que sólo aparecen algunos individuos intolerantes mientras que el resto del mapa permanece calmo. En concordancia con el análisis de los párrafos anteriores, si partimos de umbrales medios más elevados, el número de individuos frustrados se incrementa y el nivel de segregación sigue siendo menor que en el caso tradicional. Esta conclusión se reafirma cuando se combinan umbrales de tolerancia heterogéneos y endógenamente crecientes.

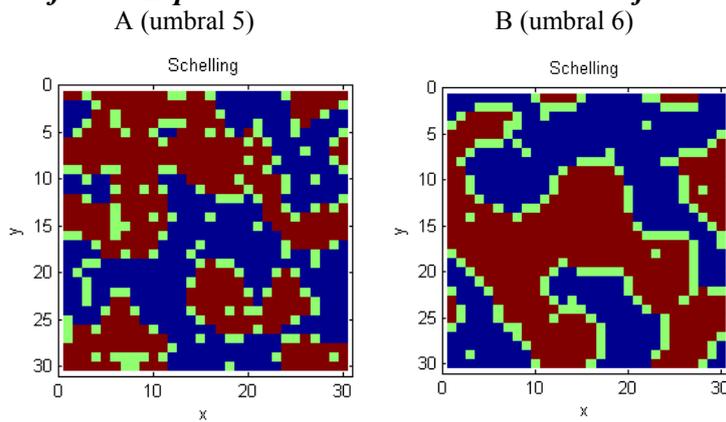
1.2. B Minorías y espacios en blanco.

La inclusión de minorías (con el parámetro “pr” distinto a 0.5) no genera tampoco la dinámica de segregación creciente observada por Schelling si partimos de umbrales menores a 5. Lo que sucede en estos casos es que en general los individuos pertenecientes a la minoría quedan en equilibrio insatisfechos. Esto ocurre porque la mayoría ya está bastante segmentada, por ende pocos miembros pertenecientes a la misma se quieren mudar.

Por otra parte, resulta interesante observar cómo se modifican los resultados cuando se permiten espacios en blanco. Realizamos las simulaciones para un “bl”=0.15, dejamos un 15% de espacios en blanco, por lo que asumimos que la disponibilidad de hogares es bastante alta, los individuos van a contar con altas posibilidades de hallar hogar en un vecindario que los satisfaga.

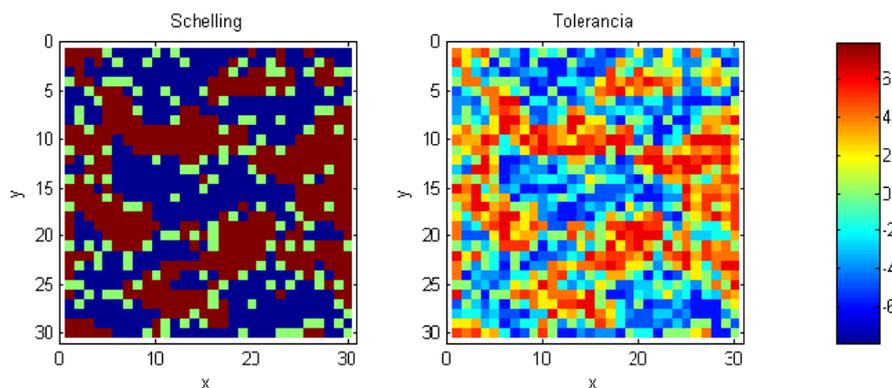
Para la parametrización del modelo tradicional, las principales conclusiones no sufren alteraciones. Lo interesante sucede para umbrales de intolerancia más altos. Por ejemplo, en el panel A del gráfico 4 con un umbral de tolerancia de 5, puede apreciarse que los espacios en blanco se sitúan preferentemente en la frontera permitiendo que el patrón de segregación no sea tan marcado como en el caso en que todas las celdas están ocupadas. Si incrementamos el umbral a 6, como en el panel B, es fácil distinguir que los espacios en blanco cumplen el papel de frontera entre los barrios de distinta etnia. En estos casos, existe una dinámica interesante de cómo se van destruyendo los barrios de una etnia dentro de un barrio más grande de la otra etnia.

Gráfico 4. Espacios en blanco con tolerancia baja.



Cuando combinamos la presencia de espacios en blanco con agentes que tienen distintos niveles de tolerancia, las conclusiones anteriores se modifican. En general, el sistema no se frustra, a diferencia del caso en el que no permitimos espacios en blanco, ya que estos últimos permiten aislar a los individuos más intolerantes. En el gráfico 5 se observa que los más intolerantes lograron quedar en el centro de los barrios.

Gráfico 5. Espacios en blanco y tolerancia heterogénea. Schelling(30,0.5,0.15, 4, 5, 0)



En general, si incrementamos el grado de intolerancia, el sistema tarda más en ajustarse, pero es notable cómo los individuos más intolerantes nuevamente logran establecerse en el centro de los barrios. Asimismo, la dinámica sigue caracterizándose por la destrucción de barrios de una etnia dentro de un barrio más grande de la otra etnia. Los individuos más intolerantes comienzan a irse del barrio en el que son minorías, dejando lugares vacíos o intercambiando posiciones con individuos de la otra etnia. Lo interesante es que suelen ser los individuos intolerantes de la otra etnia los que están

intentando mudarse, por lo que vemos que en lugares donde había por ejemplo un pequeño barrio azul dentro de un barrio rojo de mayor tamaño, luego de que los azules hayan sido expulsados, en esas posiciones aparecen individuos rojos intolerantes.

Por último, si permitimos espacios en blanco con tolerancia endógena creciente, observamos que la cantidad de espacios en blanco juega un rol muy importante, generando menos individuos intolerantes en comparación con el caso similar sin espacios en blanco. No obstante, aparecen unos pocos individuos intolerantes que ahora pueden encontrar con menos dificultad un lugar que los satisfaga. De todas maneras, ante algunas mudanzas aleatorias el sistema reacciona reubicando a todos los intolerantes extremos y se generan resultados similares a los obtenidos cuando no permitimos espacios en blanco, con alta segregación.

Disminuir la cantidad de espacios en blanco, lo que equivale a reducir la disponibilidad de viviendas, parece generar un menor número de individuos altamente intolerantes (eliminándolos en algunos casos). Esto puede deberse a que el número de mudanzas disminuye y por lo tanto también lo hace el aumento endógeno de la intolerancia. Sin embargo, para los individuos altamente intolerantes será más difícil encontrar un lugar en el que estén satisfechos, aunque no necesariamente disminuye el nivel de segregación agregada resultante.

1.2. C Nuevas reglas de mudanza.

En este apartado tomamos la crítica de Bruch y Mare (2004) sobre la dependencia de los resultados de Schelling con respecto a la regla que se supone utilizan los agentes para decidir si se mudan. Sin embargo, sólo modificamos marginalmente al modelo tradicional.¹¹ En particular, levantaremos el supuesto de que los agentes son completamente miopes, es decir, no asumiremos que se mudan simplemente si están insatisfechos y encuentran a un individuo de la otra etnia que también lo esté.

En primer lugar, permitiremos que los agentes se muden sólo si pudieran avizorar que en el lugar de destino habrán de estar satisfechos. Partiendo de la parametrización del modelo tradicional, el sistema evoluciona de la misma manera. En este caso, encontrar un agente de una etnia insatisfecho equivale a pedir que en ese lugar uno de la otra etnia estuviera satisfecho. Con umbrales menores o iguales a cuatro las conclusiones no resultan en absoluto alteradas.

No ocurre lo mismo cuando el umbral es mayor o menor a cuatro. En este caso las condiciones para que ocurra una mudanza son más estrictas. Con umbrales más altos, el sistema deja a muchos individuos insatisfechos porque no pueden encontrar a uno de la otra etnia cuya ubicación los deje conformes. Permitiendo espacios vacíos, el sistema puede ajustarse mejor, generando resultados similares a los que obtuvimos antes, con la única diferencia que ahora el sistema necesita menos mudanzas para alcanzar un equilibrio.

¹¹ Bruch y Mare (2004) notan que la función de mudanza de Schelling asume entre otras cosas que la preferencia residencial es una función escalonada en la que los individuos sólo distinguen entre vecindarios en los que la proporción de los de su misma etnia es menor o mayor a su umbral, pero no cuánto menor o mayor. Plantean que es este tipo de función la que genera la emergencia de la segregación, ya que esta última no ocurre cuando introducen funciones continuas.

Cuando introducimos agentes con tolerancia heterogénea con esta nueva regla de mudanza, notamos que si permitimos individuos con umbrales muy altos el sistema no podrá reubicarlos fácilmente. Por otro lado, los individuos con umbrales bajos, luego de los primeros reajustes, no querrán mudarse, con lo cual el sistema llegará a un estado estacionario con individuos disconformes.

Permitir espacios en blanco, facilita que estos individuos disconformes encuentren una ubicación que los deje satisfechos. En definitiva, incorporar esta regla de mudanza más estricta ocasiona que al sistema le cueste más encontrar dos personas para mudarlas, pero una vez que lo hace genera menos mudanzas sucesivas.

La observación del párrafo anterior es particularmente relevante cuando permitimos tolerancia endógena. Los resultados son ahora más interesantes, ya que es más difícil que el sistema genere individuos altamente intolerantes. Además, en el caso de que se los genere, habrán de ser reubicados sólo si encuentra un lugar que los satisfaga, con lo cual no encontraremos más a los individuos altamente intolerantes en movimiento constante que observábamos anteriormente.

Partiendo de un umbral bajo, como los agentes son más cuidadosos al mudarse, en la nueva ubicación solo se sentirán disconformes luego de que haya habido un cambio sustancial en su barrio. Permitiendo una cantidad elevada de mudanzas aleatorias, se obtiene un sistema demasiado ordenado para generar una segregación masiva. Cuando dejamos que el tiempo transcurra, vemos que el sistema se vuelve más intolerante, pero a través de un proceso muy gradual.

Si permitimos que una de las etnias sea minoría, podemos apreciar en primer lugar, que si la diferencia en la cantidad de ambas etnias es muy grande, el sistema permanece inmóvil, ya que la mayoría está cómoda y no desea moverse. Pero, si introducimos espacios en blanco, entonces sí habrá margen para que la minoría encuentre un nuevo hogar. En general, se observa que la minoría está disconforme y dado que sus miembros son los que mayormente se están mudando, los mismos resultan un poco más intolerantes que la mayoría.

Finalmente, probamos con una tercera regla de mudanza. En este caso, un individuo se muda si está disconforme y además en el lugar de destino la situación es mejor que en la de origen. La idea de esta regla es evitar las mudanzas continuas de los individuos altamente intolerantes, pero sin imponer restricciones tan fuertes como en la regla anterior. Los resultados en los casos de la parametrización tradicional y para individuos heterogéneos (con y sin espacios blancos) son cualitativamente similares a los encontrados bajo la regla de mudanza anterior.

1.3 Sistematización de los resultados.

Con el objeto de cuantificar, aunque más no sea vagamente¹², el análisis desarrollado en los apartados anteriores, presentamos en la tabla 1 un conjunto de indicadores para la mayoría de las parametrizaciones analizadas bajo la regla de mudanza estudiada por Schelling. La primera columna indica el “tiempo de convergencia” medido por la

¹² Los valores presentados en la tabla 1 son el promedio de unas pocas iteraciones sobre las mismas condiciones iniciales, nuestro objetivo en este apartado es simplemente ilustrar los resultados anteriores a través de una serie de indicadores, no buscamos un rigor formal en la obtención de sus valores numéricos.

cantidad de mudanzas por intolerancia que realiza el sistema para reducir la cantidad de individuos insatisfechos a un nivel “estacionario”, antes de que se generen las mudanzas aleatorias. Como hemos introducido un tiempo límite (igual al tamaño de la grilla al cuadrado más uno) para que esto suceda, podemos apreciar que los casos con 901 mudanzas son todos aquellos en los que el sistema no ha terminado de ajustar en el tiempo permitido. De esta forma, lo definimos en términos de la cantidad de mudanzas que se llevan a cabo y no de la cantidad de parejas de individuos que fueron analizadas para ver si cumplían con las condiciones para mudarse.

Las tres columnas siguientes presentan una medida de segregación por etnia. La misma se calcula como el promedio de la cantidad de vecinos de su misma etnia que tiene cada individuo. En una distribución aleatoria de los individuos esta medida debería aproximarse a $pr \cdot 8$ para la etnia 1 y a $(1-pr) \cdot 8$ para la etnia 2 (en el caso simétrico debería aproximarse a 4). A medida que se incrementa la segregación, esta medida se debería aproximar a 8.¹³ De esta manera, $seg1$ es la medida de segregación de la etnia 1, $seg2$ la de la etnia 2 y $segtot$ de la segregación total.

También se presenta la cantidad de individuos altamente intolerantes para cada etnia ($alt1$ y $alt2$), un simple conteo de la cantidad de individuos con umbral de tolerancia mayor a 7 y el número de insatisfechos ($ins1$ e $ins2$) que es un conteo de la cantidad de individuos que tienen más vecinos de la otra etnia de los que toleran. Por último se incluye el nivel medio de los umbrales de tolerancia ($tolmed$).

Como observaciones que pueden destacarse de la tabla 1 en concordancia con el análisis realizado, podemos mencionar por ejemplo a las filas 3 y 4. En ellas se muestran sistemas con una segregación prácticamente nula debido a la presencia de individuos con umbrales de tolerancia muy altos (muy intolerantes), que no logran ser satisfechos y generan que el sistema se frustre. Resultados similares se observan si partimos de un umbral igual a 5, pero se permite el incremento endógeno del mismo (fila 9) o si partimos de un umbral 4, pero permitimos tolerancia endógena y heterogénea (fila 10).

Sin embargo, en otros casos la emergencia de la segregación observada por Schelling se mantiene, aunque en distinta intensidad. Tal es la situación cuando incorporamos solamente preferencias heterogéneas (filas 5 y 6) y cuando introducimos espacios en blanco bajo distintas especificaciones (filas 12 a 18).

En definitiva, si bien no podemos afirmar que las conclusiones de Schelling son robustas a cambios marginales en los supuestos, ni podemos pretender que el modelo sea el adecuado para explicar los patrones residenciales que se observan en la realidad, sí estamos en condiciones de afirmar que su desarrollo es una piedra angular para comprender que el origen de la segregación no se encuentra estrechamente ligada a la intolerancia racial de los individuos.

Introduciendo nuevos supuestos, es probable que podamos aproximarnos a la realidad, pero llega un punto en que comprender qué es lo que puede estar pasando en el

¹³Se considera a los casilleros vacíos como si fueran individuos de la etnia propia, o agentes junto a los cuales todos quieren estar. Los mismos no se incluyen en ninguna de las otras medidas.

modelo se torna altamente complejo. Nuestra posición se basó en ubicar en primer lugar a la posibilidad de comprender el proceso dinámico por el cual el sistema complejo evoluciona y con ello introducir nuevos argumentos que puedan aportar al análisis de la realidad.

Tabla 1. Sistematización de los resultados del modelo computacional.

(N, pr, bl, umb, amp, mov)	tiempo	seg1	seg2	segtot	alt 1	alt 2	ins1	ins2	tolmed
1 (30, 0.5, 0, 4, 0,0)	188	6.676	6.590	6.634	0	0	0	0	4
2 (30, 0.5, 0, 5, 0,0)	901	7.455	7.462	7.458	0	0	28	13	5
3 (30, 0.5, 0, 7, 0,0)	901	4.289	4.172	4.231	457	443	423	414	7
4 (30, 0.5, 0, 8, 0,0)	901	3.884	4.098	3.994	438	462	438	458	8
5 (30, 0.5, 0, 4, 5,0)	901	6.550	6.477	6.514	0	0	5	9	3.97
6 (30, 0.5, 0, 4, 3,0)	234	6.665	6.717	6.691	0	0	0	0	4.01
7 (30, 0.5, 0, 3, 0,1)	94	5.963	5.822	5.895	0	0	0	20	3.2
8 (30, 0.5, 0, 4, 0,1)	901	6.762	6.706	6.735	37	52	34	51	4.8
9 (30, 0.5, 0, 5, 0,1)	901	4.903	4.875	4.889	181	171	175	178	7.3
10 (30, 0.5, 0, 4, 5,1)	901	5.753	5.587	5.673	136	135	123	116	5.4
11 (30, 0.85, 0, 4, 0,0)	8	6.802	1.550	5.979	0	0	0	122	4
12 (30, 0.5, 0.15, 4, 0,0)	327	6.507	6.572	6.540	0	0	0	0	4
13 (30, 0.5, 0.15, 5, 0,0)	527	7.171	7.155	7.163	0	0	0	0	5
14 (30, 0.5, 0.15, 6, 0,0)	901	7.691	7.706	7.699	0	0	0	0	6
15 (30, 0.5, 0.15, 4, 5,0)	509	6.459	6.320	6.392	0	0	0	0	3.98
16 (30, 0.5, 0.15, 5, 5,0)	901	7.258	7.308	7.284	92	81	0	0	5.06
17 (30, 0.5, 0.15, 4, 0,1)	901	6.981	6.900	6.942	26	44	6	23	4.9
18 (30, 0.5, 0.05, 4, 0,0)	314	6.842	6.943	6.895	0	0	0	0	4

Nota: los parámetros de cada fila y los indicadores de cada columna son los descriptos en el trabajo.

2. Etnificación en el consumo, una simulación de Kuran.

“Ethnification may catch all concerned parties by surprise, including both participants and observers.”
Kuran (1998: 650).

El modelo de Kuran (1998) introduce la noción de “cascadas reputacionales”. Estas últimas son similares a las ampliamente discutidas cascadas informativas¹⁴, pero en lugar de desencadenarse por la economización de costos de información, se motivan en la falsificación de las preferencias que se revelan públicamente con el objeto de mantener la reputación personal. Esta idea abre la puerta para modelar a los agentes en el marco de una red¹⁵ que capta el hecho de que la información viaja sólo a través de los vínculos de comunicación directos. Asimismo, el conjunto de agentes que se comunican en la red puede relacionarse con la idea de vecindario que estudiamos en la sección anterior.

El trabajo de Kuran (1998) busca explicar la “etnificación” (cuando se destina un número creciente de recursos a actividades calificadas como idiosincrásicamente étnicas) argumentando que los individuos escogen comportamientos étnicos bajo la influencia de presiones sociales que ellos mismos ayudan a crear y sostener. El razonamiento gira alrededor de la interdependencia de las conductas individuales, precisamente será la cascada reputacional el proceso por el cual las personas que buscan proteger su reputación inducen a las demás a aumentar igualmente sus actividades

¹⁴ Ver por ejemplo Caplin y Leahy (1994), Banerjee (1992) y Bickchandani, Hirschleifer y Welch (1992)

¹⁵ Para una reseña sobre las distintas formas de modelar redes puede consultarse Jackson (2003).

étnicas. Como en todo ámbito de interdependencia, la posibilidad de equilibrios múltiples se encuentra latente.

Esta interdependencia se genera a través del consumo de bienes categorizados como étnicos. El mismo es observable por los otros agentes y afecta directamente su utilidad por medio del incremento en el stock de bienes étnicos que consume la sociedad. De esta forma, los agentes internalizan las preferencias de los otros y al tomar sus decisiones podrán incluso llegar a falsificar sus preferencias propias¹⁶ con el objeto de adecuarse a las de los demás y cuidar su reputación.

El argumento intuitivo por el cual el consumo de “bienes étnicos” puede generar reacciones de rechazo o de aprobación por parte de otros agentes es explicado por Kuran sobre la base de dos teorías. Por un lado, se introduce la razón de que los individuos tienden a cooperar más activamente con los que consideran miembros de su propio grupo. Por el otro, se argumenta que las divisiones étnicas permiten una más sencilla provisión de bienes públicos al delimitarse un subgrupo objetivo específico.

Una característica a destacar en el trabajo es la definición de la función de utilidad que maximiza el individuo como la suma de tres componentes. En primer lugar, la utilidad intrínseca, que captura la satisfacción del individuo por el consumo propio y no toma en cuenta las preferencias de los otros al menos directamente. En segundo lugar, la utilidad reputacional que considera la satisfacción que el individuo obtiene de las reacciones de los otros agentes, las cuales pueden provenir desde cualquiera de los dos grupos étnicos en función de los recursos destinados en total por la sociedad a las actividades étnicas de cada grupo. Este componente contiene la fuente de la interdependencia que puede generar complementariedad/sustituibilidad estratégica. Esto es así ya que un cambio en la misma (al modificarse la acción del resto de los agentes) puede generar una alteración de la estrategia del propio agente a través de los efectos reputacionales. Asimismo, como la acción personal afecta a la agregada, se abre la puerta a equilibrios múltiples autovalidados.

El último componente es el de la utilidad expresiva que captura la satisfacción que el individuo deriva de comportarse acorde a sus propias preferencias, es decir, la utilidad global crece sólo si el individuo optimiza su utilidad intrínseca, lo que equivaldría a expresar su individualismo, su autenticidad. La discontinuidad de este componente dicotómico garantiza que para valores lo suficientemente bajos del componente reputacional, el individuo seguirá escogiendo sólo sobre la base de sus propias preferencias. Son las variaciones en la actividad étnica agregada las que pueden llevarlo a tomar decisiones que impliquen considerar las preferencias de los demás y no necesariamente optimizar su utilidad intrínseca. Por lo tanto, el modelo cuenta con un determinado umbral de valores a partir del cual los efectos reputacionales entran en acción para el individuo, en la medida en que el mismo no sea cruzado podría esperarse que la complementariedad estratégica no actúe y por ende que no hubiera equilibrios múltiples o que se generara un salto de un equilibrio al traspasar el umbral.

Precisamente, las condiciones para que se den equilibrios con etnificación tienen que ver con la intensidad absoluta y relativa del componente de utilidad reputacional. Dos condiciones necesarias para los mismos son que la acción étnica genere más ganancias

¹⁶ Este tema es extensamente tratado en Kuran (1991) y Kuran (1995).

que pérdidas de reputación y que la ganancia reputacional sea mayor que las posibles pérdidas de utilidad intrínseca y expresiva.

Un punto a destacar es que el modelo no está en condiciones de especificar cómo se desencadena el proceso de etnificación. Esto va en coincidencia con las observaciones de los trabajos de Kuran de que la etnificación y procesos similares suelen tomar por sorpresa a todos. La noción de “emergencia” se encuentra en estado latente.

Kuran aclara reiteradamente que su modelo no sirve para predecir este tipo de procesos, sino sólo para explicar su funcionamiento. Por ejemplo, Kuran (1991) plantea que como ni las preferencias, ni los umbrales a partir de los cuales afecta la reputación son de conocimiento común, una sociedad puede enfrentarse a una revolución sin que nadie lo supiera o se lo esperase. Igualmente, Kuran (1995) vuelve a destacar que la opinión pública puede contar con múltiples equilibrios y algunos pueden desatar una revolución, pero nadie sabe necesariamente si existen.

En lo que sí es útil el modelo es en describir el mecanismo por el cual la etnificación se desarrolla una vez que ha sido activada por factores exógenos. Por ejemplo, puede estudiarse una transición que conduce de un estado “integrado” a otro “segregado”. Si el equilibrio inicial se da en un estado de etnificación baja, podría ocurrir que algún evento exógeno que generara un incremento en la utilidad marginal intrínseca de la actividad étnica, desplazara la función de difusión hacia arriba (figura 4 de Kuran) y permitiera un único equilibrio altamente segregado.

Por otra parte, se muestra que en el caso de que los equilibrios fueran múltiples, un cambio de expectativas podría conducir a la sociedad desde el estado integrado a otro segregado. Basta con que la sociedad cruce el umbral a partir del cual comienzan a influir los efectos de reputación para que pueda trasladarse por sí misma al estado de segregación alta. Por ello, se plantea que a partir de que una gota rebasa el vaso, la sociedad puede cruzar a la cuenca de atracción del equilibrio segregado y comenzar con un proceso incremental de etnificación.

2.1 Un modelo computacional à la Kuran.

En esta sección mostramos un modelo que intenta replicar las cascadas reputacionales à la Kuran. Al igual que en el trabajo citado, el sistema se mueve rápidamente de un estado de integración social a uno de desintegración o “etnificación”. A diferencia de aquel, en este modelo la fuerza motora que llevará el sistema a uno u otro estado no es un shock exógeno sino su propia dinámica representada por una red de vínculos entre los integrantes de la sociedad.

Como en el modelo presentado por Kuran, los individuos pueden pertenecer a la etnia A o a la etnia B. Ellos disponen de un ingreso unitario que deberán distribuir en tres bienes: uno genérico (g), uno característico de la etnia A (a) y otro característico de la etnia B (b). Los individuos también obtienen utilidad de las tres fuentes mencionadas por Kuran: utilidad intrínseca (UI), utilidad reputacional (UR) (como función ahora de sus vínculos) y utilidad por autenticidad o expresiva (UA).

2.1. A. El programa

El programa¹⁷ se caracteriza por la función 2 que depende de once parámetros arbitrarios detallados a continuación.

Función 2=Kuran(N,p,zz,aai,abi,aar,abr,bai,bbi,bar,bbi).

N: cantidad de individuos.

p: proporción de individuos de etnia A.

zz: conectividad promedio de la red.

aai, abi, aar, abr: parámetros de la función de utilidad de los individuos de etnia A.

bai, bbi, bar, bbr: parámetros de la función de utilidad de los individuos de etnia B.

El programa construye un vector de individuos de tamaño N y a los primeros pN individuos los define como etnia A y a los restantes N(1-p) como de etnia B. Luego construye una matriz de vínculos tal que la conectividad promedio de la red sea zz.

Cuadro 2. Funcionamiento del programa.

1. En un primer paso todos los consumidores eligen la cesta de bienes que maximiza su utilidad intrínseca.
2. Luego, los agentes observan el consumo de sus “vecinos” y ven cuán representativo de la etnia es su bien étnico.
3. Eligen la cesta de bienes que maximiza su utilidad total. En este caso al existir una no continuidad en la función de utilidad podemos estar seguros que el individuo elegirá x^* que maximiza su utilidad intrínseca y por lo tanto obtiene UA; o x^{**} que maximiza la suma de UI + UR y se olvida de UA. Si el individuo elige x^* diremos que está maximizando su utilidad intrínseca o que es auténtico, si elige x^{**} diremos que está maximizando su utilidad reputacional (entiéndase intrínseca más reputacional) o que no es auténtico.
4. En base a los bienes (o actividades) consumidas la red se modifica. En cada iteración par, la red eliminará una conexión y en cada paso impar la red creará una.
5. Si en un paso determinado le toca crear una conexión, elegirá al azar un elemento de la matriz de conexiones y allí creará una conexión con una probabilidad que depende positivamente de la similitud de consumo de bienes étnicos entre los individuos.
6. Si en un paso determinado le toca eliminar una conexión, elegirá al azar un elemento de la matriz de conexiones y allí eliminará una conexión con una probabilidad que depende negativamente de la similitud de consumo de bienes étnicos entre los individuos.
7. Se repiten los pasos 2-6.

El output del programa es: una figura que muestra la evolución de la red y al concluir, un gráfico que muestra la evolución del consumo agregado de los agentes. Otro gráfico muestra la cantidad de individuos “auténticos” por etnia. Finalmente se muestra la evolución de los vínculos entre agentes de la etnia A (que llamaremos vínculos co-

¹⁷ Este código también está programado para ejecutarse en la versión 7.0, lanzamiento 14 de MATLAB y se encuentra disponible a pedido.

étnicos de A), entre agentes de la etnia B (vínculos co- étnicos de B), y entre agentes de ambas etnias (vínculos cruzados).

2.1. B. Derivación analítica del modelo a simular.

La función de utilidad de un individuo k que pertenece a la etnia A puede representarse de la siguiente forma:

$$U_A(g, a, b) = [(aai) \ln a + (abi) \ln b + (1 - aai - abi) \ln g] + e_A^k [(aar) \ln a + (abr) \ln b] + \hat{y}$$

Si pertenece a la etnia B, la expresamos como:

$$U_B(g, a, b) = [(bai) \ln a + (bbi) \ln b + (1 - bai - bbi) \ln g] + e_B^k [(bar) \ln a + (bbr) \ln b] + \hat{y}$$

Donde:

$$e_A^k = \begin{cases} \left[\frac{\sum_{i \in (A \cap L_k)} a_i}{linksA} - \frac{\sum_{j \in (B \cap L_k)} a_j}{linksB} \right] \frac{linksA}{linksA + linksB} & \text{si } linksB \neq 0 \\ 0 & \text{si } linksB = 0 \end{cases}$$

Este valor representa la importancia de la reputación en la función de utilidad. Será mayor cuando el individuo perciba al bien étnico propio como verdaderamente representativo de su etnia y cuando él este vinculado principalmente con individuos co-étnicos. El mismo se calcula como el consumo promedio del bien étnico a por parte de los individuos A menos el de los individuos B multiplicado por la proporción de vínculos con las personas de su misma etnia. Si el individuo no está vinculado con ningún miembro de la otra etnia, no le importará su utilidad reputacional sino que se volverá auténtico. Llamaremos consumo étnico propio al consumo de los individuos de la etnia A (B) en el bien a (b), mientras que llamaremos consumo étnico cruzado al de los individuos de la etnia A (B) en el bien b (a).

Para un individuo de la etnia B

$$e_B^k = \begin{cases} \left[\frac{\sum_{i \in (B \cap L_k)} b_i}{linksB} - \frac{\sum_{j \in (A \cap L_k)} b_j}{linksA} \right] \frac{linksB}{linksA + linksB} & \text{si } linksA \neq 0 \\ 0 & \text{si } linksA = 0 \end{cases}$$

La restricción presupuestaria es: $g + a + b = w = 1$

De esta forma, puede encontrarse una solución simple al problema de optimización. Por ejemplo para un individuo A, si el mismo es “auténtico” elige:

$[a \ b \ g] = [aai \ abi \ 1 - aai - abi]$, mientras que si no lo es elige:

$$[a \ b \ g] = \left[\frac{aai + e(aar)}{1 + e(aar + abr)} \quad \frac{abi + e(abr)}{1 + e(aar + abr)} \quad \frac{1 - aai - abi}{1 + e(aar + abr)} \right]$$

Simplemente hay que comparar la utilidad en estos dos puntos para ver si el individuo decide ser auténtico o no. La utilidad por autenticidad, \hat{y} , es la utilidad adicional que recibe si elige la canasta de bienes que maximiza su utilidad intrínseca. Este valor juega

un rol muy importante como destacaba Kuran. Si es muy bajo, el sistema resulta etnificado todo el tiempo, si es muy alto, todos los individuos se mantienen “auténticos”. Para valores medios, el sistema comienza su evolución con todos los miembros “auténticos” y de acuerdo a los valores que tomen ciertos parámetros puede ocurrir que, súbitamente y en poco tiempo, todos los individuos dejen de ser auténticos y maximicen su utilidad reputacional. Si esto trae como consecuencia un aumento importante en los consumos étnicos propios y en los vínculos co-étnicos decimos que el sistema se “etnifica”.

Dadas las soluciones anteriores, la utilidad que obtienen los individuos (nos concentramos sin pérdida de generalidad en la etnia A) si son auténticos es:

$$U_A^{*aut}(g, a, b) = [(aai + e(aar)) \ln aai + ((abi) + e(abr)) \ln abi + (1 - aai - abi) \ln(1 - aai - abi)] + \hat{y}$$

Si no son auténticos su utilidad será:

$$U_A^*(g, a, b) = (aai + e(aar)) \ln \left(\frac{aai + e(aar)}{1 + e(aar + abr)} \right) + (abi + e(abr)) \ln \left(\frac{abi + e(abr)}{1 + e(aar + abr)} \right) + (1 - aai - abi) \ln \left(\frac{1 - aai - abi}{1 + e(aar + abr)} \right)$$

Por lo tanto, la condición de autenticidad es:

$$U_A^{*aut} > U_A^* \leftrightarrow \hat{y} > (aai + e(aar)) \ln \left[\frac{1 + e(aar)/aai}{1 + e(aar + abr)} \right] + (abi + e(abr)) \ln \left[\frac{1 + e(abr)/abi}{1 + e(aar + abr)} \right] + (1 - aai - abi) \left[\ln \left(\frac{1}{1 + e(aar + abr)} \right) \right]$$

Si en el sistema son todos auténticos y el individuo está vinculado con ambas etnias por igual: $e_A^k = [aai - bai]0.5$. En el caso de que para este valor de e la condición anterior no se cumpla, todos los individuos rápidamente dejan de ser auténticos. En cambio, si la condición se cumple, inicialmente los individuos serán auténticos. Por lo tanto, elegiremos valores de \hat{y} tales que para el e inicial se cumpla la condición de autenticidad.

Por otra parte, si auténticamente los individuos consumen más del bien étnico propio, se irán vinculando con individuos de su propia etnia. A medida que los agentes van relacionándose más con otros de su propia etnia e crecerá. Para cierta configuración de los parámetros, e llegará a un nivel tal que el individuo decida maximizar su utilidad reputacional. Si esta última premia el consumo étnico propio, el e de los vínculos co-étnicos con este individuo comenzará a crecer debido al incremento del primer factor (la diferencia entre los promedios). Este hecho puede desencadenar la aparición de nuevos individuos no auténticos.

2.1. C. Simulación, benchmark: Caso Simétrico.

Para reproducir el caso principal nos basamos en la siguiente parametrización: Kuran(50, 0.5, 25, 0.3, 0.15, 2, -0.15, 0.15, 0.3, -0.15, 2).

Si todos maximizan su utilidad intrínseca, todos son auténticos, los valores de e serán aproximadamente: $e'_A = e'_B = 0.075$. Bajo esta configuración e no podrá ser nunca mayor o igual a 0.15. Por lo tanto, si para estos valores de e los individuos prefieren no ser auténticos, aumentará el consumo de bienes étnicos, los valores de e crecerán y el sistema se etnificará.

Por el contrario, si para estos valores de e los individuos prefieren ser auténticos, el sistema permanece estable. Sin embargo, dado que incluso cuando son auténticos la etnia A consume más del bien a y la etnia B consume más del bien b, la red se modificará, en promedio, aumentando la cantidad de vínculos co-étnicos y destruyendo vínculos cruzados. El aumento en el ratio vínculos co-étnicos a vínculos totales generados por la dinámica de la red lleva a que, en general, el e de los individuos se incremente, lo cual hace cada vez más difícil que permanezcan auténticos.

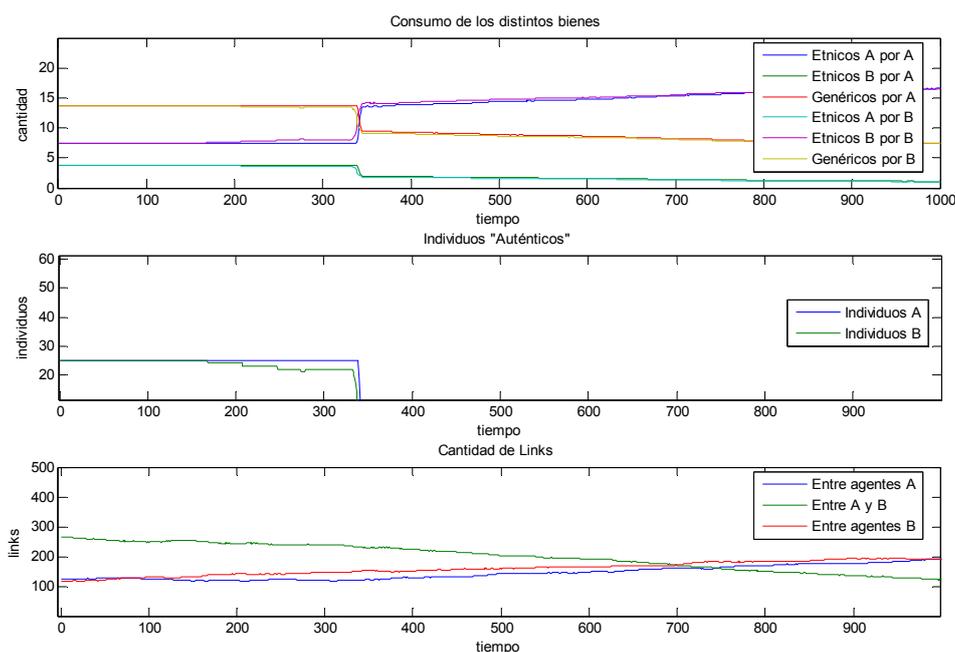
Si \bar{y} es tal que aun con $e \rightarrow 0.15$ los individuos prefieren ser auténticos, el movimiento de la red no inducirá a los agentes a salir de su estado de autenticidad. Sin embargo, si en algún punto del rango en que $e < 0.15$ los individuos prefieren maximizar su utilidad reputacional, la dinámica de la red será crucial en determinar la evolución del sistema. Dada la relación monótona creciente que existe bajo autenticidad entre e y el ratio de vínculos co-étnicos podemos deducir que si existe un umbral de $e < 0.15$ tal que los individuos prefieren no ser auténticos, entonces, también existe un “ratio crítico” asociado a tal umbral. Una vez que algunos individuos pasan el umbral de e (o superan el ratio crítico) aumentan su consumo del bien étnico, lo cual lleva a un aumento en el e de sus vínculos co-étnicos. Esto a su vez puede conducir a que los vínculos dejen de ser auténticos y que a su vez arrastren a sus propios vínculos, de forma tal que se desencadene una cascada reputacional que arrastra a todos o a la gran mayoría de los individuos de una etnia. Debe notarse que, partiendo del estado auténtico, es necesario que al menos un individuo supere el ratio crítico para que pueda ocurrir la cascada.

La única fuerza que puede revertir esta tendencia a la etnificación es el hecho de que cuando alguien sólo está vinculado con otros de su propia etnia, nuevamente se comporta como auténtico. Veremos que solamente cuando la conectividad promedio de la red es baja esta fuerza es lo suficientemente fuerte para revertir el proceso de etnificación total.

En el caso planteado, si $\bar{y} < 0.024$ los agentes sólo permanecerán auténticos si se encuentran más vinculados con individuos de la otra etnia. Es de esperar que la evolución de la red ocasione que los individuos rápidamente empiecen a maximizar la utilidad reputacional. Por otro lado, si $\bar{y} > 0.082$ los agentes permanecerán auténticos siempre. Dada la condición inicial por la cual todos son auténticos, nunca nadie habrá de traspasar el umbral y etnificarse.

Los casos interesantes ocurren para $0.024 < \bar{y} < 0.082$. En el gráfico 2.1 se presentan los resultados de la simulación con $\bar{y} = 0.05$.

Gráfico 2.1 Simulación de Kuran. ($\bar{y} = 0.05$)



En el último panel del gráfico 2.1 se observa cómo a partir de la situación inicial los vínculos entre agentes de distinta etnia caen y esta situación persiste a lo largo del tiempo. Como contrapartida se están creando nuevos vínculos entre individuos de la misma etnia. En algún momento del tiempo, en el ejemplo a partir del periodo 168, empiezan a aparecer individuos no auténticos y como se aprecia entre los periodos 339 y 342 ocurre la cascada reputacional que lleva a que el sistema se etnifique totalmente. El consumo de los bienes étnicos propios aumenta mientras que caen el consumo étnico cruzado y el consumo genérico.

Realizamos la misma simulación 100 veces y observamos que la cascada ocurre en promedio alrededor del periodo 667, con mediana en 625. En el 50% de los casos ocurrió entre el periodo 480 y 831 y en el 80% de los casos entre el 334 y el 1007. El momento preciso en que ocurre depende de que se satisfaga una configuración de la red que lo permita, con lo cual difícilmente podamos predecirlo dados el conjunto de parámetros y una red inicial como ya advertía Kuran. Sin embargo, sí podemos decir que la cantidad de individuos, la conectividad de la red, y los otros parámetros del modelo indican en promedio cuando sucederá.

Veremos a continuación cómo se alteran las conclusiones cuando variamos algunos de los parámetros relevantes.

2.1. D Alteraciones en los parámetros del modelo.

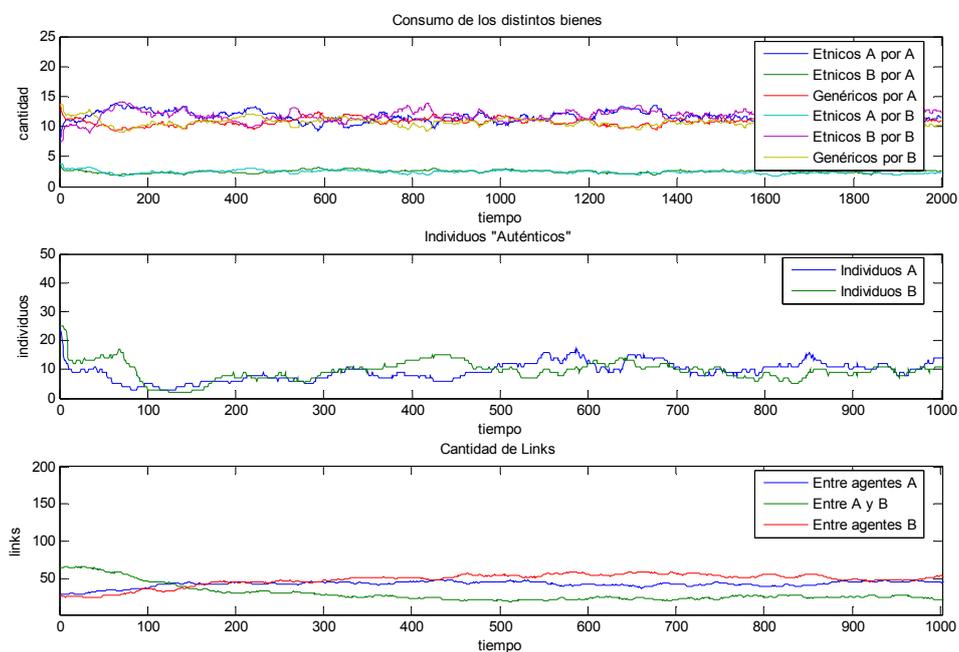
1. Conectividad de la red.

Una mayor conectividad hace más difícil que el sistema llegue al punto en el cual se produce la cascada. La red deberá evolucionar por un tiempo suficientemente largo para que los individuos superen el ratio crítico. Por lo tanto, es de esperar que la cascada ocurra en periodos más distantes. Además, la existencia de muchos vínculos hace que una vez que el sistema se haya etnificado, sea extremadamente improbable que vuelva a un estado de numerosos individuos auténticos.

Hemos afirmado que la única fuerza que opera en sentido opuesto a la de etnificación es el hecho de que cuando los agentes están vinculados sólo con agentes de su propia etnia se vuelven auténticos. Sin embargo, cuando hay muchos vínculos, esta fuerza es muy débil. Si un individuo queda vinculado sólo con co-étnicos decide ser auténtico, pero sus vínculos, que a su vez tienen muchos otros vínculos co-étnicos, reciben un efecto pequeño sobre sus valores de etnificación del bien A (e) por lo que no es de esperar que alteren su conducta. El individuo auténtico permanecerá en ese estado hasta que se cree un vínculo cruzado, a partir de ese momento él volverá a maximizar su utilidad reputacional. Sólo si durante el tiempo en el cual permaneció auténtico, se destruyeron suficientes vínculos co-étnicos (tal que su proporción sobre la cantidad total de vínculos sea suficientemente baja) entonces el individuo permanecerá auténtico ante la creación de un vínculo cruzado. Esto último es muy improbable cuando la conectividad es alta.

Para ejemplificar esta intuición, simulamos a continuación el mismo caso anterior pero con una conectividad promedio igual a 35 (en vez de 25). La parametrización estará dada por: Kuran (50, 0.5, 25, 0.3, 0.15, 2, -0.15, 0.15, 0.3, -0.15, 2). Realizando la simulación 100 veces se observa que la cascada ocurre en promedio en el periodo 4728 y con mediana en 3828. Además nunca se observan señales de reversión del proceso de etnificación. En el otro extremo, si la conectividad es igual a 5, la cascada ocurre en los primeros 100 periodos pero el proceso de etnificación presenta ciertos ciclos¹⁸ como puede apreciarse en el gráfico 2.2.

Gráfico 2.2. Etnificación con presencia de ciclos.



¹⁸ Este comportamiento cíclico ha sido encontrado en fenómenos de protesta política que desencadenan revoluciones. Argumentos narrativos sobre los mismos pueden encontrarse en Kuran (1995), para una excelente descripción y extensión de la novela del premio Nóbel Ivo Andric que describe procesos similares en Bosnia hasta la actualidad puede consultarse Rosenberger (1993). Para una simulación de un modelo de protesta social ver Brichoux y Johnson (2002).

En primer lugar, cuando la conectividad es baja es más probable que aparezcan simultáneamente varios agentes vinculados sólo con co-étnicos que se vuelven auténticos. Por ello observamos que el proceso de etnificación no llega a eliminar a todos los individuos auténticos. En segundo lugar, un individuo que se encuentra vinculado sólo con co-étnicos, se vuelve auténtico y permanece así hasta que se cree un vínculo con un individuo de la otra etnia. Si la conectividad es baja, en el caso en el que el individuo haya destruido unos pocos vínculos con sus co-étnicos mientras era auténtico, es probable que una vez que se cree un vínculo con una persona de la otra etnia permanezca auténtico, ya que su ratio de vínculos co-étnicos puede ser suficientemente bajo.

2. Parámetros de la función de utilidad intrínseca.

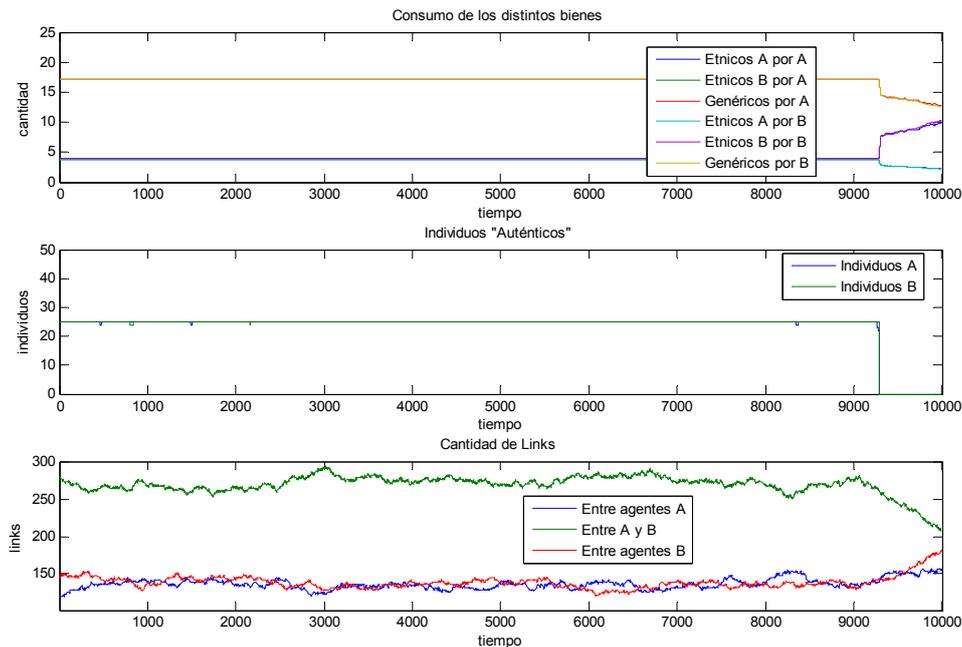
Considerando que el sistema se inicia con todos los individuos auténticos, estos parámetros definen cómo va a evolucionar la red a partir del estado “auténtico”. En principio, si a_{ai} y b_{ai} son similares o si lo son a_{bi} y b_{bi} , los patrones de consumo de ambas etnias serán inicialmente parecidos. Esto ocasionaría que la red difícilmente evolucionara hacia un estado en el cual los individuos encontrarán óptimo dejar de ser auténticos. Pero, si los patrones iniciales de consumo son muy distintos, rápidamente la red tendería a unir individuos de la misma etnia. Bajo estas circunstancias, que ciertos individuos alcancen el ratio crítico y generen la cascada es más probable.

Simulamos el caso en el que los consumos iniciales de todos los bienes son muy parecidos entre las distintas etnias. Fijaremos $a_{ai}=b_{bi}=0.16$ (en lugar de 0.3 como antes). El tramo interesante para el pago por ser auténtico es: $0.0002 < \hat{y} < 0.001$. Si bien \hat{y} juega un rol importante, se debe notar que está medido en “útiles” por lo que no es posible compararlo entre funciones de utilidad con parámetros distintos. Por esta razón, cuando contrastemos los resultados de modificar los parámetros de las funciones de utilidad, mantendremos constante el “ratio crítico” y permitiremos que \hat{y} varíe. Consecuentemente, fijamos $\hat{y} = 0.0006$ que es un valor tal que exige una configuración de la red similar al caso anterior para que genere una cascada reputacional.

El gráfico 2.3 presenta los resultados de la simulación con las siguientes condiciones iniciales: Kuran (50, 0.5, 25, 0.16, 0.15, 2, -0.15, 0.15, 0.16, -0.15, 2). Tuvimos que dejar al sistema evolucionar por 10.000 periodos para que ocurra la cascada y en algunas simulaciones ni aun así logramos que el sistema se etnifique, lo cual revela la lentitud de la evolución de la red.

Los parámetros de la utilidad intrínseca definen la evolución esperada de la red también en otro sentido. Si por ejemplo, una etnia consume, en estado auténtico, más bienes étnicos (cruzados y propios) que la otra, entonces es más probable que esta etnia sea la más vinculada. Por ejemplo, aumentando el consumo del bien étnico propio de la etnia B de 0.3 a 0.4 puede verificarse esta conclusión.

Gráfico 2.3. Modificación de los parámetros de la utilidad intrínseca.



3. Penalizaciones y premios de la utilidad reputacional.

Los parámetros aar y bbr son los premios reputacionales de los individuos por consumir bienes étnicos propios y abr y bar son los premios (si van con signo negativo son castigos) por consumir bienes étnicos cruzados. El principal efecto de estos parámetros es el de definir la cesta de consumo óptima para el individuo no auténtico. Esta cesta es la que el individuo comparará con su cesta óptima "auténtica". Altos premios por consumo étnico propio generarán un gran salto en el consumo de dicho bien cuando el individuo deja de ser auténtico. Lo mismo ocurre con los premios (castigos) por el consumo del bien étnico cruzado.

Otro efecto importante de estos parámetros es el de acelerar el proceso de etnificación una vez que ha comenzado. En los periodos intermedios, cuando aparecen los primeros individuos no auténticos, pero la gran mayoría permanece auténtica, altos premios (y castigos) generan que los individuos que no son auténticos aumenten drásticamente sus consumos de bienes étnicos propios, lo cual a su vez ocasiona un aumento del percibido por sus vínculos. Esto significa que unos pocos individuos no auténticos pueden generar la cascada reputacional y que a su vez esta última se propagará más rápido.

Finalmente, estos parámetros, junto con los de la utilidad intrínseca, determinan el rango de \bar{y} para el cual el sistema no está condenado a permanecer auténtico ni a etnificarse en el segundo período. No avanzaremos sobre este último punto porque \bar{y} está medido en "útiles" por lo cual sólo tiene sentido analizar los efectos sobre el rango de \bar{y} cuando los parámetros de la función de utilidad se mantienen constantes.

4. Cantidad de Individuos.

Modificar la cantidad de individuos en el sistema tiene como consecuencia alteraciones en el tiempo que tarda el mismo en alcanzar un cambio en el proceso de etnificación. Por un lado, más individuos implican un sistema más grande y por lo tanto mayores ajustes necesarios para llevarlo a una cascada reputacional. Por otro lado, significan también un menor ratio de conectividad/tamaño, lo cual permite alcanzar con menos movimientos de la red el ratio crítico.

Notamos que, manteniendo la conectividad promedio constante, aumentar la cantidad de individuos no necesariamente genera un aumento en el tiempo necesario para alcanzar la cascada reputacional y el proceso de etnificación. Pero, manteniendo el ratio conectividad/tamaño constante, aumentos en el tamaño se traducen en aumentos en el tiempo.

En la tabla 2 se presentan los períodos promedios en los cuales aparece la cascada. Cada celda representa el promedio de 30 simulaciones. Cada una de las simulaciones se detuvo si el sistema no llegó a etnificarse en el período 5000, por lo que los promedios más altos están fuertemente sesgados hacia abajo. De cualquier forma, se observa que la cascada ocurre en periodos más distantes a mayor ratio conectividad/cantidad y a mayor cantidad de individuos.

Tabla 2. Período en el que surge la cascada, número de individuos y conectividad.

Conectiv	Cantidad de Individuos (N)				ratio	Cantidad de Individuos (N)			
	40	50	60	70		40	50	60	70
15	130.5	123.4	127.5	142.1	0.25	56.7	92.3	151.9	328.8
20	358.2	315.9	324.4	385.9	0.33	104.7	229.2	342.4	549.6
25	929	751.2	731.2	719	0.5	270.8	688.4	1200.1	1953.9
30	2656.9	1395.9	1267.1	1230.8	0.66	936.3	2165.9	4212.7	4802.9
35	4870.8	3287.7	2391.5	1977.2	0.75	2759.6	4724.7	4847.7	5000

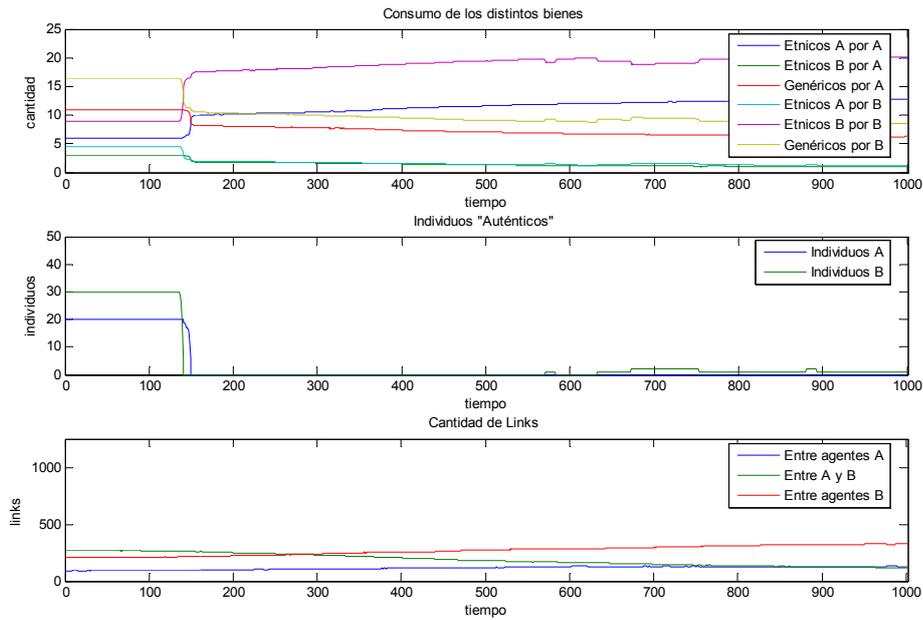
5. Inclusión de mayorías y minorías.

En general, puede afirmarse que en este modelo las asimetrías generan que la cascada reputacional ocurra antes y que sea liderada por la mayoría. La razón por la que esto sucede es que las mayorías alcanzan la proporción crítica más rápido. Para un valor de \bar{y} dado y una red inicial aleatoria, el ratio promedio de vínculos co-étnicos a vínculos totales es mayor a 0.5 y por lo tanto más cercano al ratio crítico.

El sistema deberá operar menor cantidad de tiempo para alcanzar dicho ratio. Debido a que la mayoría se etnificó, el consumo étnico cruzado por parte de la mayoría etnificada disminuye (si la mayoría castiga el consumo étnico cruzado) y por lo tanto aumenta el e de la minoría. Con un e mayor, la minoría enfrenta una proporción crítica más fácil de alcanzar, por lo tanto, el sistema puede etnificarse mucho antes que en el caso de dos etnias del mismo tamaño.

A modo de ejemplo, en el gráfico 2.4 se presentan los resultados del caso benchmark modificando sólo la proporción de individuos de etnia A. Ahora sólo representarán el 40% de la población. La simulación considera los siguientes parámetros: Kuran (50, 0.4, 25, 0.3, 0.15, 2, -0.15, 0.15, 0.3, -0.15, 2).

Gráfico 2.4 Simulación con una mayoría.



Repitiendo el ejercicio 100 veces observamos que en promedio, la cascada ocurre en el periodo 136. La cascada más tardía ocurrió en el periodo 484.

En la tabla 3 se resumen los principales resultados que se han obtenido al alterar los parámetros del modelo original.

Tabla 3. Principales consecuencias de la alteración de los parámetros.

Parámetro	Consecuencias
Conectividad	Alta: Es más difícil el ajuste de la red para que se produzca la cascada, pero se profundiza el proceso de etnificación una vez que ha comenzado. Baja: La cascada ocurre temprano, pero existe constantemente una proporción de individuos auténticos que pueden generar ciertos comportamientos erráticos o cíclicos en el consumo agregado.
Parámetros de la utilidad intrínseca.	Si los patrones de consumo son similares, el sistema no tiende hacia el proceso de etnificación. Si son muy distintos, el sistema vinculará co-étnicos y tenderá al punto crítico. Las etnias que consuman más bienes étnicos (sean propios o cruzados) son más propensas a estar más vinculadas.
Parámetros de la utilidad reputacional	Los "premios" y "castigos" reputacionales definen la canasta del individuo no auténtico y por lo tanto definen la evolución subsiguiente de la red y del sistema.
Cantidad de individuos	Manteniendo constante el ratio conectividad/individuos, más individuos implican cascadas más distantes en el tiempo. Sin embargo, si el ratio conectividad/individuos disminuye el efecto es ambiguo.
Mayorías-minorías.	Poblaciones asimétricas posicionan inicialmente al sistema más cerca del ratio crítico.

Una vez que hemos comprendido cómo reacciona el modelo ante la alteración de sus parámetros, resulta interesante analizar algunos casos particulares.

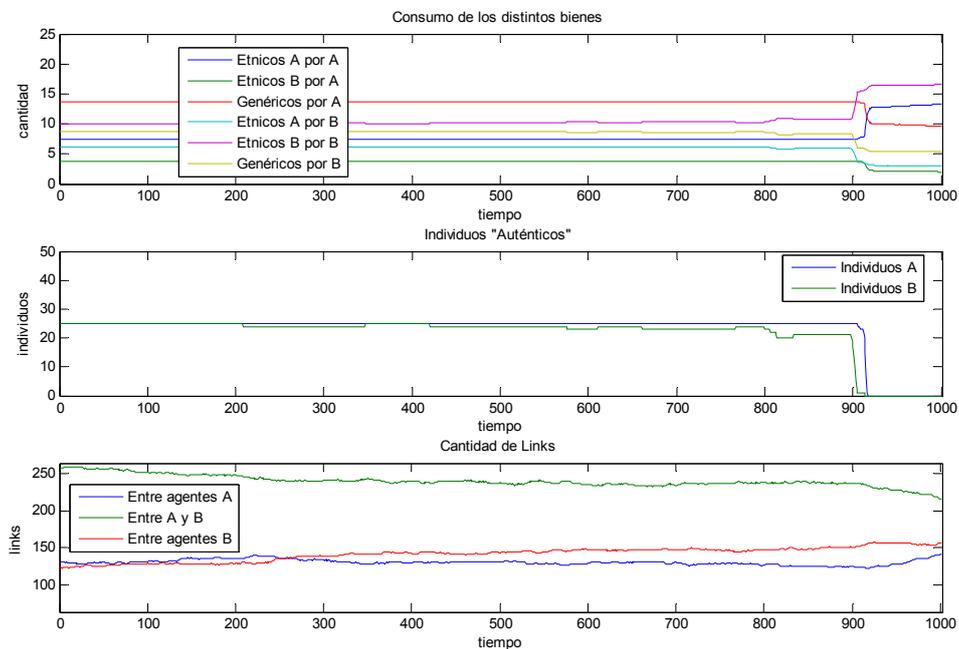
2.1. E Casos particulares.

1. Etnia interesada por los bienes culturales.

En el caso de que la etnia B consume inicialmente más de ambos bienes étnicos. Con $\hat{y} = 0.09$ para b y $\hat{y} = 0.05$ para a (implican un ratio crítico similar) se simula el modelo con los siguientes parámetros: Kuran (50, 0.5, 25, 0.3, 0.15, 2, -0.15, 0.25, 0.4, -0.15, 2).

Los individuos B consumen más de ambos bienes, por lo tanto crece su cantidad de vínculos. Los individuos A apenas se conectan más con sus co-étnicos que con los individuos B. Por esta razón, los individuos B alcanzan el ratio crítico. La etnia B aumenta su consumo del bien étnico propio y disminuye el consumo del cruzado, esto arrastra a la etnia A hacia la etnificación como muestra el gráfico 2.5.

Gráfico 2.5 Etnificación con etnia que consume ambos bienes étnicos.



2. Reputación moderadora.

Si ambas etnias castigan el consumo de bienes étnicos, el sistema estará atrapado en un equilibrio cuasi-auténtico. Los individuos que alcancen el ratio crítico preferirán disminuir el consumo de bienes étnicos lo cual reduce el valor de e , esto evita que sus vínculos co-étnicos dejen de ser auténticos. Sin embargo, el sistema avanza generando muchos individuos de ambas etnias que prefieren no ser auténticos. Los hábitos de consumo de estos individuos no auténticos son bastante similares por lo que comienzan a formarse vínculos cruzados que potencialmente devuelven a los individuos a su estado auténtico original. El sistema se mantiene con un número variable de individuos no auténticos, mientras que mantiene los valores de consumo muy próximos a los del estado auténtico. Un caso similar ocurre cuando ambas etnias premian el consumo de bienes étnicos tanto propios como cruzados.

2.2 Posibles extensiones del modelo

Manteniéndonos en el marco de nuestro modelo, algunas de las siguientes extensiones podrían arrojar resultados interesantes:

- La cantidad de vínculos evoluciona con el tiempo. Si aumenta, es probable que caiga la etnificación o que pueda revertirse.
- ¿Sería posible pasar de un estado etnificado a uno no-etnificado, es decir, podría darse un proceso de “integración social”? Para lograr un resultado como éste, es necesario que exista una fuerza más potente para la integración que la presentada en este trabajo.
- Individuos con distintos ingresos. Los ricos pueden consumir más de todos los bienes. Es probable que el sistema tienda a crear un mayor número de vínculos para estos individuos. En otras palabras, los ricos podrían convertirse en una especie de “hub”.

Pasando a las características del modelo de Kuran (1998) podríamos cuestionarnos el peso y la especificación de las conductas de presión social. Resulta interesante destacar que en la práctica es difícil distinguir si la conducta es en efecto desencadenada por la presión social o si responde a factores intrínsecos del individuo. Esto sucede porque las funciones de utilidad de los individuos no son de conocimiento común y porque se da el fenómeno de falsificación de preferencias.

Kuran (1991) se basa en que los individuos falsifican sus preferencias cuando tienen que expresar su afiliación política ya sea por miedo a que las reprima el régimen o por que la desprecien los revolucionarios. En general, se muestra el rechazo de las personas a expresar cierta posición a menos que otros también lo hagan. En Kuran (1995) el argumento vuelve a repetirse explicando que a pesar de ser costoso en términos de perder autonomía personal, el fenómeno de falsificación de preferencias está ampliamente difundido. Es como consecuencia de ello, que el desencadenamiento de una avalancha reputacional no puede ser previsto como observamos en nuestro modelo simulado.

Si bien los factores de presión social pueden ser difíciles de especificar, parecen ser un hecho común en la realidad y podrían captarse. Por ejemplo, Lemieux (2004) plantea que algunos grupos de interés logran expandir sus efectos al ser más hábiles para otorgar ventajas reputacionales. Los ejemplos de los sindicatos que realizan boicots o amenazan a los trabajadores que no se les unen, o la política misma que, como afirma Kuran, consiste en controlar las decisiones de la sociedad al manipular la opinión pública promoviendo la falsificación de preferencias para controlar al público; son indicativos para la posible forma de interpretar estas presiones, aunque las mismas no dejen de ser difíciles de modelar. De esta forma, la explicación de la etnificación se vería justificada por la existencia de individuos que buscan conformarse a las normas de ciertos grupos sociales.

3. Comentarios Finales.

En este trabajo hemos estudiado dos ejemplos de sistemas dinámicos complejos¹⁹ en los que la interacción de un número de agentes micro da lugar a regularidades globales que difícilmente hubieran podido predecirse con la simple observación de los atributos de los agentes. La simulación de los mismos en el marco de la ACE nos ha permitido esbozar algunas explicaciones sobre la dinámica que da lugar a ese ordenamiento colectivo.

Hemos mostrado que tanto la emergencia de la segregación racial en el modelo de Schelling como la de una situación de etnificación social en el desarrollo de Kuran, son resultados valiosos que se basan en la presencia de algunos parámetros claves. Utilizando la idea de vecindarios en el marco de una grilla y de vínculos sociales modelados por una red respectivamente, hemos podido captar y estudiar gran parte de las interacciones que dan origen a los sorprendentes resultados de ambos modelos.

Los argumentos desarrollados a lo largo del estudio no pretenden agotar las causas por las cuales se observan estos fenómenos en la realidad. Para acercarse a ello se requiere incorporar nuevos aspectos que no han sido contemplados en los modelos. Pero precisamente, la estrategia de ampliar el rango de los factores bajo análisis de manera marginal ha sido la escogida con el objeto de limitar la complejidad del mismo y así poder esbozar alguna interpretación sobre lo que está sucediendo cuando permitimos que los agentes interactúen. Creemos que aún hay un largo camino por recorrer en este sentido.

¹⁹ Un sistema suele ser definido como “complejo” si está compuesto por unidades que interactúan y exhibe propiedades emergentes. Para una modelación de sistemas dinámicos complejos en economía en el marco de la ACE ver Tesfatsion (2005).

4. Bibliografía Consultada.

- Axelrod, R. (1997) *The Complexity of Cooperation: Agent-based Models of Competition and Collaboration*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Axelrod, R. y Testfason, L. (2005) "On-Line Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences," en <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi>.
- Axtell, R., Epstein, J. y Young, P. (2001) "The Emergence of Classes in a Multi-agent Bargaining Model" en Durlauf, Young eds, *Social Dynamics*, The MIT Press, p.191-212.
- Banerjee, A. (1992) "A Simple Model of Herd Behavior", *Quarterly Journal of Economics*, 107(3), pp. 797-817.
- Bar-Yam, Y. (1997) *Dynamics of Complex Systems*. Addison-Wesley.
- Bowles, S. (2000) "Individual Interactions, Group Conflicts and The Evolution of Preferences," en <http://www-oit.umass.edu/~bowles>.
- Brichoux, D. y Johnson, P. (2002) "The Power of Commitment in Cooperative Social Action", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol.5, no.3, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/3/1.html>.
- Bruch, E. y Mare, R. (2004), "Neighborhood Choice and Neighborhood Change", California Center for Population Research Working Paper, draft.
- Bykhchandani S., Hershleifer D., y I. Welch (1992) "A Theory of Fads, Fashion, Custom and Cultural Change as Informational Cascades", *Journal of Political Economy*, 100(5), pp. 992-1026.
- Caplin, A. y J. Leahy (1994): "Business as Usual, Market Crashes, and Wisdom alter the Fact", *American Economic Review*, 84(3), pp. 548-65.
- Desalles, J. y Phan, D. (2005) "Emergence in multi-agent systems: cognitive hierarchy, detection, and complexity reduction part I: methodological issues," mimeo.
- Durlauf, S. (2003) "Neighborhood Effects", Prepared for the *Handbook of Regional and Urban Economics, volume 4, Economics*, J. V. Henderson and J.-F. Thisse, eds.
- Granovetter, M. y Soong, R. (1988) "Threshold Models of Segregation: Chinese Restaurants, Residential Segregation, and the Spiral of Silence," *Sociological Methodology*, 18, 69-104.
- Jackson, M. (2003) "A Survey of Models of Network Formation: Stability and Efficiency," mimeo, Division of Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology.
- Kuran, T. (1998): "Ethnic Norms and Their Transformation through Reputational Cascades", *Journal of Legal Studies*, 28, pp. 623-659.
- Kuran, T. (1995) "The Inevitability of Future Revolutionary Surprises", *AJS*, Volume 6, No. 6, pp. 1528-1551.
- Kuran, T. (1991): "The East European Revolution of 1989: Is it Surprising that We Were Surprised", *American Economic Review*, 81(2), 121-25.
- Lemieux, P. (2004) "Following the Herd", *Regulation Winter*, University of Quebec in Outaouais.
- Mobius, M. (2000) "The Formation of Ghettos as a Local Interaction Phenomenon," mimeo, Department of Economics, Harvard University.
- Müller, J. (2002) "Des systèmes autonomes aux systèmes multi-agents : interactions, émergence et systèmes complexes", *Rapport de l'HDR*.
- Panes, R. y Vriend, N. (2003) "Schelling's Spatial Proximity Model of Segregation Revisited," mimeo, Department of Economics, University of London.
- Rauch, J. (2002) "Seeing Around Corners," en <http://www.theatlantic.com/issues/2002/4/rauch.htm>.

- Rosenberger, C. (1993) "Bridges on the Drina," Report no.8, Institute of Current World Affairs.
- Ruoff, G. y Schneider, G. (2004) "Segregation in the Class Room: An Empirical Test of the Schelling Model," meeting of the working group on decision theory of the German Political Science Association, University of Bamberg.
- Schelling, T. (1978) *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton & Company.
- Schelling, T. (1971) "Dynamic Models of Segregation," *Journal of Mathematical Sociology*, 1, 2, 143-186.
- Schelling, T. (1969) "Models of Segregation." *American Economic Review*, 59, 2, 488-493.
- Sethi, R. y Somanathan, R. (2001) "Inequality and Segregation," mimeo, Department of Economics, Barnard College, Columbia University.
- Tesfatsion, L. (2005) "Agent-based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory", prepared for *Handbook of Computational Economics, Volume 2: Agent-based Computational Economics*, North-Holland.
- Tesfatsion, L. (2002) "Agent-based Computational Economics: Growing Economies from the Bottom Up", *Artificial Life*, Volume 8-1, MIT Press, pp. 55-82.
- Young, H. (1998) *Individual Strategy and Social Structure*, Princeton: Princeton University Press.
- Zhang, J. (2003) "A Dynamic Model of Racial Segregation," mimeo, Public Policy Institute of California.