

Contagio y segregación cultural e ideológica. Evidencia de simulaciones teóricas.

Profesores: Daniel Heymann, Martín Zimmermann, Roberto Perazzo.

Materia: Racionalidad Acotada

Alumnos: David Alfaro, Andrés Fioriti, Nahuel Guaita y Silvio Guaita.

Octubre 2011 - UdeSA

Abstract

Este trabajo investiga cómo las sociedades actuales se segregan y cómo los individuos intentan adaptarse al medio que los rodea. Para ello, se parte del Modelo de mudanzas de Schelling, pero introduciendo la posibilidad no solo de que el individuo se mude sino que mute de acuerdo a las características de los individuos que lo rodean. Se parte de un modelo sencillo, para luego estudiar comportamientos complejos tales como migraciones, ideologías, segregaciones y posturas políticas. A partir de una modelación en Matlab, se presentan los resultados bajo diversas hipótesis y parámetros iniciales.

Abstract

This paper investigates how modern societies are segregated and as individuals trying to adapt to their surroundings. For this we part of the Schelling model, introducing the possibility of not only the individual moving, but it can mute according to the characteristics of the individuals around him. An attempt is made from a simple model to study complex behaviors such as migration, ideologies, segregation and political posturing. From the Matlab modeling, we present the results under different assumptions and input parameters.

1 Introducción

El presente trabajo busca arrojar luz sobre cómo se segregan las sociedades y también cómo se adaptan los individuos que la componen al medio en el cual conviven.

A lo largo del tiempo han existido diversas teorías sobre por qué prevalecen ciertos rasgos de una sociedad sobre otra. La teoría de la evolución de Darwin es considerada una de las mejores explicaciones, donde la supervivencia de los genes más aptos es

la que desencadena la evolución de las sociedades en un sentido y no en otro. Sin embargo, esta teoría no es tan clara a la hora de explicar por qué una sociedad adopta cierta idiosincrasia o se organiza de una forma específica con características determinadas y por qué no lo hace de otra.

Otro aspecto importante que no ha quedado claro a lo largo del tiempo es qué pasa cuando una persona originaria de una cultura se muda a vivir a otra, generando que ambas coexistan a lo largo del tiempo sin que exista supremacía de una, y cómo termina quedando conformada la cultura de la sociedad inicial mediante esta interacción.

Con respecto a la migración, consideramos que es un tema de suma relevancia para ser analizado, ya que los movimientos migratorios son tan antiguos como la humanidad misma, sin importar cultura o religión. Es decir es un fenómeno mundial presente en todas las épocas de la historia y todas las partes de la tierra. La teoría de la evolución por ejemplo, permite ver que a pesar de tener un origen común, desde sus orígenes el hombre se dispersó por los diversos continentes apartándose de su ubicación inicial.

2 Migración

2.1 Algunas definiciones

Migración: *la demografía denomina migración al movimiento o desplazamiento de los seres humanos sobre la superficie terrestre. En este trabajo solo se analizarán los desplazamientos que implican un cambio en el lugar de residencia y no cualquier otro movimientos que puede ser observado cotidianamente (viajar, ir al trabajo, etc). Este proceso migratorio mencionado, implica dos conceptos opuestos. En primer lugar la emigración, que es la salida de una persona de un país o región para ubicarse en otro país o región. Mientras que un segundo concepto es la inmigración, que es el arribo de una persona a un país o región, procedente de otro país o región.*

Los tipos de inmigración que podemos encontrar pueden ser, según su carácter: voluntarias, cuando el individuo abandona un lugar por su propia decisión, buscando una mejor calidad de vida para él o su familia; la forzada, cuando el individuo debe abandonar una región por situaciones que amenazan su vida, ya sean guerras o desastres naturales.

Según su destino, internas o internacionales dependiendo de si se traslada dentro de un mismo país o de un estado a otro.

Y según el tiempo, pueden ser de carácter temporal o transitorio, dependiendo si se asientan en un lugar de forma definitiva o por un período de tiempo (menor a la duración de su vida) respectivamente. Estas últimas por ejemplo son las relacionadas con cuestiones laborales.

Las causas de estos movimientos migratorios pueden ser de diversa índole.

- Causas políticas, se derivan de las crisis que pueden presentarse en los distintos estados, como puede ser el establecimiento de una dictadura militar o régimen totalitario que da origen a los denominados exiliados políticos.
- Causas culturales, ya que la base cultural del país receptor (idioma, educación, religión, tradiciones, costumbres) influye significativamente en la decisión de desplazarse o no a un lugar.
- Las causas socio-económicas por su parte, son las que más se observan y explican los movimientos poblacionales. Puede observarse por ejemplo una correlación entre crecimiento y desarrollo económico y recepción de personas o entre subdesarrollo y pobreza y expulsión de individuos. Estados Unidos por ejemplo, una de las economías más desarrolladas del mundo, recibe más de un millón ochocientos mil inmigrantes por año (Ver Meissner, Meyers, Papademetriou, Fix, 2006).

“Y, una vez que la migración de masas tuvo lugar, una gran parte se desplazó a través de las redes de emigrantes, para juntarse con los amigos y parientes que habían emigrado previamente al mismo destino. Aunque algunos se desplazaron como respuesta a hambrunas, persecuciones y agitaciones políticas, las características de los emigrantes reafirman la hipótesis de que la inmensa mayoría se desplazaron en respuesta a los incentivos económicos –maximizando los beneficios y minimizando los costes.” (Timothy J. Hatton y Jeffrey G. Williamson, 2004).

- Causas bélicas y otros conflictos internacionales, generan inmigraciones forzadas de grandes masas de población para evitar la aniquilación.
- Catástrofes generalizadas, generadas por cualquier catástrofe natural (o humana si se piensa en Chernobil, Fukushima, entre otros) también influyen en los movimientos de la población de una región a otra.
- Y por último las causas familiares también pueden llevar a que un individuo se desplace de una región a otra a lo largo de su vida.

Una característica distintiva de la época actual, que puede influir una decisión de migración es la existencia o no de una política migratoria por parte del estado:

“...lo que solía ser la ‘libre’ migración mundial se ha convertido en algo limitado rigurosamente por políticas de inmigración estrictas que, sin duda, eliminan una enorme cantidad de migración potencial que se podría haber producido en otras condiciones (Chiswick y Hatton, 2002).”

En nuestro modelo no tenemos en cuenta cuotas que limitan las cantidades o políticas que seleccionan a los inmigrantes de acuerdo a alguna característica particular, sino que por el contrario podemos usar nuestro modelo para intentar ver si llegamos a alguna determinación de la composición social, donde la entrada y salida libre es permitida y no se ha vuelto (la inmigración) una cuestión política de alta discusión.

El periodo de migración libre puede ser acotado al período previo a la segunda guerra mundial, donde se observa como una salida de población europea de alrededor de 50 millones de personas hacia América (principalmente EE.UU y Canadá), Australia y sur de África. Los resultados de los modelos presentados, si de inmigración entre países se trata, debe interpretarse teniendo en cuenta esta característica mencionada en el párrafo anterior.

2.2 Consecuencias de la migración

Las consecuencias de la inmigración pueden ser de diferente índole, tanto para el país receptor como emisor.

Para el lugar de emigración, se pueden enumerar los siguientes efectos positivos:

1. Reducción de problemas de sobrepoblación, en caso de que existiesen (ej: China, India).
2. Tendencia a una mayor homogeneidad cultural y/o política (los más descontentos son los que primero emigran, quedando solo los que suelen estar de acuerdo con su situación socioeconómica o política).
3. Reducción de la presión demográfica sobre los recursos naturales.
4. La inversión de las remesas de dinero que envían los emigrantes¹.
5. La disminución del desempleo y de la población en situaciones de pobreza.
6. El aumento de la productividad al disminuir la población activa en el país de emigración

Mientras que para el lugar de inmigración, algunas consecuencias positivas son:

¹“De todas las regiones en desarrollo, Asia oriental y Pacífico es la que recibe la mayor cantidad de dinero de sus emigrantes. La segunda es Asia meridional, seguida de cerca por América Latina y el Caribe. Por el contrario, África al sur del Sahara es la que menos transferencias percibe de todas las regiones en desarrollo y se desconoce su monto real, ya que muchos países no tienen datos que las contabilizan.”

“En 2008, India, China y México fueron los tres países que recibieron más dinero de sus emigrados y entre los tres suman un tercio de todas las remesas que llegaron a las naciones en desarrollo. En algunos países, estas transferencias representan más del 25% del producto interno bruto (PIB) del país, como es el caso de Tayikistán, Moldova, Tonga y Lesotho.” (BancoMundial.org, 2010).

1. Rejuvenecimiento de la población o aumento de la tasa de natalidad ya que los inmigrantes generalmente tienen una tasa de procreación más elevada que la del país receptor. O son gente todavía joven que está dispuesta a formar una familia.
2. La población se hace más flexible a los cambios (sociales, culturales, técnicos) y aumenta la diversidad cultural, generando manifestaciones culturales nuevas (arquitectura, arte, nuevas tecnologías, etc.).
3. Aportes de capital y de mano de obra. Arriban personas ya preparadas sin que haya tenido que invertirse en su educación.
4. Aumenta la diversidad cultural, por lo que el país comienza a tener acceso a manifestaciones culturales nuevas (arquitectura, arte, nuevas tecnologías, etc.).
5. Aumenta el consumo.

Y algunas consecuencias negativas pueden ser:

1. Aparición de desequilibrios en cuanto a la estructura por edad y sexo.
2. Introducen una mayor diversidad política, lingüística, religiosa, llegando a formarse grupos completamente segregados y marginales.
3. Aumentan las necesidades de servicios, sobre todo, asistenciales y educativos.
4. Remesas de dinero hacia los lugares de procedencia de los inmigrantes, que constituyen una fuga de dinero para el país receptor.
5. Disminución de los salarios en algunas ramas o sectores por la explotación laboral de los inmigrantes. Muchos de ellos están dispuestos a trabajar por salarios más bajos que el resto de los trabajadores nativos.

3 Motivación

Los patrones por los cuales las culturas se entremezclan y en base a ello surgen otras culturas, es un aspecto muy atractivo de la evolución de las sociedades.

En el estado actual del mundo las sociedades se encuentran interrelacionadas, ya no es cierto que en un país residan solamente personas originarias de tal país. Lo mismo que en las ciudades, dado que los cambios de residencias de las personas son cada vez más continuos (por diferentes motivos, ya sea estudio, trabajo, seguridad, calidad de vida etc...). En este contexto cobra vital importancia qué efectos puede ocasionar la coexistencia de dos culturas distintas, y también cómo evolucionan cuando se encuentran.

La observación de distintas disposiciones de importantes ciudades del mundo nos permite concluir que existen barrios donde reside la gente de cierto “tipo”, donde por tipo se puede entender a los irlandeses en Nueva York, a los chinos en Buenos Aires o a los árabes en Londres, o el mismísimo país vasco en España. También hay barrios donde la gente es mayoritariamente de un color o también donde la mayoría en el barrio tienen una determinada inclinación política.

Responder teóricamente a por qué tiene lugar la segregación en algunas zonas y por qué en otras zonas existe convivencia entre distintas ideologías y culturas, es un aspecto relevante para poder entender el origen de dichas zonas, y tener una idea sobre si esta segregación depende de algún tipo de parámetro que esté incluido en el modelo o no.

Para capturar estos efectos se utilizarán dos modelos. En uno de ellos las opciones ideológicas o culturales serán dicotómicas, lo cual puede ser entendido como ser demócrata o republicano en EEUU, ser de izquierda o de derecha, o cualquier otra opción donde o bien no existe punto medio o solo se consideran los casos extremos. El otro modelo contemplará ideologías o culturas mixtas, donde se puede elegir una cierta composición de cada extremo, esto se puede entender como ser de izquierda, derecha o tener un poco de cada lado.

4 Modelos

4.1 Introducción

Los dos modelos que se utilizarán estarán basados en el modelo ideado por Schelling (1978).

En tal modelo los agentes pueden ser de dos tipos, por ejemplo A y B, y en base a su tipo observan su vecindario en una grilla (el vecindario está compuesto por 8 vecinos), cuentan cuantos vecinos hay de su tipo y si son mayoría entonces están satisfechos y si son minoría no. Luego se eligen dos personas al azar y si ambas están descontentas se intercambian sus posiciones, sino no, y se repite el proceso de elegir otras dos y ver si se mudan o no.

El modelo termina concluyendo que la gente de igual tipo termina viviendo junta y por ende la sociedad se segrega como consecuencia de la búsqueda de su tipo.

La variación que tendrán los dos modelos que se plantearán es que antes de decidir si se mudan o no, los individuos pueden adoptar dos conductas:

1. Verificar cual es el tipo predominante en el barrio y pasarse a tal tipo.
2. Adoptar el pensamiento mayoritario del vecindario.

Modelo dicotómico

Como se mencionó en la introducción, este modelo plantea que los individuos pueden tomar solo dos posiciones, A o B. Este caso es útil para las opciones ideológicas donde uno puede estar a favor o en contra, o de un lado o de otro, donde no hay grises.

En una primera etapa se forma una grilla en la cual se determina en forma exógena cuál será la distribución de agentes de cada tipo y se le asigna al azar un lugar en la grilla.

Una vez que se forma la grilla se eligen dos personas al azar. A las dos se les computa su satisfacción que se determina de la siguiente manera:

- Si la cantidad de vecinos (de un total de 8) que son del tipo opuesto al individuo elegido es mayor o igual a 5, entonces está descontento.
- Si la cantidad de vecinos (de un total de 8) que son del tipo opuesto al individuo elegido es menor o igual a 4, entonces está contento.

Si el individuo está descontento entonces se le da la opción de transformarse al otro bando. Esto puede tener lugar por la persuasión. Porque si una persona que piensa de una determinada manera está rodeada de personas que piensan en forma diametralmente opuesta entonces puede que la convenzan de su forma de pensar y así cambie su ideología. Este cambio de bando va a depender de la cantidad de vecinos que piensen distinto a él, a mayor cantidad de gente pensando distinto es más probable que se “transforme”, y también de la disposición del individuo a cambiar su ideología, cuanto más cerrado sea, menos probable será que modifique su forma de pensar.

Una vez que se observa si las personas elegidas al azar cambiaron o no su forma de pensar se vuelve a computar su satisfacción en el vecindario usando el mismo sistema mencionado anteriormente y si ambos se encuentran descontentos entonces intercambian su posición en la grilla, es decir se mudan.

Este proceso se repite y se buscan patrones de comportamiento, donde lo relevante será cuantas personas cambian de bando, cuantos de cada bando hay luego de cada iteración (dado que como se pueden convertir este número no es fijo) y como queda conformada la grilla según las condiciones iniciales establecidas.

Lo importante será establecer la predominancia de una ideología dependiendo del grado de permeabilidad de los individuos y de la distribución inicial de la grilla en cuanto a la cantidad de individuos de cada tipo.

4.2 Modelo continuo

El funcionamiento de este modelo sigue una lógica similar a la del modelo anterior, sin embargo aquí se contempla la posibilidad de ideologías intermedias. Ahora los individuos no van a ser del tipo A o B, sino que podrán ser del tipo 35% A y 65% B. Este modelo permite observar más claramente cómo funciona la política, donde

los votantes no son de extrema izquierda o de extrema derecha, sino que la mayoría toma posiciones medias.

Para simplicidad, dado que los individuos sí o sí tienen que elegir una posición entre A y B, se utilizará como parámetro el tipo A, siendo que una persona que es 40% del tipo A es implícitamente 60% del tipo B.

La grilla se conformará con gente que es netamente del tipo A o B, por lo cual tomarán valor 1 si son del tipo A y 0 si son del tipo B (dado que serían 0% de A), y se distribuirán al azar.

Una vez que se forma la grilla se eligen dos personas al azar. A las dos se les computa su satisfacción de la siguiente forma:

- Se calcula la ideología promedio de su entorno.
- Si el valor absoluto de la diferencia entre esa ideología promedio y la del individuo en cuestión es mayor a un umbral preestablecido, el individuo estará descontento.
- Si el valor absoluto de la diferencia entre esa ideología promedio y la del individuo en cuestión es menor a dicho umbral, el individuo estará contento.

Si el individuo está descontento entonces se le da la opción de transformarse a la ideología promedio del vecindario. Como se dijo anteriormente, si una persona que piensa de una determinada manera está rodeada de personas que piensan en forma diametralmente opuesta entonces puede que la convenzan de su forma de pensar y así cambie su ideología. Este cambio de ideología dependerá de la disposición del individuo a cambiar su ideología, cuanto más cerrado sea menos probable será que modifique su forma de pensar. Si el individuo modifica su ideología entonces la nueva ideología que tendrá será la que resulte de la media entre la media de sus vecinos y su propia ideología. Esto quiere decir que si una persona cambia su ideología entonces se fijará qué patrón predomina en su barrio y lo promediará con su propia forma de pensar, lo cual representa una influencia indirecta del barrio en la persona, pero generando que se “adapte” a la forma de pensar del barrio.

Si las dos personas elegidas continúan descontentas, ya sea porque modificaron su forma de pensar o porque la modificación igual los deja insatisfechos, entonces opera la misma mudanza que en el modelo anterior.

5 Análisis Computacional

5.1 Modelo dicotómico

En esta sección se analizan los resultados obtenidos en un modelo que tiene como parámetros los siguientes valores:

- Tamaño de la grilla o “cantidad de individuos”.
- Threshold: cantidad de individuos necesarios para que un individuo se encuentre conforme.
- Scatter: proporción de “individuos rojos y azules” en la grilla inicial.
- P_mut: probabilidad de mutar en caso de encontrarse en minoría respecto a sus vecinos. Si el individuo es AZUL y tiene 5 vecinos rojos, muta con probabilidad 0.1; si tiene 6 vecinos rojos muta con probabilidad 0.2; y si tiene siete u ocho vecinos muta con probabilidades 0.3 y 0.4 respectivamente. Es decir, la probabilidad de cambiar de color aumenta a medida que se incrementa la cantidad de individuos vecinos de color opuesto al individuo de comparación.

Gráficamente, utilizando una grilla de nueve casilleros:

A= Individuo de referencia.

P_Mut = 0.1			P_Mut = 0.2		
R	R	R	R	R	R
A	A	A	R	A	A
R	A	R	R	A	R
P_Mut = 0.3			P_Mut = 0.4		
R	R	R	R	R	R
R	A	R	R	A	R
R	A	R	R	R	R

Donde R representa que el individuo es rojo y A que es azul.

5.2 Funcionamiento del modelo

La idea, es que se eligen dos personas al azar y se evalúa si están felices o no. Si no está feliz, opera primero el P_mut, que es la probabilidad de mutar. En caso de mutar, su nuevo valor será el promedio entre su valor y el promedio del entorno (inicialmente solo hay unos y ceros, ya que la mezcla o mestizaje solo se da con las sucesivas iteraciones).

Ej1: Un azul está rodeado de rojos y por la probabilidad aleatoriamente asignada le toca mutar. Si el azul es un uno, entonces el promedio de su entorno es cero (como

son todos rojos a su alrededor son todos cero), y el promedio entre su valor y el entorno es 0.5, es decir pasa de 1 a 0.5.

Esto opera siempre que haya valores entre cero y uno en un continuo y los vecinos también pueden tener un promedio que este entre cero y uno, por ende todas las personas pueden ser un número entre cero y uno, incluyendo los extremos.

Ej2: Si el azul del caso anterior (que se le asignó valor 1) tiene vecinos que son la mitad azules y la mitad rojos (el promedio del barrio va a ser 0.5 porque son mitad y mitad), entonces si decide mutar va a pasar a ser un 0.75.

Los modelos a testear se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1: Resumen de los modelos bajo análisis.

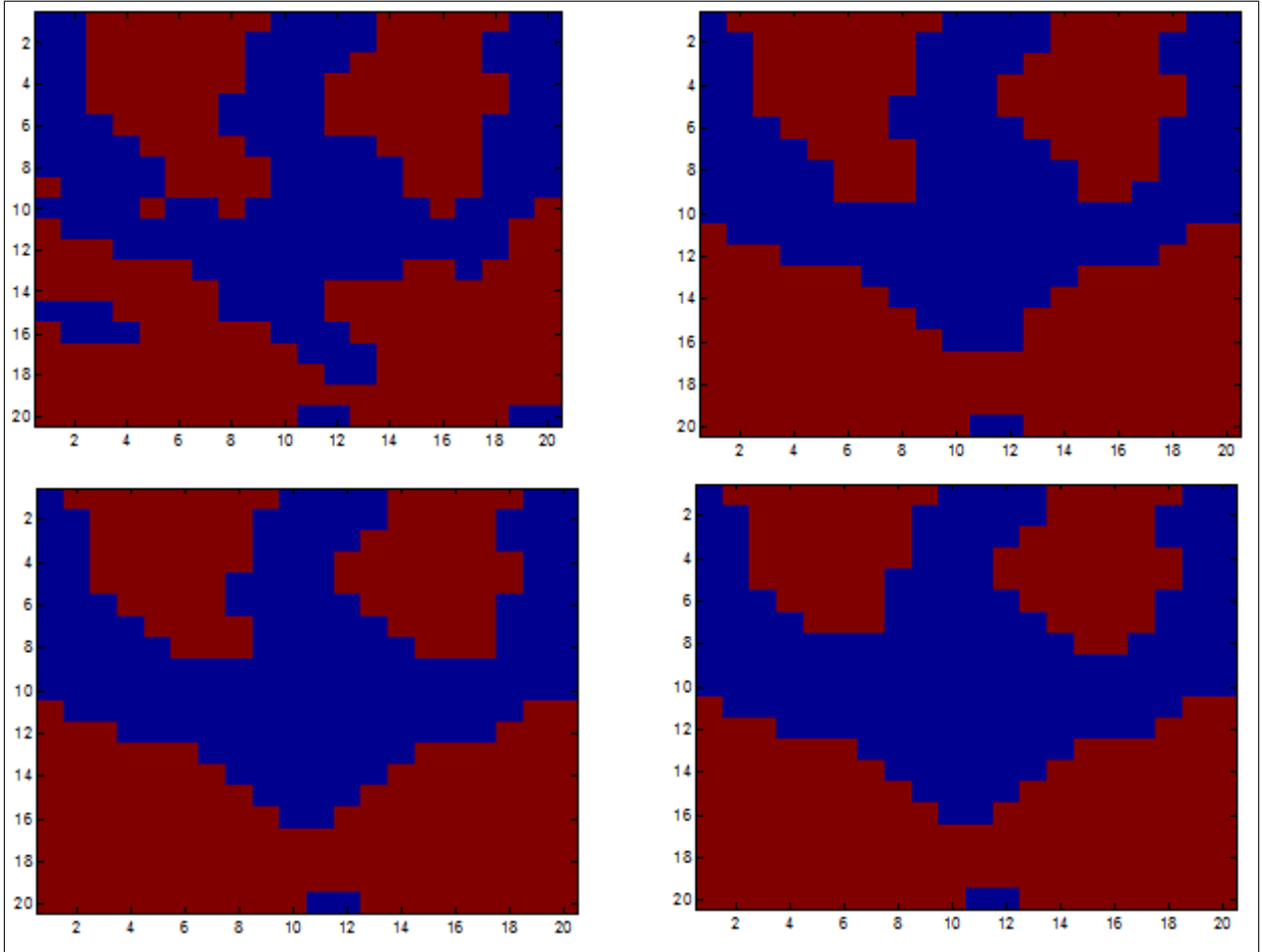
Modelo	Individuos	Threshold	Scatter	P_mut
1	400	5	0.5	0.1-0.2-0.3-0.4
2	400	5	0.5	0.1-0.3-0.5-0.7
3	400	5	0.5	0.2-0.4-0.6-0.8
4	400	5	0.5	0.1-0.3-0.6-1
5	400	5	0.6	0.1-0.2-0.3-0.4
6	400	5	0.6	0.1-0.3-0.5-0.7
7	400	5	0.6	0.2-0.4-0.6-0.8
8	400	5	0.6	0.1-0.3-0.6-1

5.2.1 Modelo 1

Como se observa en la tabla 1, el modelo uno posee 400 individuos con un threshold de 5, un scatter de 0.5 y un p_mut de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4.

Se exponen los resultados obtenidos con Matlab para 5000, 15000, 30000 y 50000 iteraciones respectivamente (leyendo de izquierda a derecha).

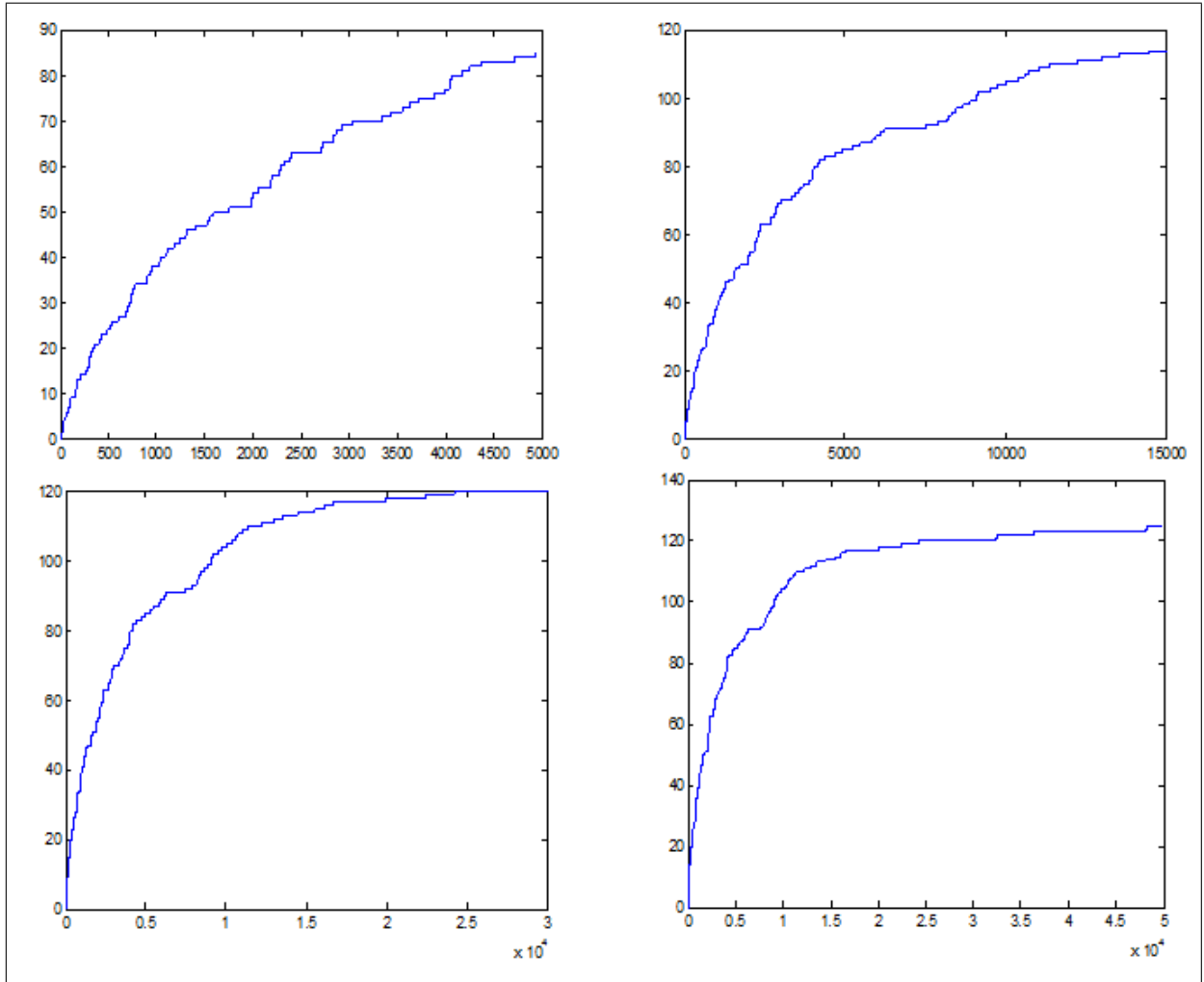
Gráficos 1-4: Modelo 1



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Como puede observarse de los gráficos anteriores, la segregación disminuye con el número de iteraciones. Es decir la posibilidad de encontrar un conjunto de individuos aislados, rodeados de un color distinto al suyo, disminuye con un tiempo suficientemente largo. Quedando grandes grupos de un mismo color. En otras palabras se forman grandes grupos homogéneos, con solo un pequeño gueto en la parte inferior de la grilla.

Gráficos 1.2-4.2: Cantidad de Mutaciones



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Al observar la cantidad de mutaciones (gráficos 1.2 a 4.2. Iteraciones en el eje X y cantidad de mutaciones en el eje Y) se puede detectar que en un principio, sube rápidamente y en forma pronunciada, pero luego de 120 mutaciones aproximadamente se alcanza una meseta o “estado estacionario”², donde la cantidad de mutaciones se reduce significativamente, generando que la distribución de colores en la grilla se mantenga estable a través del tiempo.

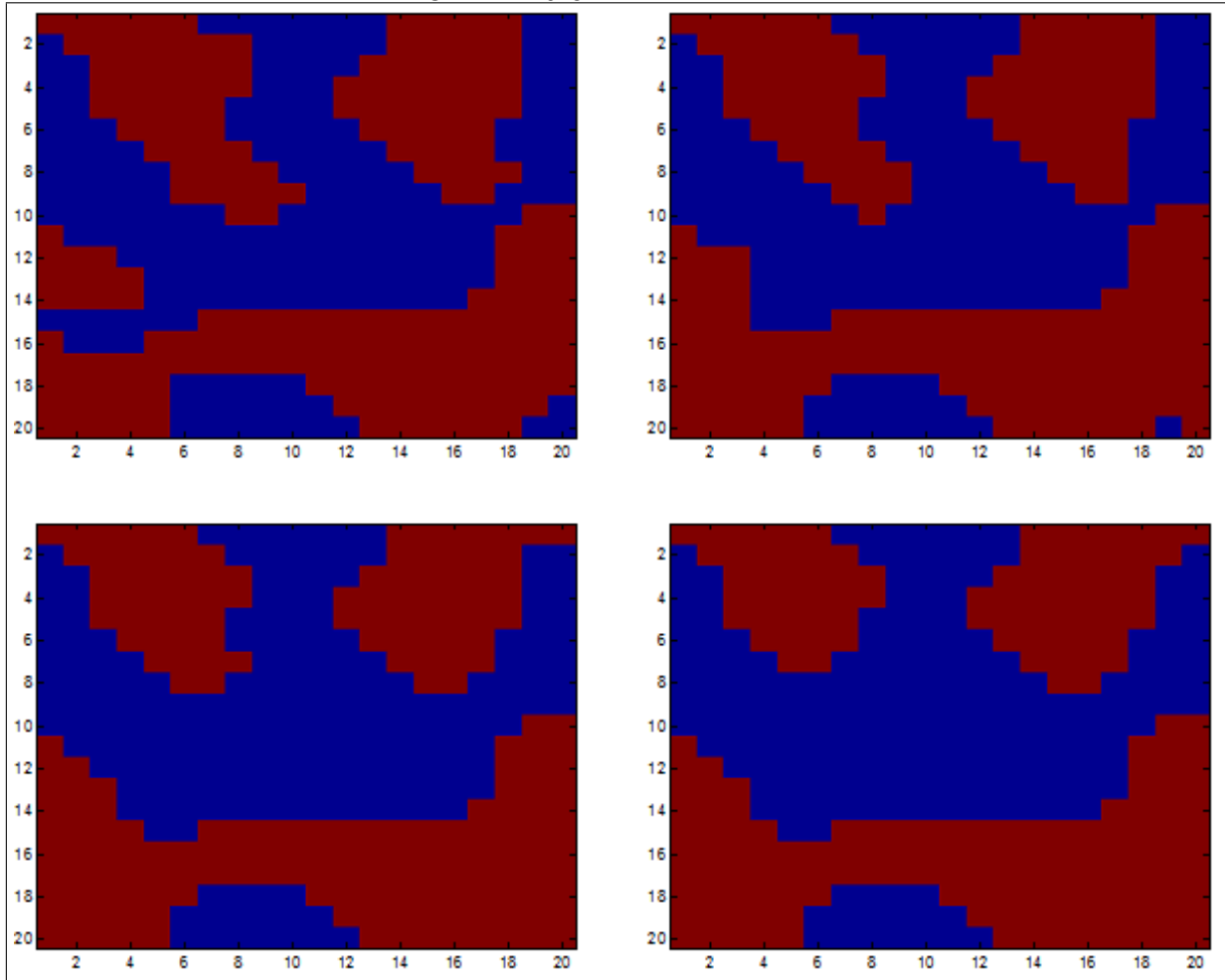
Por lo tanto de los 400 individuos que conforman la grilla, dados los parámetros establecidos, un 30% mutará o cambiará de color, abandonando su estado inicial.

Para los dos primeros gráficos, luego de las 5000 y 15000 iteraciones todavía no se ha alcanzado dicho estado. En cambio para los dos últimos gráficos ya en las 25000 iteraciones se llega al estado estacionario.

²Siempre que se hable de estado estacionario de aquí en adelante se lo hará en este sentido, es decir en referencia a la cantidad de iteraciones necesarias para lograr 120 mutaciones aproximadamente.

5.2.2 Modelo 2

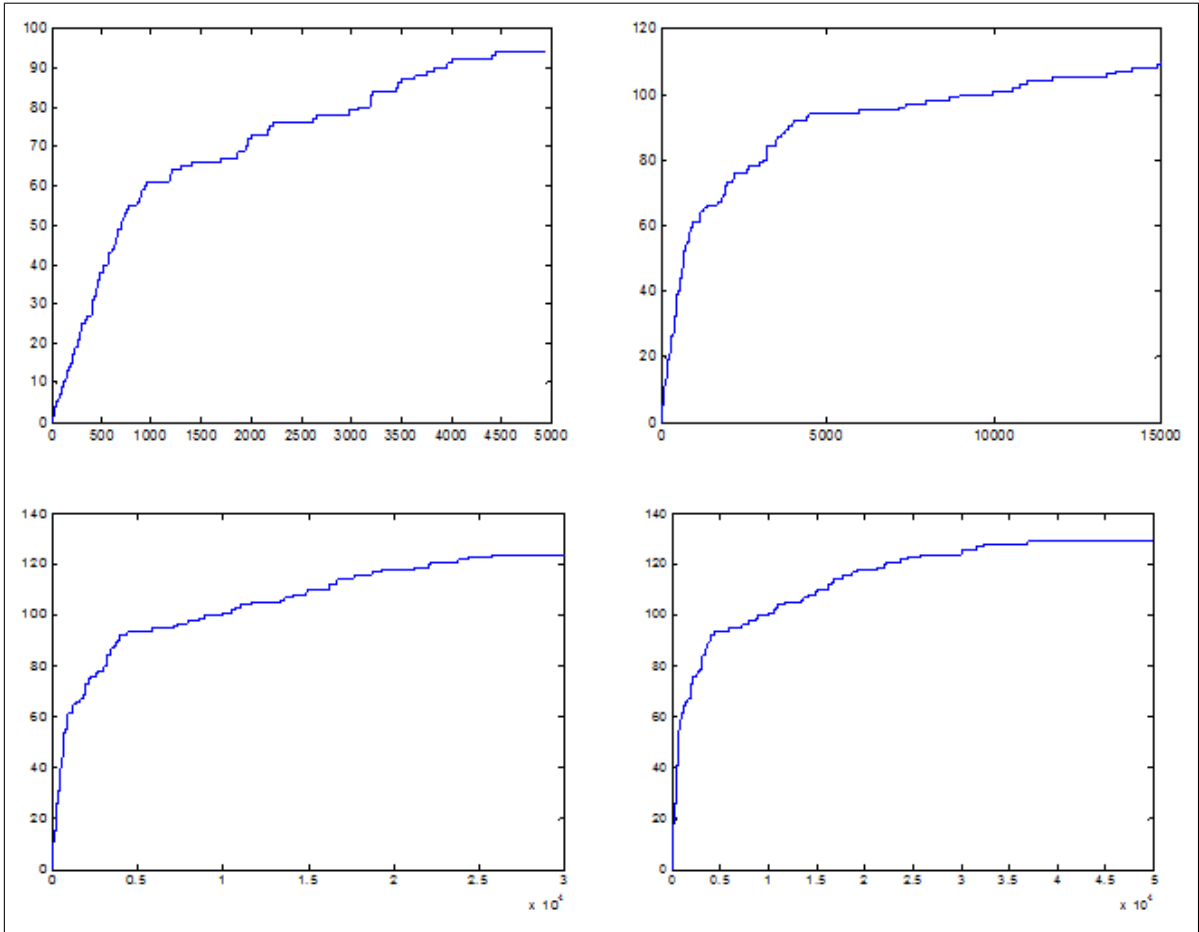
Gráficos 5-8: Modelo 2



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Al igual que en el modelo uno, la segregación disminuye al aumentar el número de iteraciones, pero al mismo tiempo, dado que se aumentaron las probabilidades de mutar (ver Tabla 1), se observa que el tamaño de la zona azul en la parte inferior de los gráficos aumenta de tamaño en relación a la de los gráficos del modelo 1. Esto podría ser una tendencia, es decir al aumentar la probabilidad de mutar podría observarse la formación de “islas” o zonas segregadas de mayor tamaño, que no tienden a desaparecer al aumentar el número de iteraciones. Es por esto que no se sacarán más conclusiones hasta no analizar los resultados obtenidos con los modelos 3 y 4.

Gráficos 5.2-8.2: Cantidad de Mutaciones

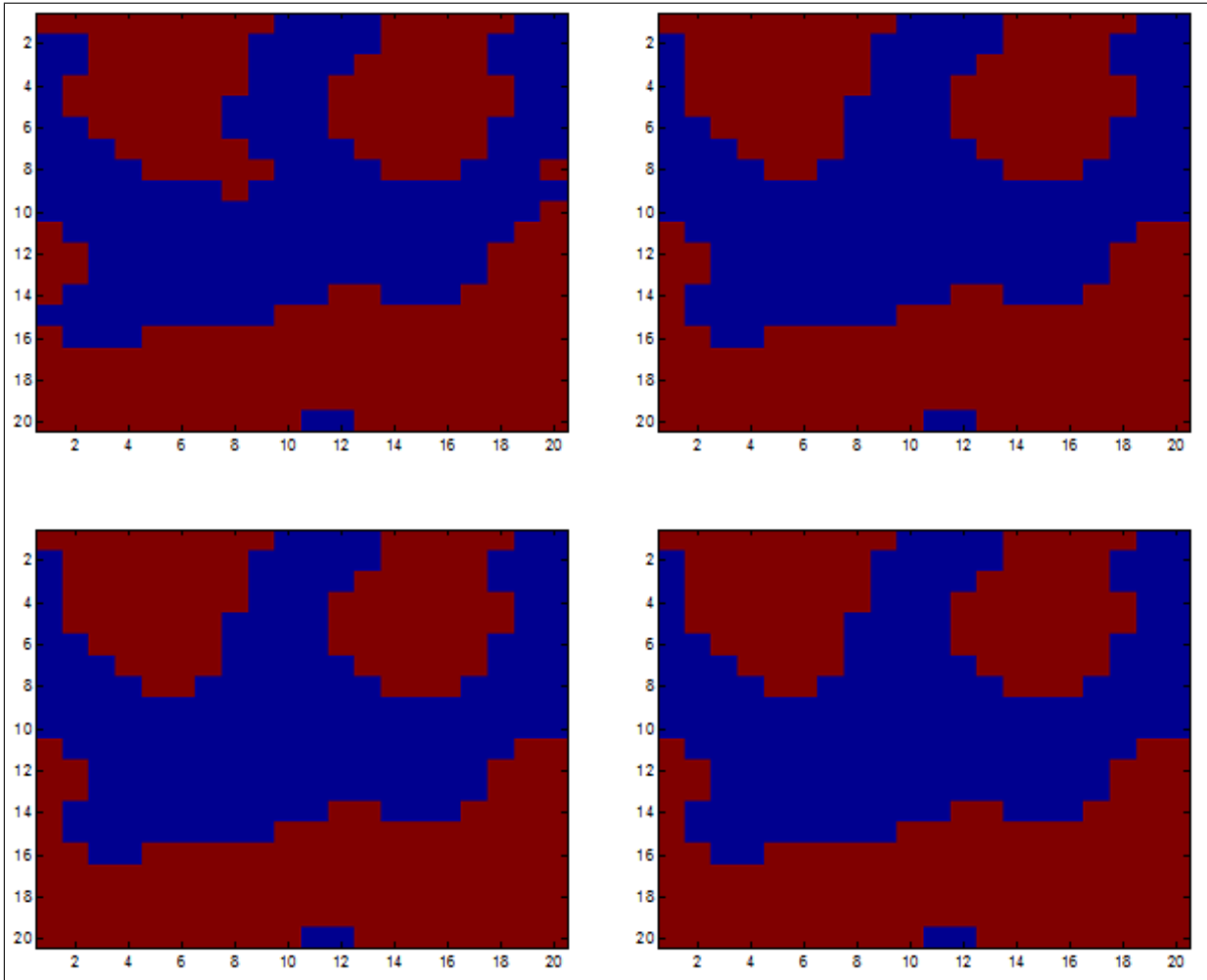


Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este modelo la cantidad de mutaciones observadas a través del tiempo no sufre modificaciones significativas respecto al modelo anterior. Es decir también se observa que a partir de las 125 mutaciones (o 25000 iteraciones) se alcanza prácticamente un estado estacionario donde la velocidad a la que se producen mutaciones se reduce significativamente o se detiene permanentemente.

5.2.3 Modelo 3

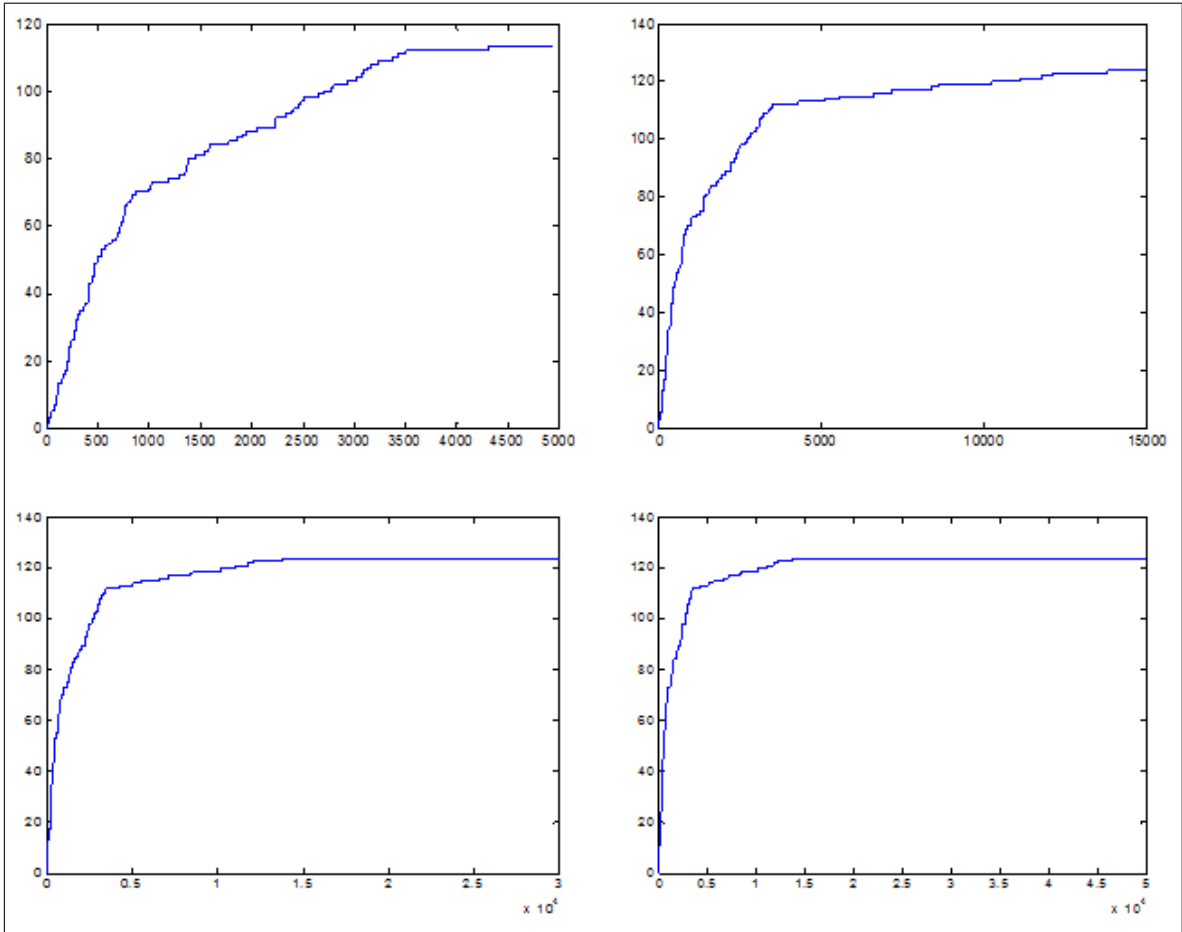
Gráficos 9-12: Modelo 3



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Nuevamente se observa que la segregación disminuye al aumentar el número de iteraciones, pero a pesar de que las probabilidades de mutar se duplicaron en relación a las del modelo uno, se puede rechazar la hipótesis mencionada en el modelo anterior, de formación de “islas” o sectores segregados a medida que se incrementa la probabilidad de mutar. Es decir, la existencia de una gran zona segregada en el inferior de la gráfica (dentro de la zona azul) es un fenómeno observado solo en un caso particular (Modelo 2).

Gráficos 9.2-12.2: Cantidad de Mutaciones

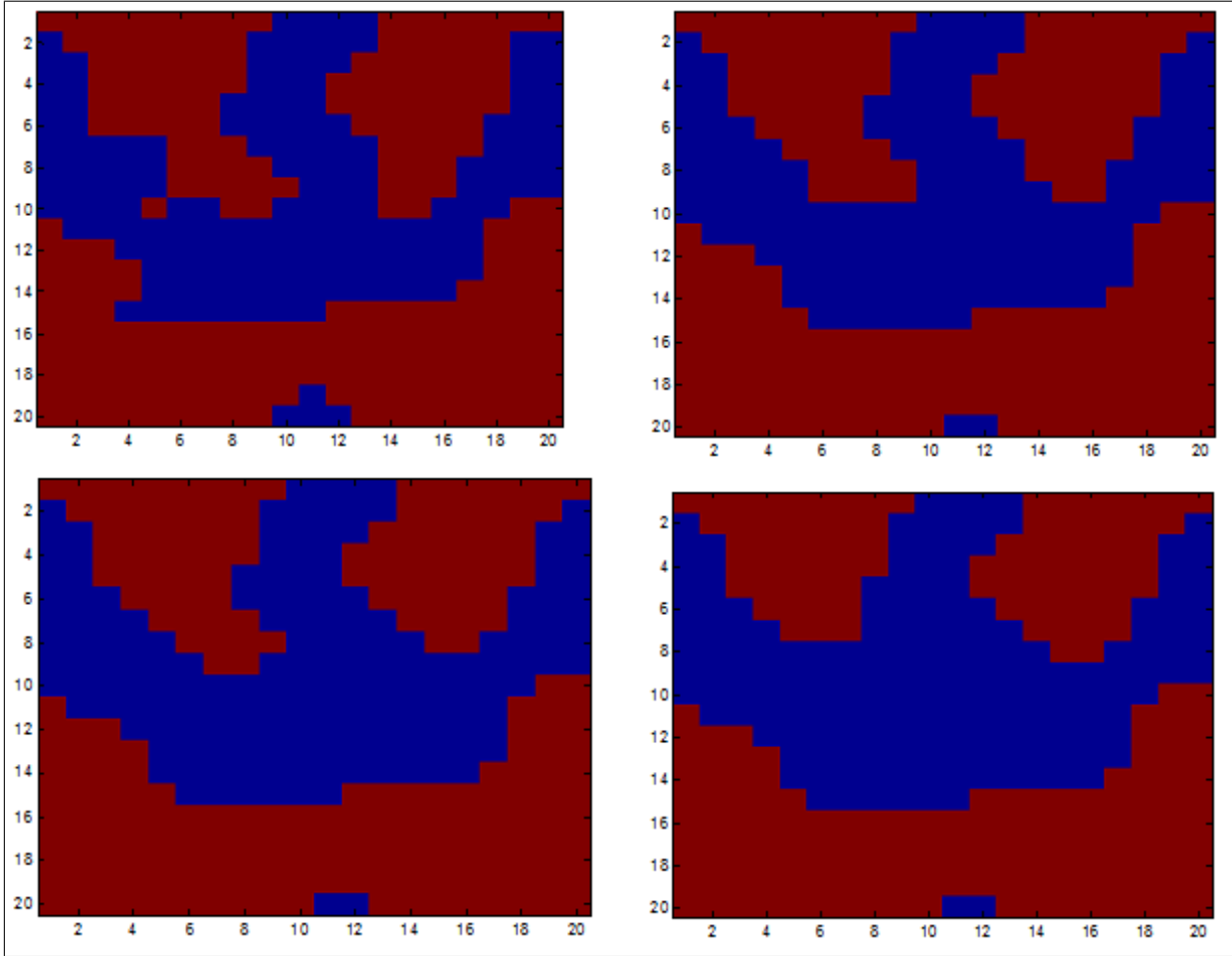


Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este caso, a diferencia de los anteriores, el umbral se alcanza más rápidamente. En las 15000 iteraciones se alcanza el pico de 125 mutaciones, a partir del cual la cantidad de individuos que mutan es cero.

5.2.4 Modelo 4

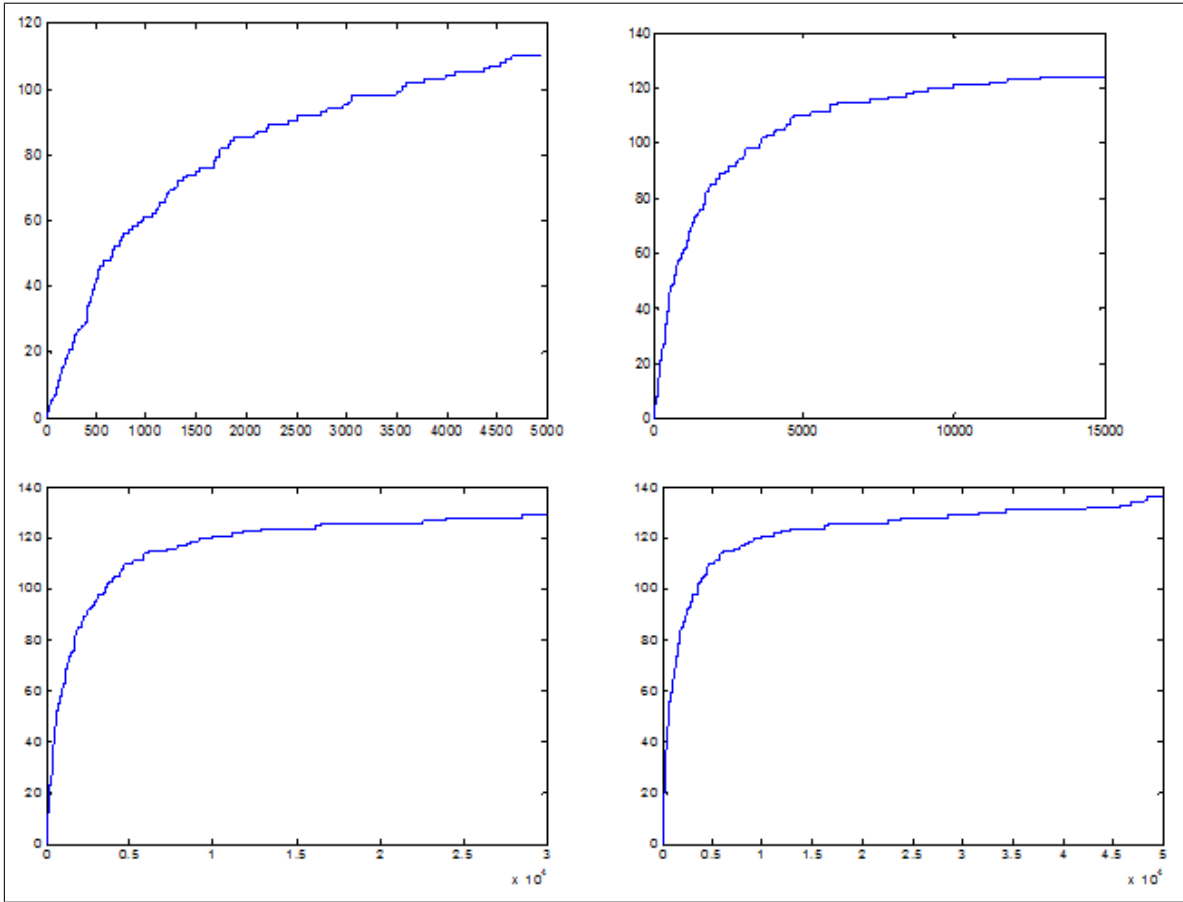
Gráficos 13-16: Modelo 4



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Finalmente, el último modelo analizado antes de modificar la proporción de individuos rojos y azules iniciales, arroja resultados muy similares a los del modelo 3. Además la tendencia de disminución de la segregación se mantiene en todos los modelos.

Gráficos 13.2-16.2: Cantidad de Mutaciones



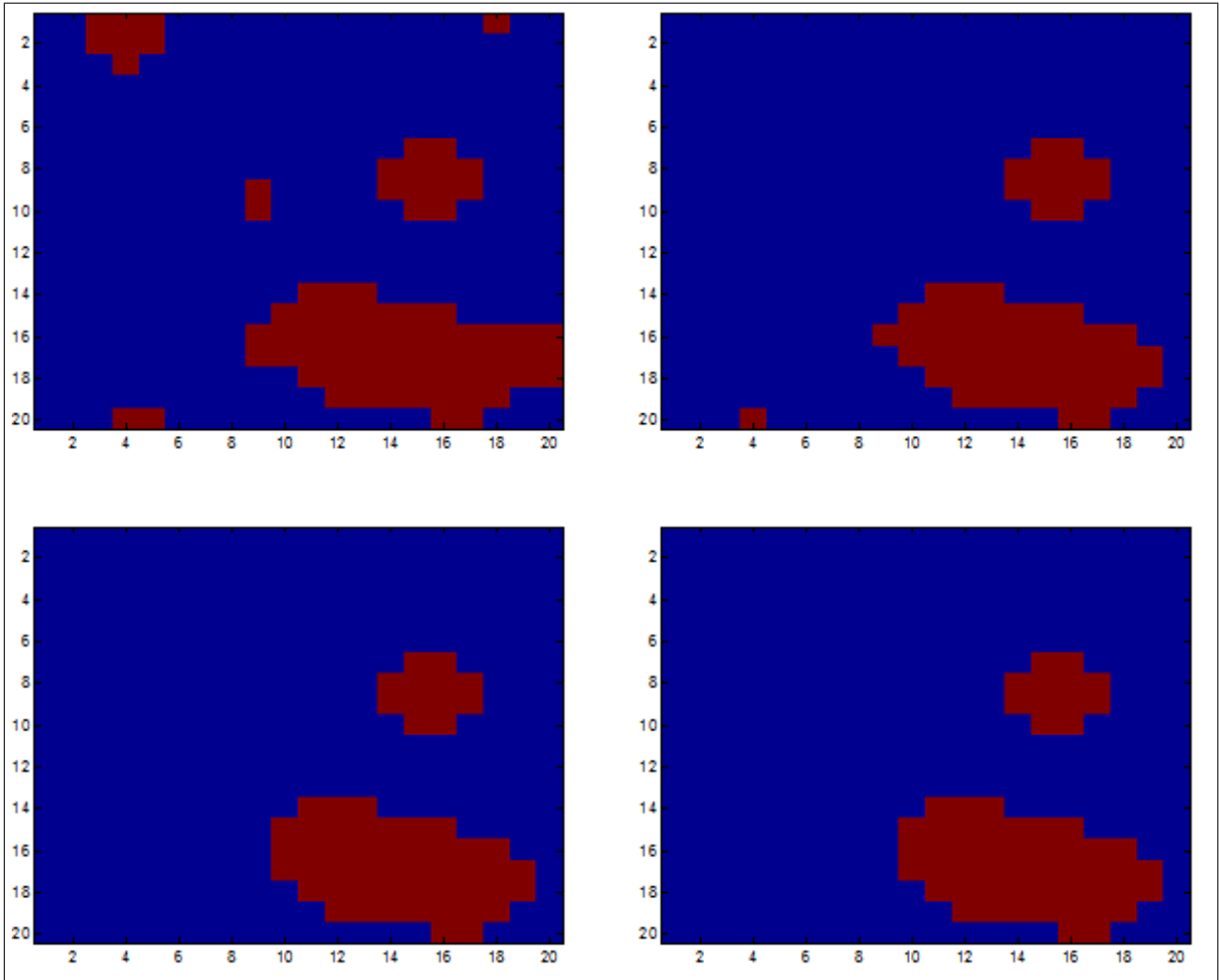
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este último modelo la curva que mide la cantidad de mutaciones disminuye significativamente su pendiente a partir de las 10000 iteraciones, es decir por debajo de los 3 modelos previos.

En conclusión, para los 4 primeros modelos, se observa una tendencia a la polarización de la sociedad o de los individuos, en grandes grupos homogéneos con bajos niveles de segregación.

5.2.5 Modelo 5

Gráficos 17-20: Modelo 5

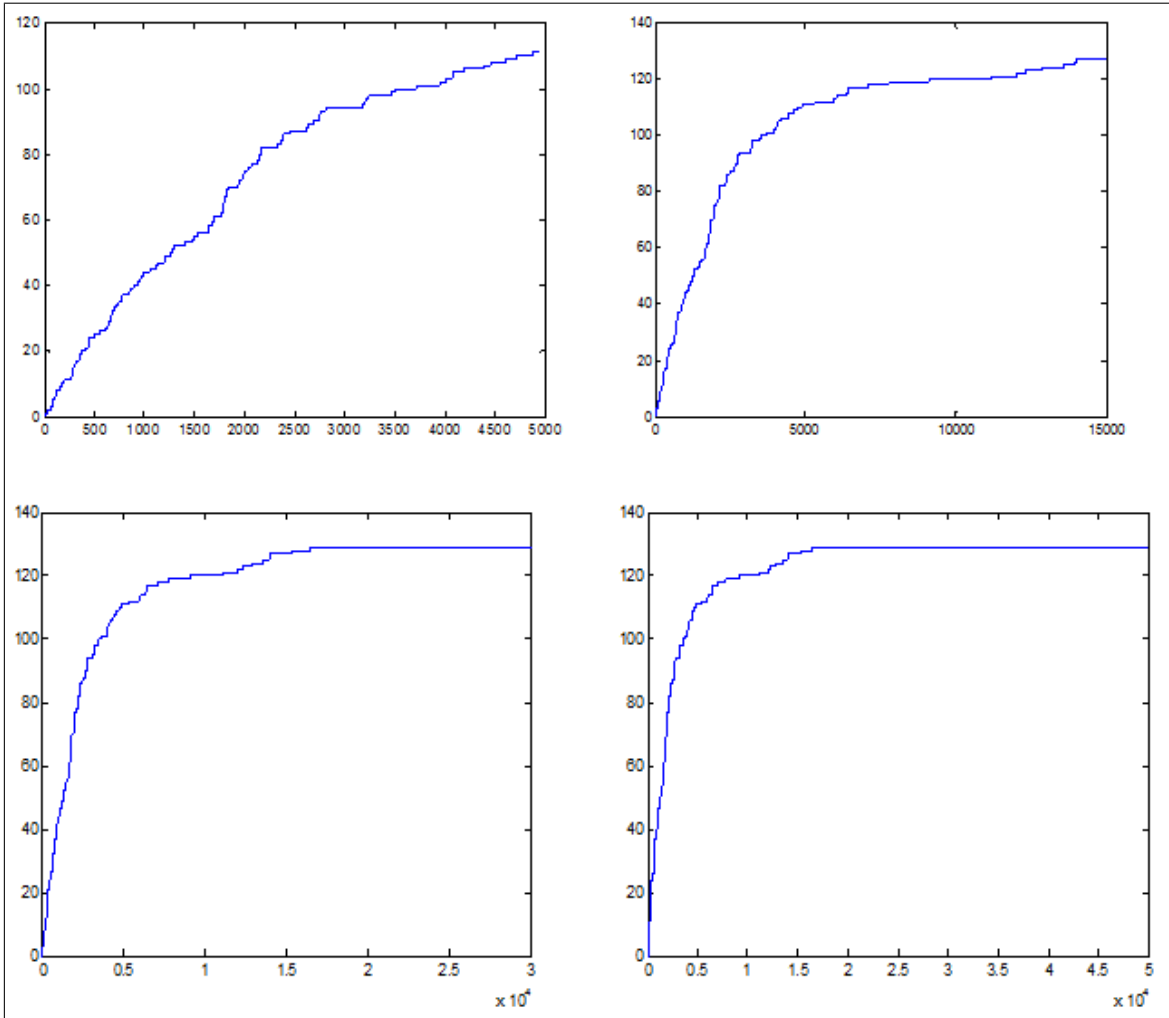


Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este modelo se modificó la proporción de la grilla que es ocupada por rojos y azules. En este caso, los segundos ocupan el 60 % de la grilla mientras que los primeros solo un 40%.

A diferencia de los cuatro modelos anteriores, al aumentar el número de iteraciones, la sociedad tiende a homogeneizarse más que a polarizarse. Esto permite concluir que movimientos migratorios de poca envergadura por ejemplo, tenderán a ser absorbidos y asimilados, quedando solo una proporción menor (o gueto) en regiones bien diferenciadas.

Gráficos 17.2-20.2: Cantidad de Mutaciones

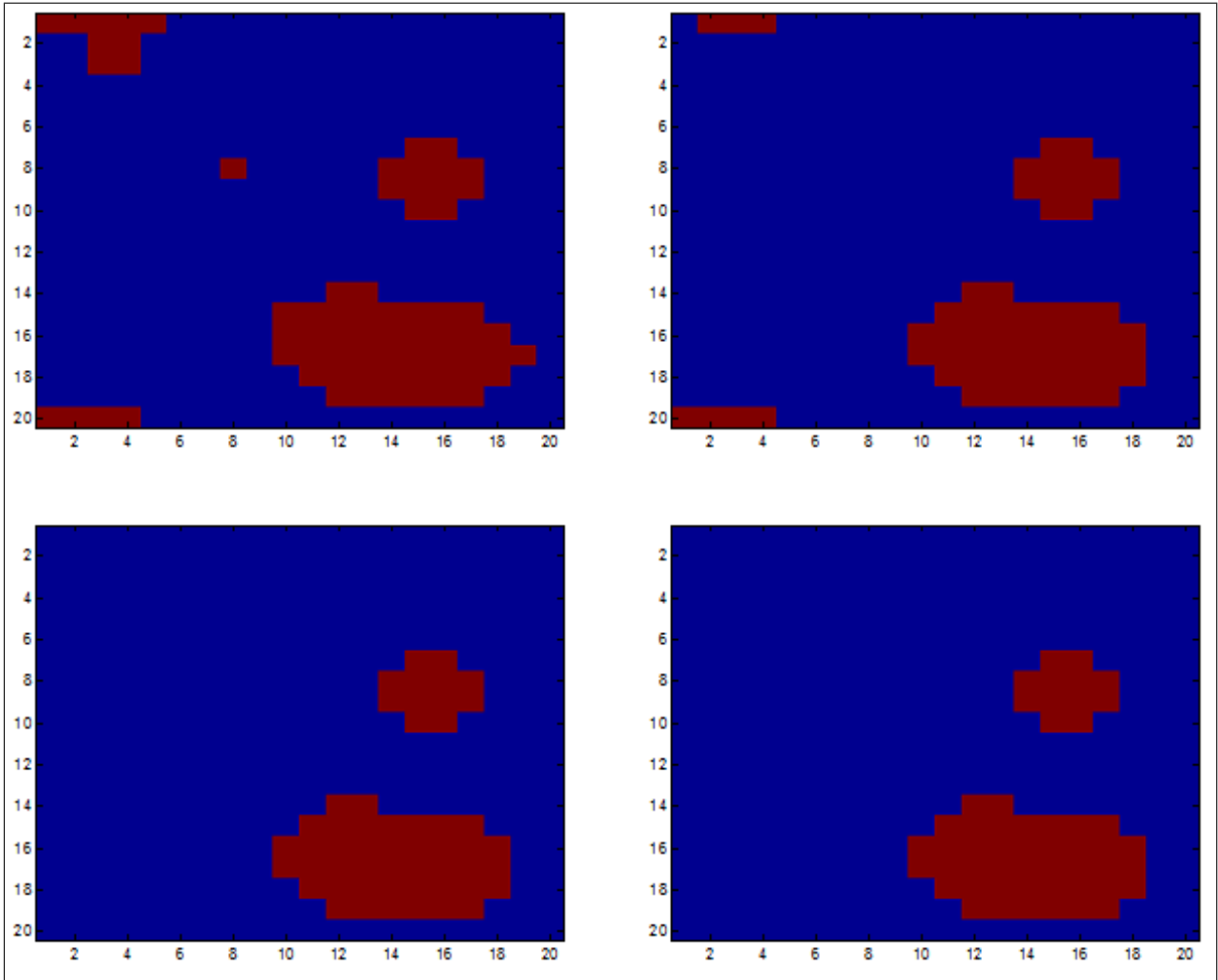


Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este caso, para los dos primeros gráficos se ve que el número de iteraciones necesario para que la cantidad de mutaciones deje de aumentar en forma significativa es 5000. Es decir, se redujo enormemente con respecto a los modelos previos. Mientras que para los dos últimos gráficos, dicho umbral se reduce a poco menos de 2000 iteraciones necesarias para alcanzar el estado estacionario.

5.2.6 Modelo 6

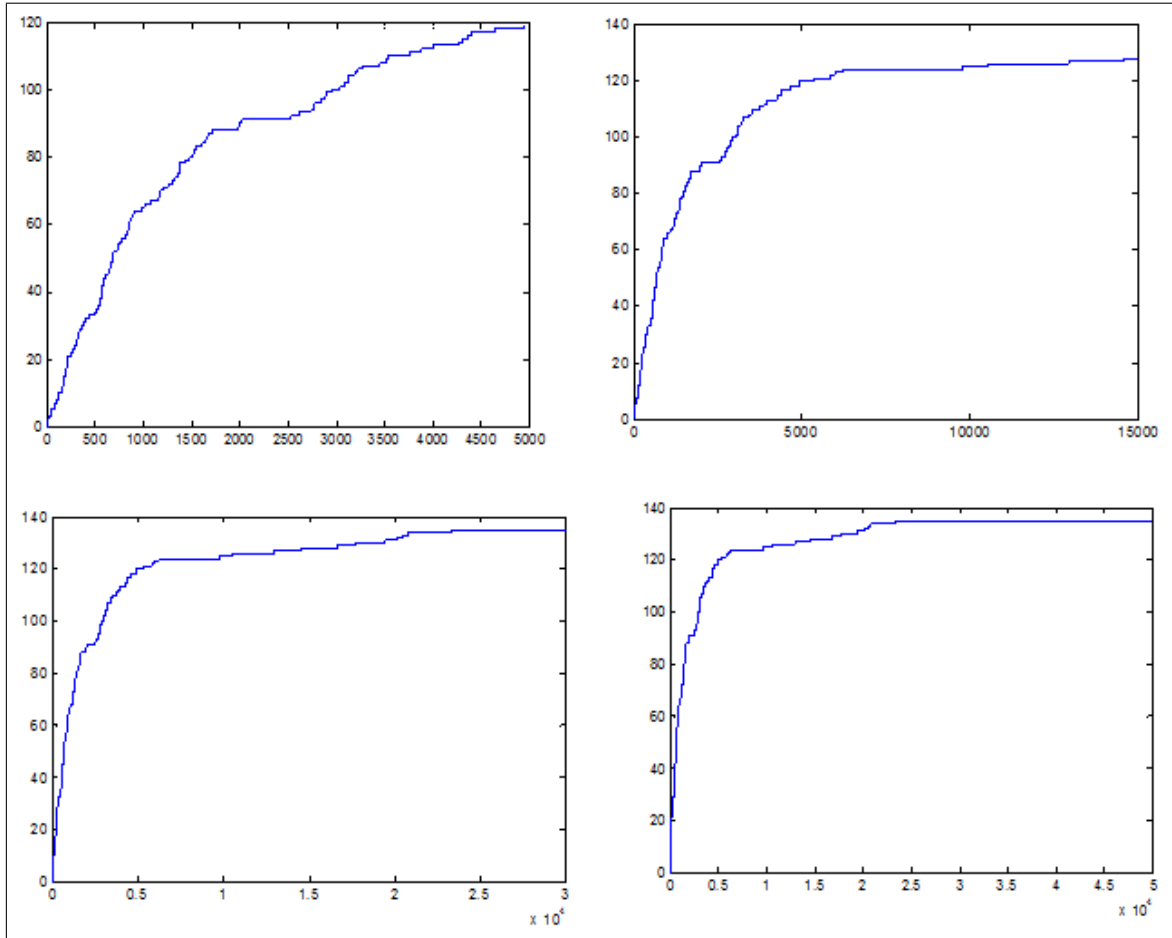
Gráficos 21-.24: Modelo 6



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Para este modelo, se ve que en los dos primeros gráficos la segregación es mayor a la de los dos siguientes. Es decir en términos relativos hay una mayor cantidad de guetos que en los últimos dos debido al menor número de iteraciones. En otras palabras, en un período suficientemente largo los guetos más pequeños tienden a desaparecer.

Gráficos 21.2-24.2: Cantidad de Mutaciones

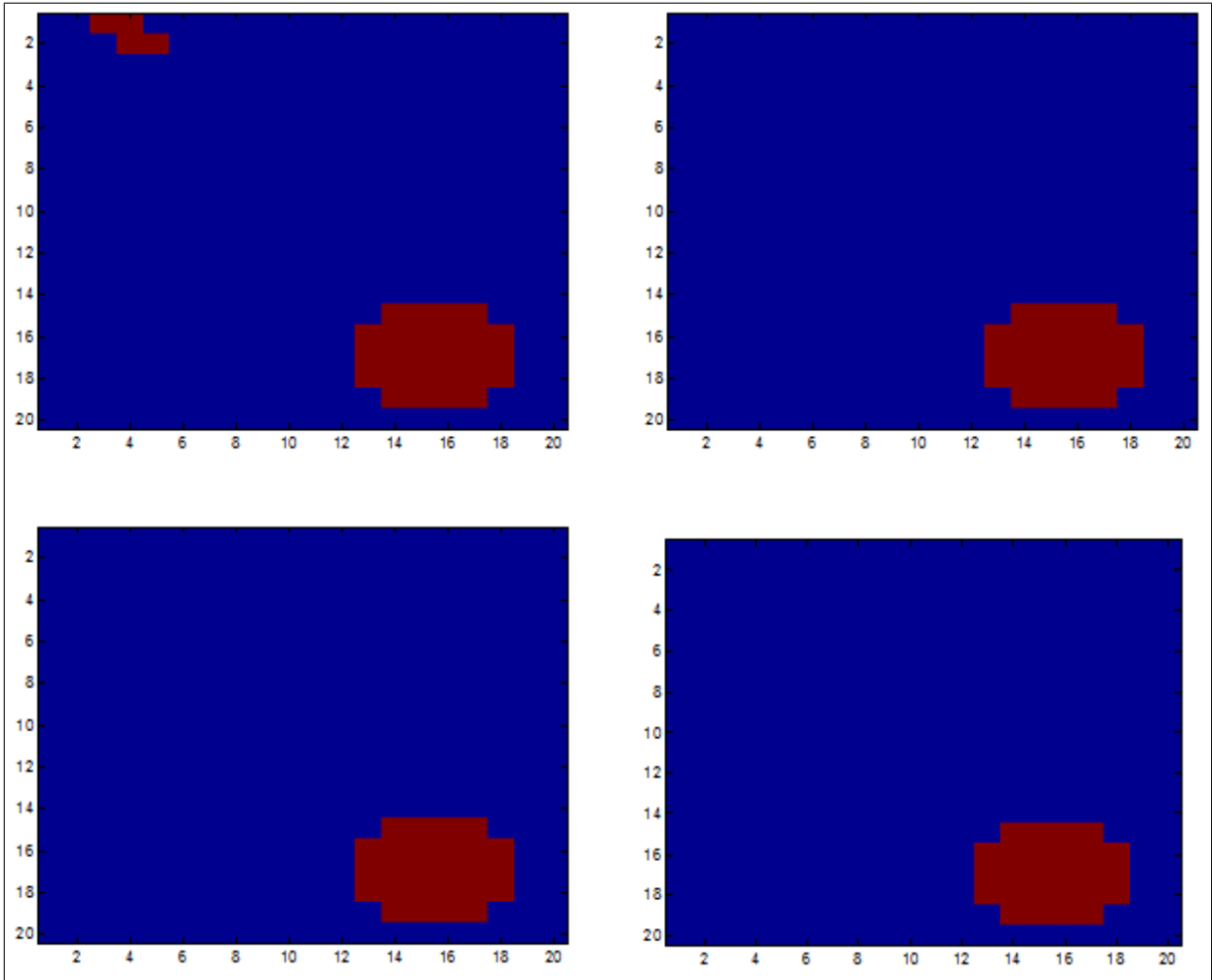


Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Para los dos primeros gráficos, se observa que la llegada al estado estacionario se mantiene en las 5000 iteraciones aproximadamente, mientras que para los últimos dos se alcanza mucho más rápidamente que cualquiera de los casos observados hasta el momento. Ya en las 600 iteraciones aproximadamente la pendiente de la curva de mutaciones se reduce significativamente, alcanzando un techo que cada vez se vuelve más difícil de superar.

5.2.7 Modelo 7

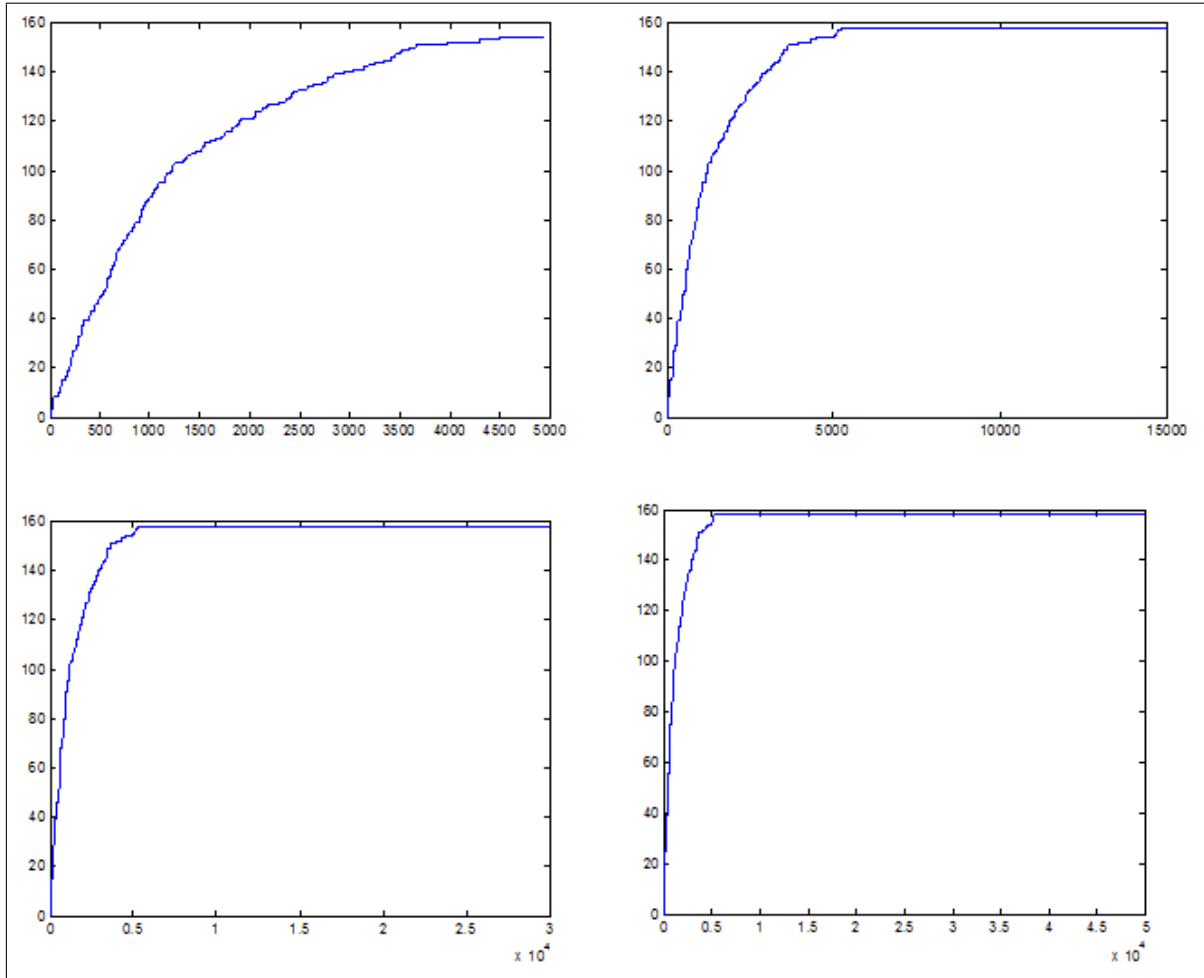
Gráficos 25-28: Modelo 7



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este caso puede decirse que sin importar el número de iteraciones el resultado final obtenido es prácticamente el mismo. Es decir las características del estado estacionario son independientes de la cantidad de iteraciones.

Gráficos 25.2-28.2: Cantidad de Mutaciones



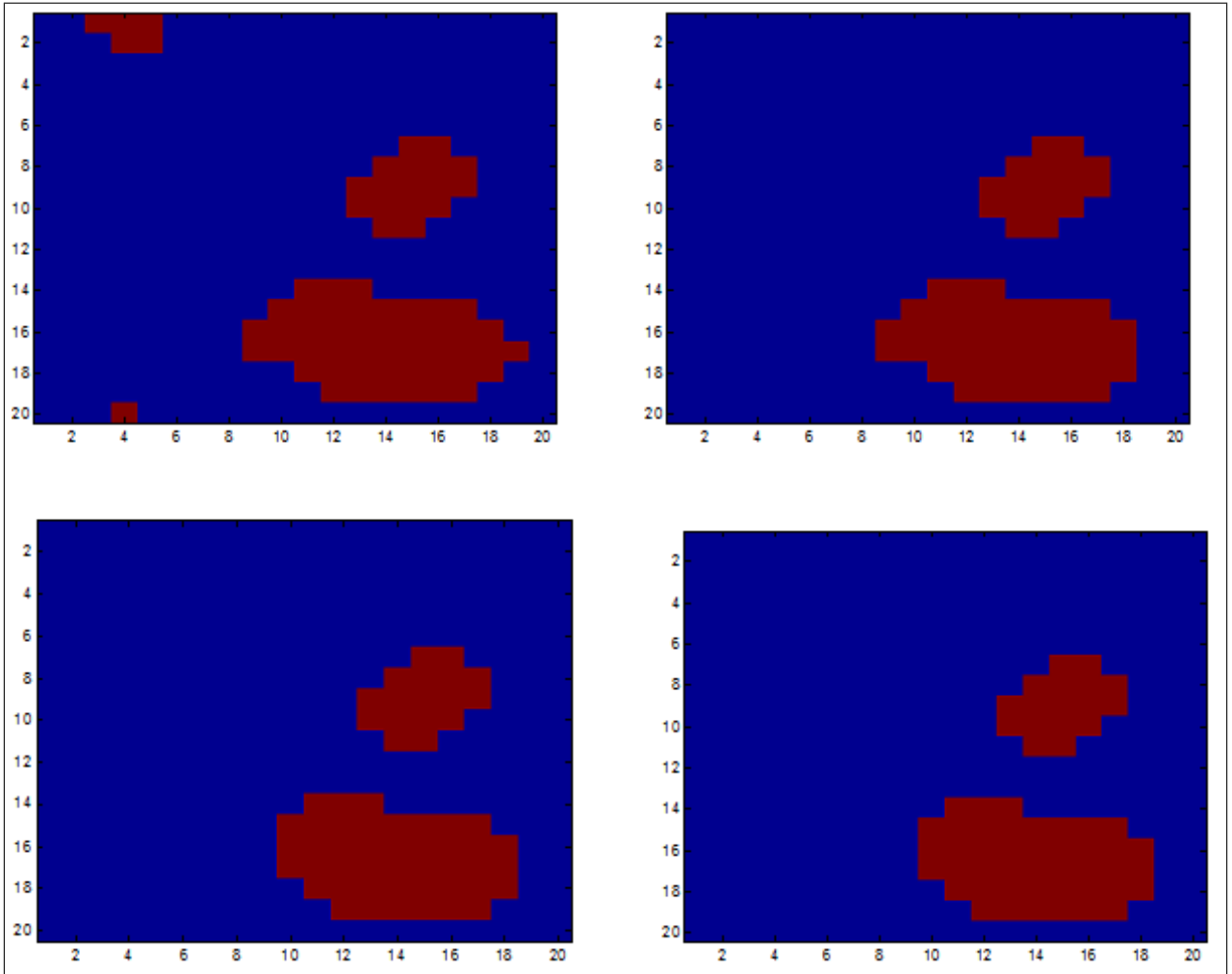
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Se observa que la cantidad de mutaciones necesarias para que se alcance un estado estacionario se eleva hasta 160 y la cantidad de iteraciones necesarias se mantiene en 5000 para los dos primeros gráficos y se reduce a 500 para los últimos dos. Es decir, cuando se encuentra una superioridad numérica, con probabilidades de mutar en niveles intermedios, se detecta una mayor asimilación de la minoría y en algunos casos a una velocidad mayor (gráficos 3 y 4).

En otras palabras, cuando un flujo inmigratorio no sea lo suficientemente grande (no supere en cantidad numérica a la mayoría actual) y su disposición al cambio (p_{mut}) no se encuentre en niveles extremos (0.1 o 1), la misma será asimilada más rápidamente y en mayor proporción que el resto de los casos. Quedando solamente un núcleo duro o gueto alrededor de una mayoría.

5.2.8 Modelo 8

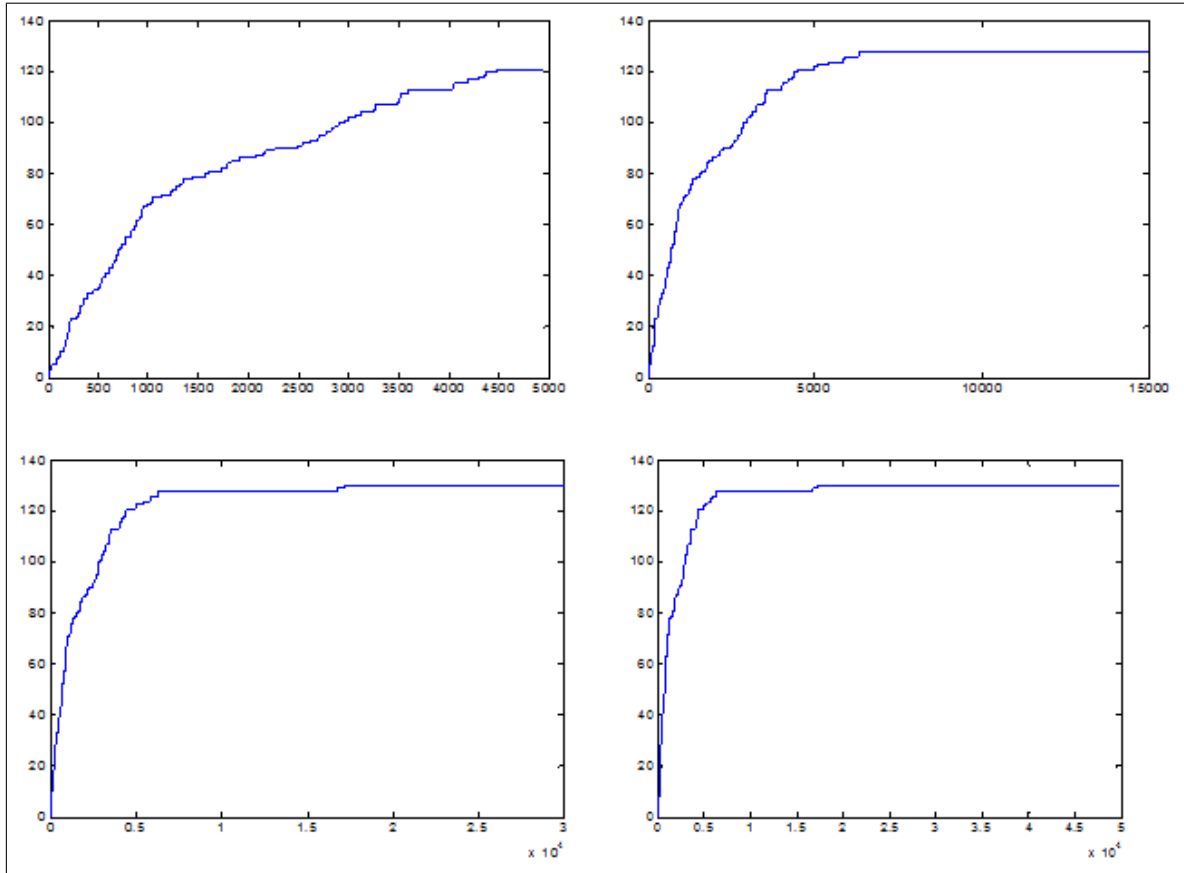
Gráficos 29-32: Modelo 8



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este caso con probabilidades de mutar más cerca de los extremos, se genera más de un gueto con respecto al modelo anterior. Es decir, en este modelo, o se está muy influenciado o poco influenciado por la mayoría, lo que lleva a una reducción de la homogeneidad de la sociedad.

Gráficos 29.2-32.2: Cantidad de Mutaciones



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

El número de mutaciones se reduce de 160 a 125, pero la cantidad de iteraciones necesarias para alcanzar dicho umbral se mantuvo constante. Es decir en el mismo tiempo la cantidad de cambios de color se redujo en relación al modelo anterior.

5.2.9 Conclusiones

Observamos que al cambiar la proporción inicial de rojos y azules de 0.5-0.5 a 0.4-0.6, la cantidad de individuos en guetos rojos, luego de 50 mil iteraciones, es relativamente pequeña con respecto al inicio. Esto lleva a la conclusión de que es necesario un flujo inmenso de gente con características diferentes al lugar de destino, para que los individuos no sean absorbidos por la “sociedad” o queden zonas aisladas que originen guetos. Es decir, si suponemos por ejemplo una sociedad de azules que empieza a recibir flujos de individuos rojos, es necesaria una proporción de 0.5-0.5 para cada conjunto de individuos, para que se observen cambios en la composición mayoritaria de la sociedad. De otra forma, con una proporción 0.6-0.4, la mimetización de los individuos rojos para con los azules es significativa.

5.3 Modelo Continuo

Consideramos ahora modelos donde cada individuo está sometido al mismo efecto p-mut. Mientras que en los modelos precedentes cada individuo podía estar bajo la influencia de un p-mut diferente, de acuerdo a la cantidad de vecinos de un mismo color que lo rodean, ahora la probabilidad de mutar es fija para cada caso. Es decir, ya no importa si está rodeado de un solo vecino de color opuesto o de 5, su probabilidad de mutar no varía.

Lo relevante es que se incorpora la posibilidad de cambiar a un color intermedio. Pero se presentarán solamente gráficos con dos colores. Es decir se agrupan los colores originales solamente en el color rojo o azul, con el objeto de analizar el nivel de aglomeración.

Tabla 2: Modelos a analizar

Modelo 1	p_mut=0
Modelo 2	p_mut=0.1
Modelo 3	p_mut=0.3
Modelo 4	p_mut=0.5
Modelo 5	p_mut=0.7
Modelo 6	p_mut=0.9
Modelo 7	p_mut=1

5.3.1 Modelo 1: p_mut=0 (equivalente al modelo de Schelling)

20 = tamaño de grilla

0.5 = proporción de azules y rojos en la grilla inicial.

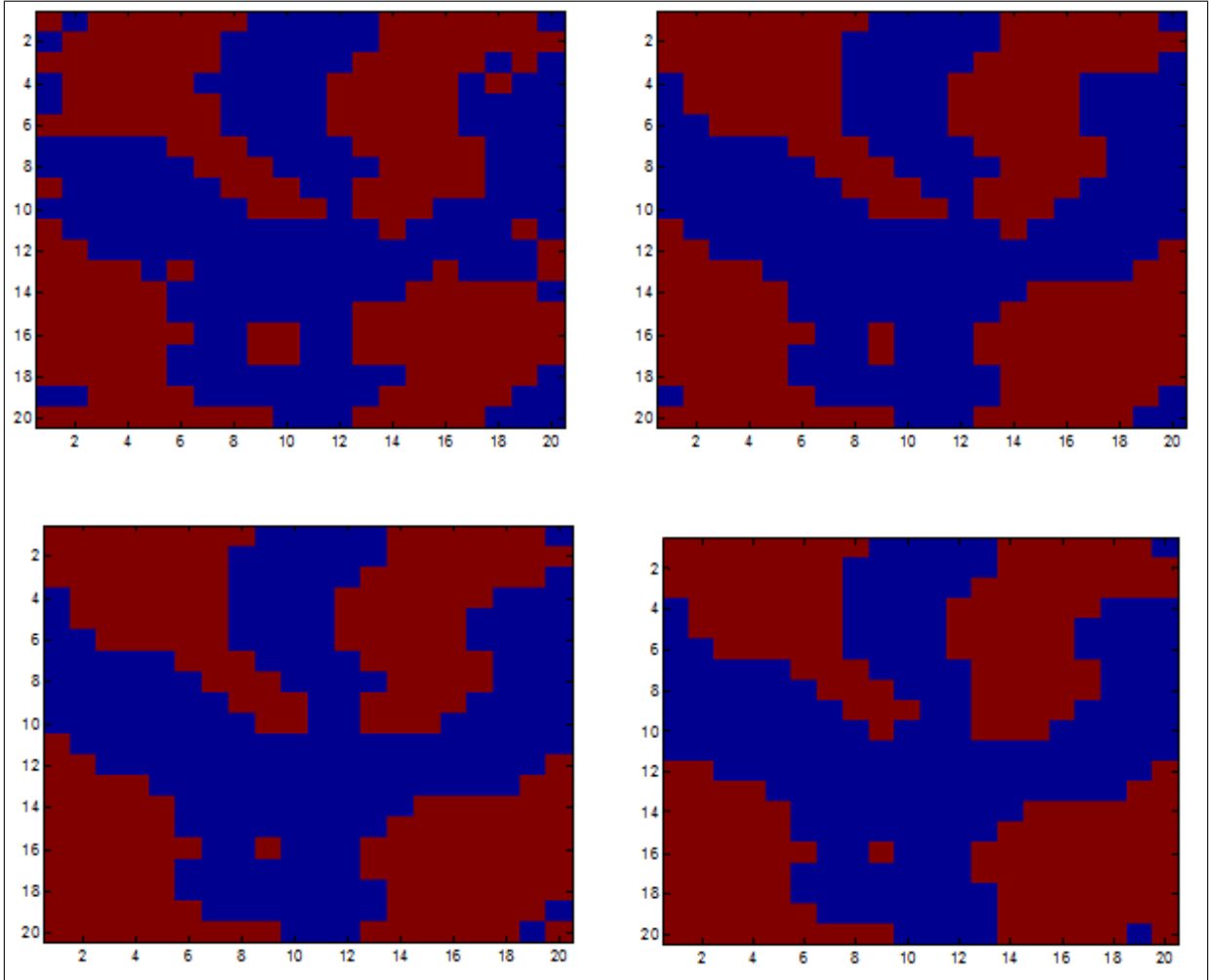
0.5 = cantidad de individuos necesarios para estar “feliz”.

0.5 = en caso de mutar, el color en que se transformará son dos: rojo o azul.

0 = probabilidad de mutar.

Se comienza con 5000 iteraciones y de izquierda a derecha se aumentan las mismas a 15, 30 y 50 mil iteraciones respectivamente.

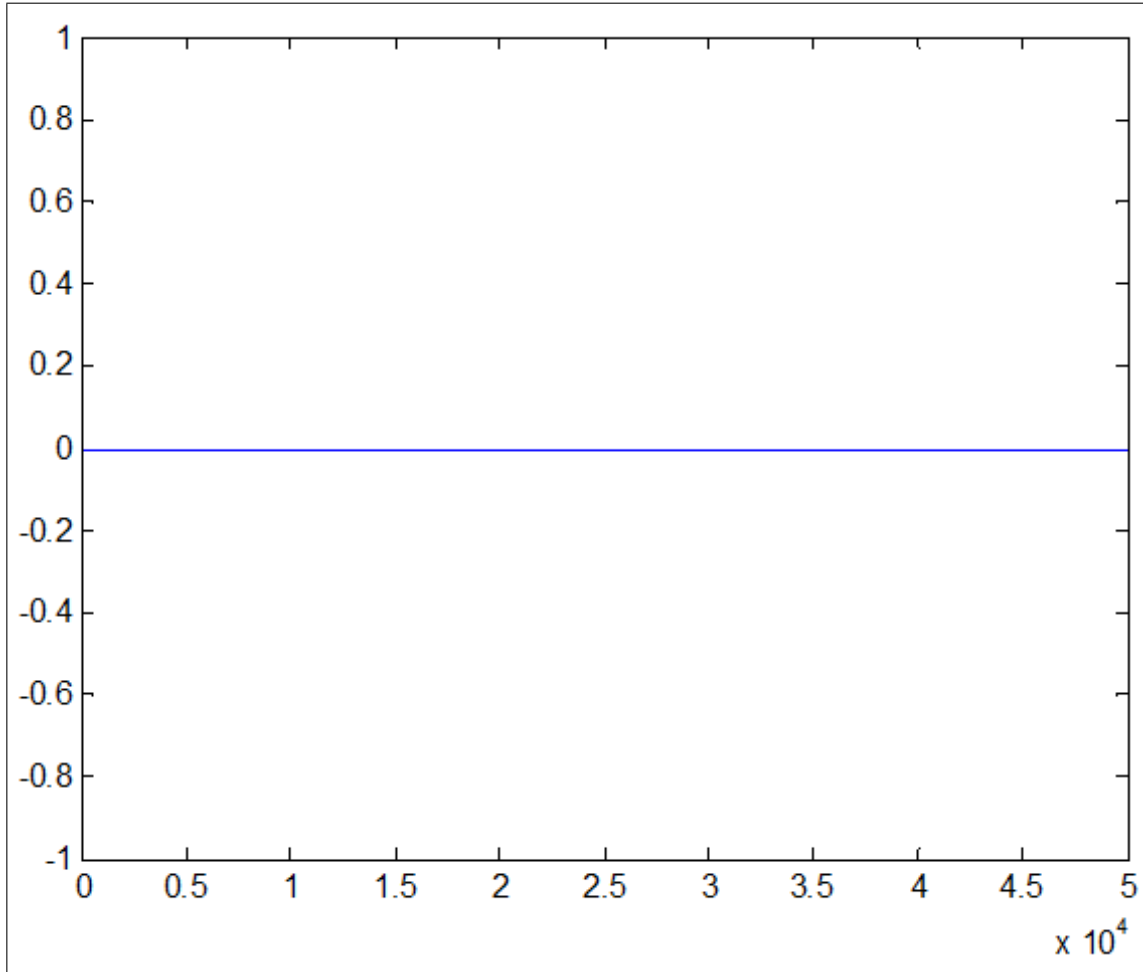
Gráficos 1-4: Modelo 1



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Estos resultados hacen referencia al modelo de Shelling puro ya que la probabilidad de mutar es cero. Con lo cual no hay mutaciones de los individuos. Estos solo se desplazan por la grilla de acuerdo a si están o no felices. Como se observa la cantidad de guetos se reduce al aumentar el número de iteraciones y es prácticamente inexistente luego de 50000 iteraciones.

Gráficos 4.2: Cantidad de Mutaciones con $p_{mut}=0$



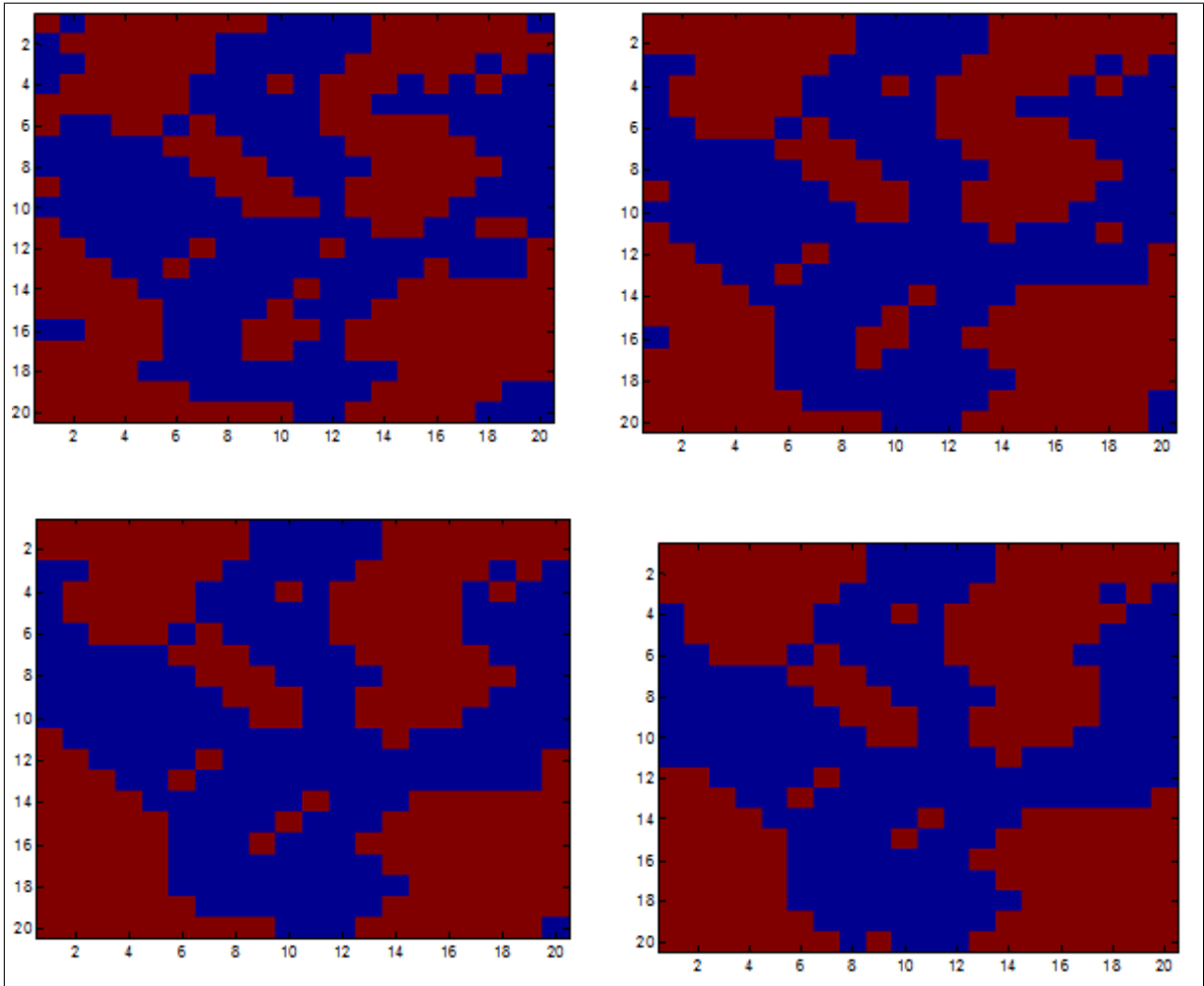
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Dado que el valor asignado al p_mut es cero, la cantidad de mutaciones es nula.

5.3.2 Modelo 2: $p_mut=0.1$

A los parámetros mencionados se les asignan los siguientes valores: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 0.1, y se presentan los gráficos para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

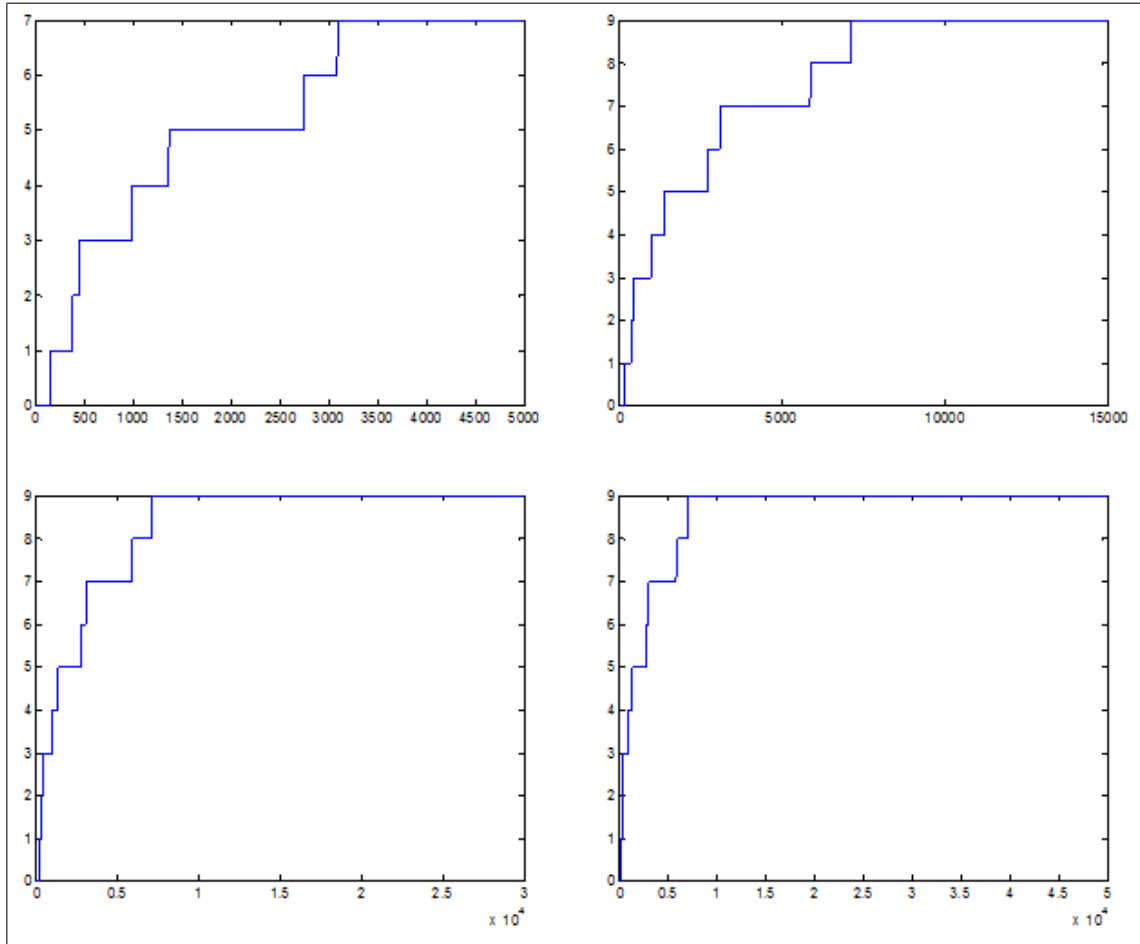
Gráficos 5-8: Modelo 2



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Al incrementar el p_{mut} se ve que comienzan a aparecer guetos o puntos rojos entre amplias zonas homogéneas de color azul. Esto podría indicar una tendencia a la fragmentación o mezcla de los individuos que erosiona o impide la polarización a medida que se va incrementando la probabilidad de mutar.

Gráficos 5.2-8.2: Cantidad de mutaciones con $p_{mut}=0.1$



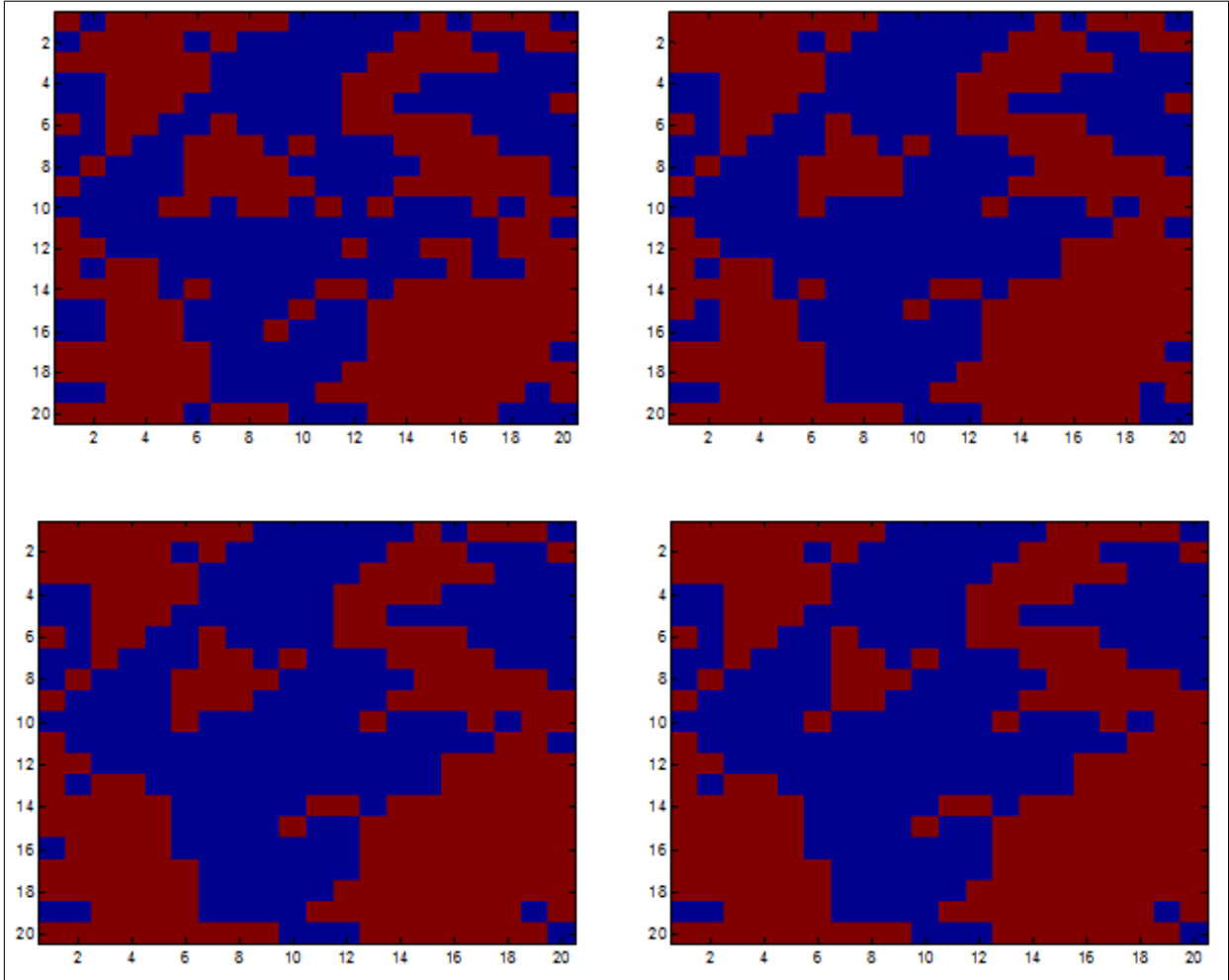
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este modelo la diferencia significativa respecto a los gráficos analizados anteriormente, es que la cantidad de mutaciones luego de 5000, 15000, 30000 y 50000 iteraciones se redujo significativamente llegando casi a cero.

5.3.3 Modelo 3: $p_mut=0.3$

Valores de los parámetros: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 0.3, para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

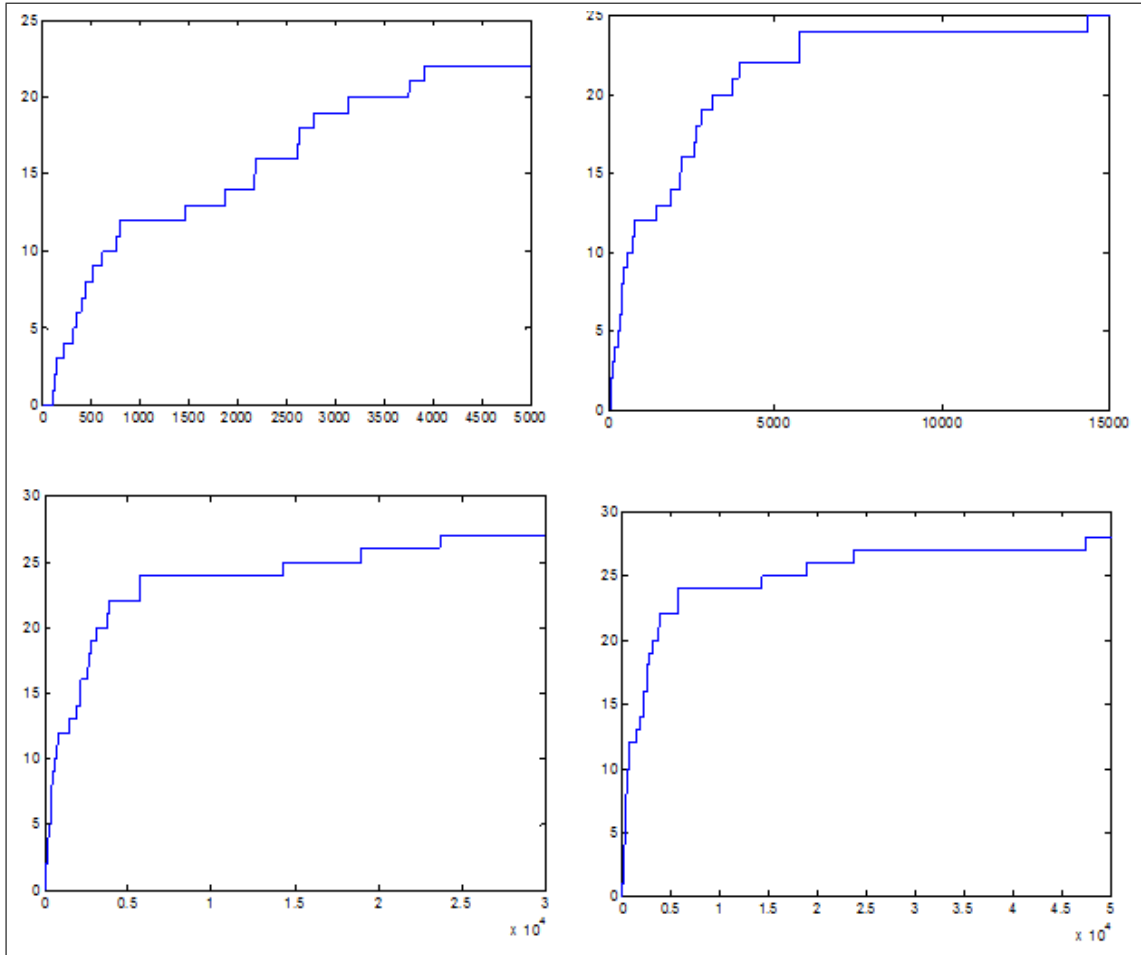
Gráficos 9-12: Modelo 3



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Se observa que se mantiene la tendencia de fragmentación de la grilla, lo que reduce la posibilidad de formación de grandes zonas lisas o de un mismo color.

Gráficos 9.2-12.2: Cantidad de mutaciones con $p\text{-mut}=0.3$



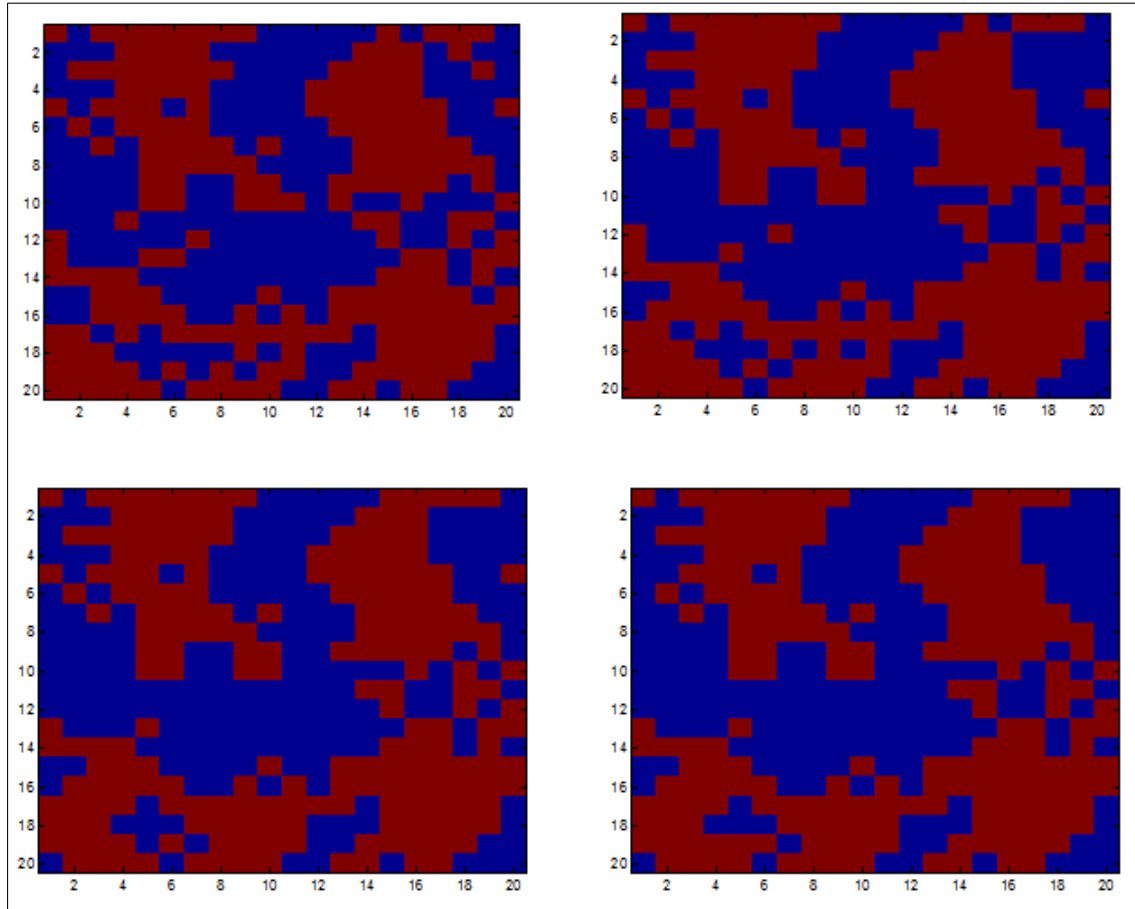
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

De estos gráficos se desprende que fue necesario triplicar el valor del p_mut (paso de 0.1 a 0.3) para casi cuadruplicar la cantidad de mutaciones. Para los dos primeros gráficos el pico de casi 30 mutaciones se alcanza con 5000 iteraciones, mientras que para los dos últimos las mutaciones crecen rápidamente hasta las 5000 iteraciones y luego se reducen significativamente para volverse a estancarse a partir de las 25000 iteraciones.

5.3.4 Modelo 4: $p_mut=0.5$

Valores de los parámetros: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

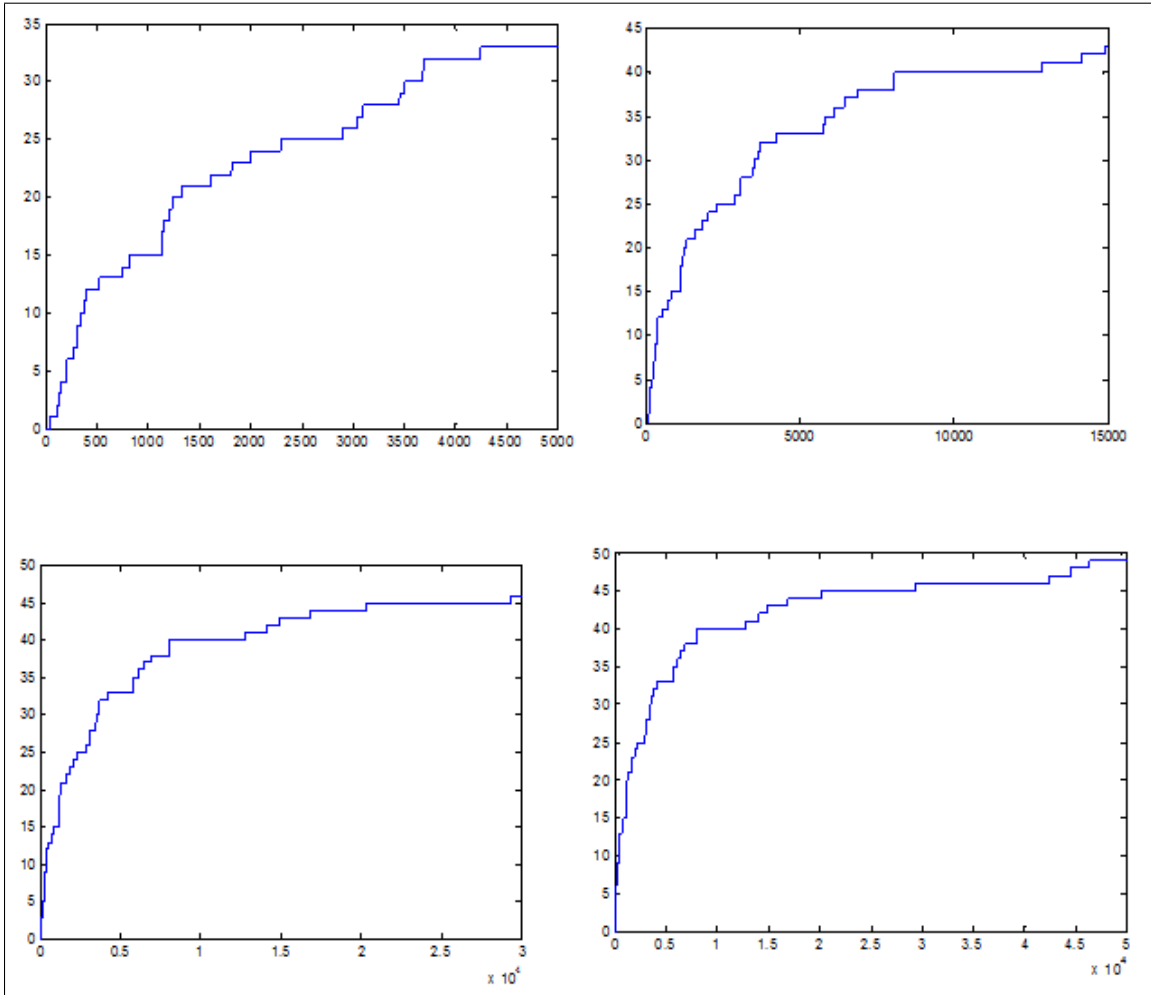
Gráficos 13-16: Modelo 4



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

La fragmentación de la grilla continúa a medida que se incrementa el valor del p_mut .

Gráficos 13.2-16.2: Cantidad de mutaciones con $p\text{-mut}$ 0.5



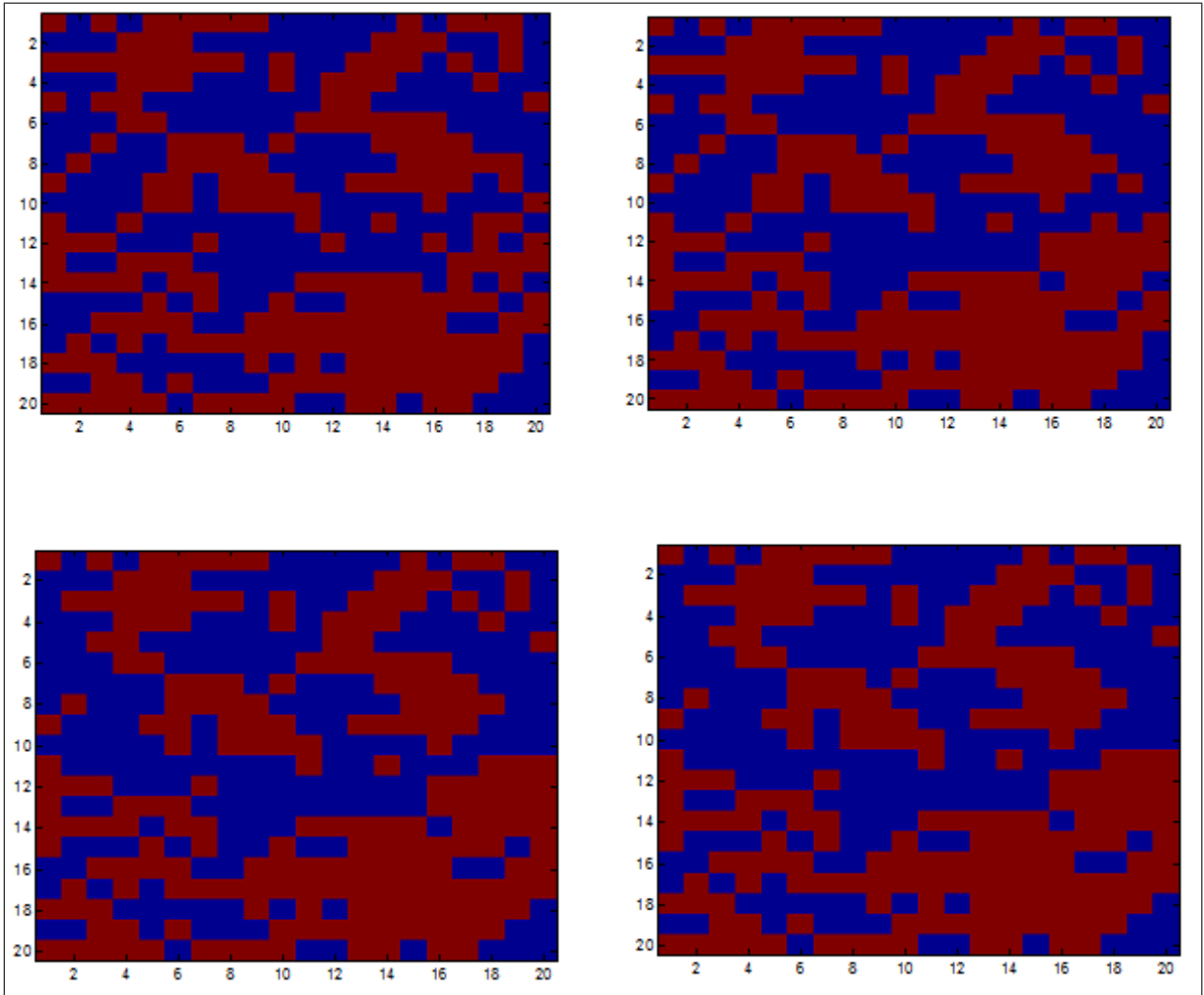
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

La tendencia de incremento del número de mutaciones se mantiene. Resultado esperado, dado que se está aumentando el valor del p_mut .

5.3.5 Modelo 5: $p_mut=0.7$

Valores de los parámetros: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 0.7, para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

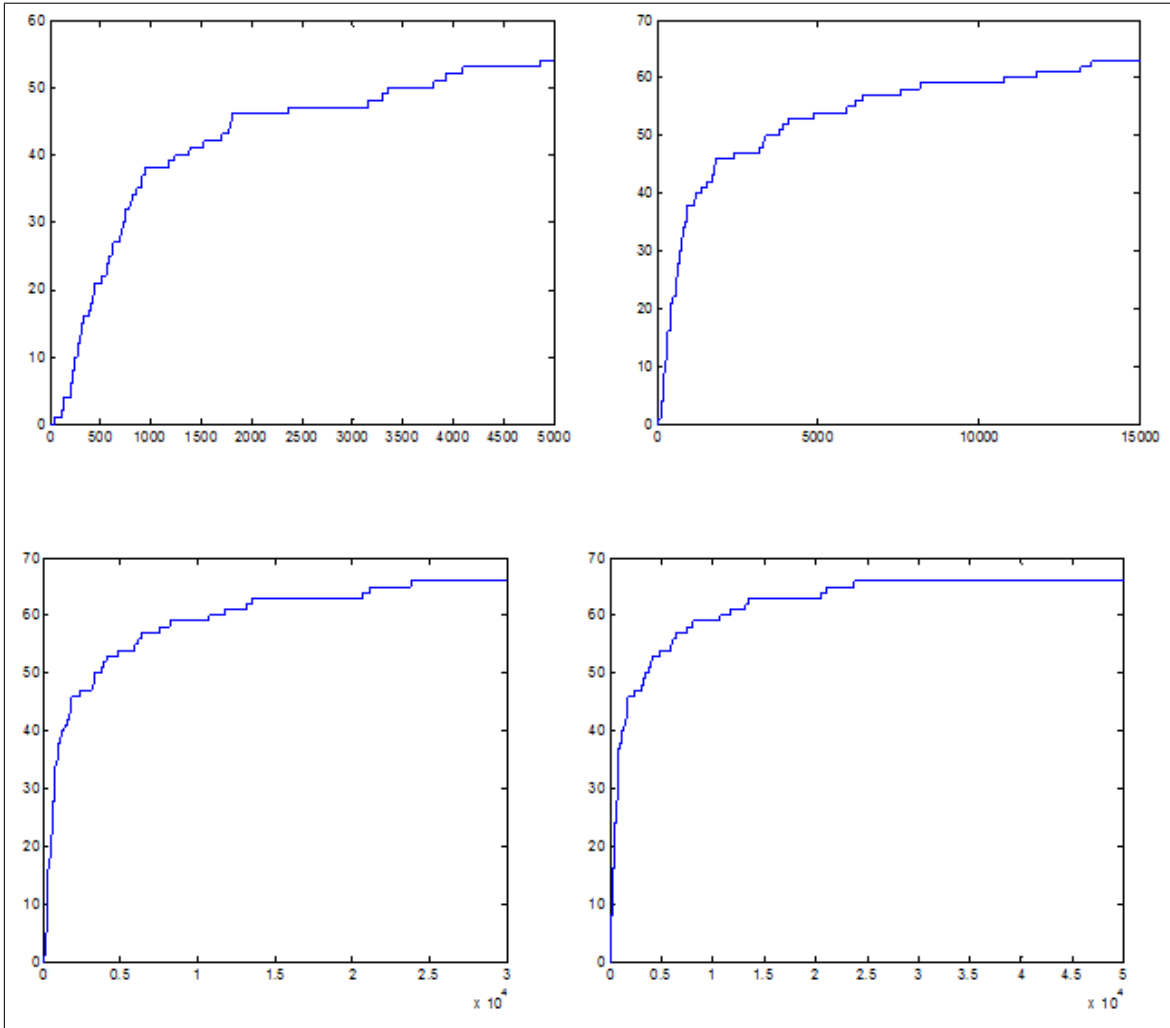
Gráficos 17-20: Modelo 5



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

En este modelo ya se observa como la fragmentación es semi-completa. Los individuos rojos y azules conservan algunas pequeñas zonas polarizadas.

Gráficos 17.2-20.2: Cantidad de mutaciones $p_{mut}=0.7$



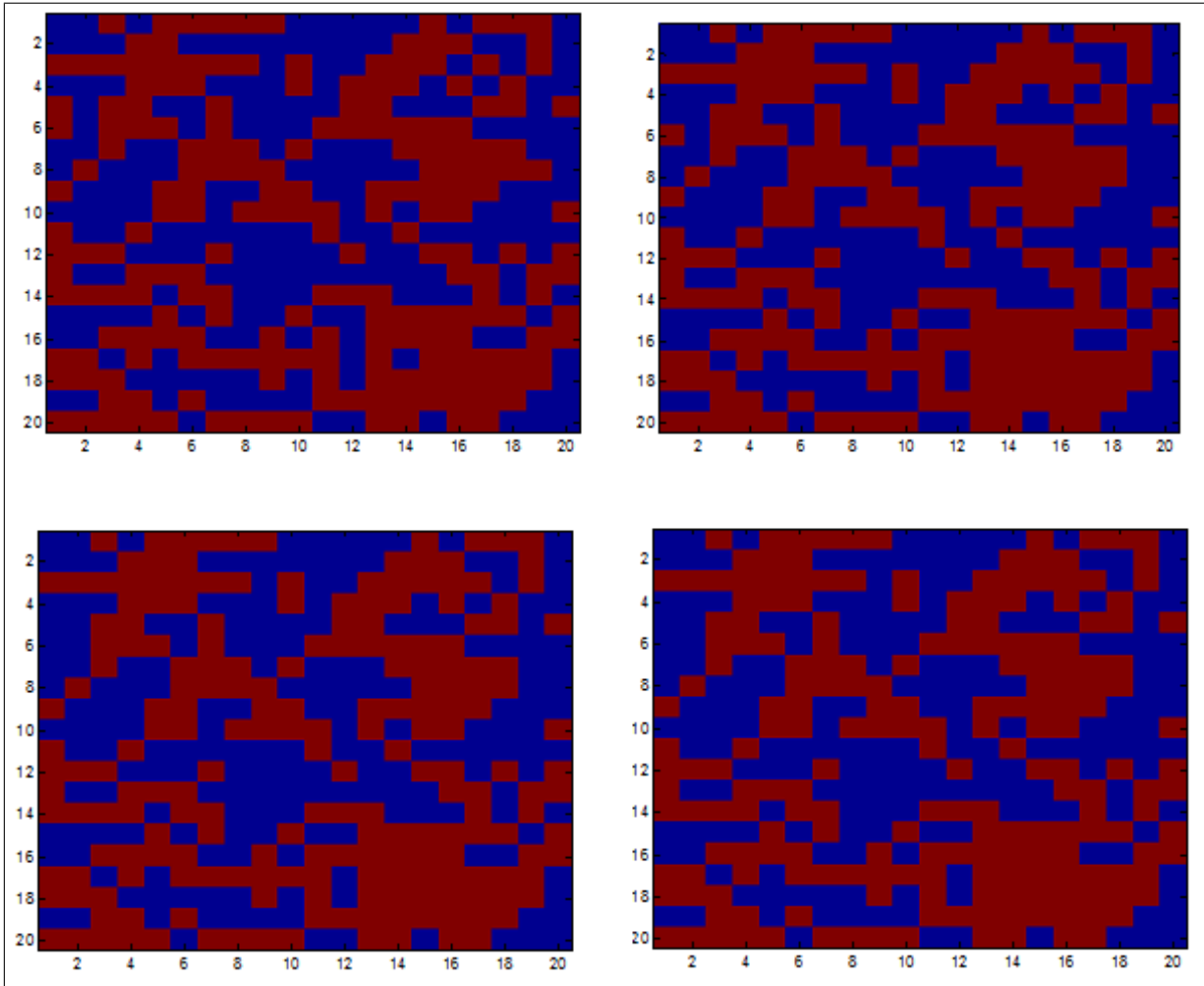
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Nuevamente se mantiene la tendencia observada de aumento del pico máximo de mutaciones, lo que es coherente ya que se sigue incrementando el valor del p_mut .

5.3.6 Modelo 6: $p_mut=0.9$

Valores de los parámetros: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 0.9, para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

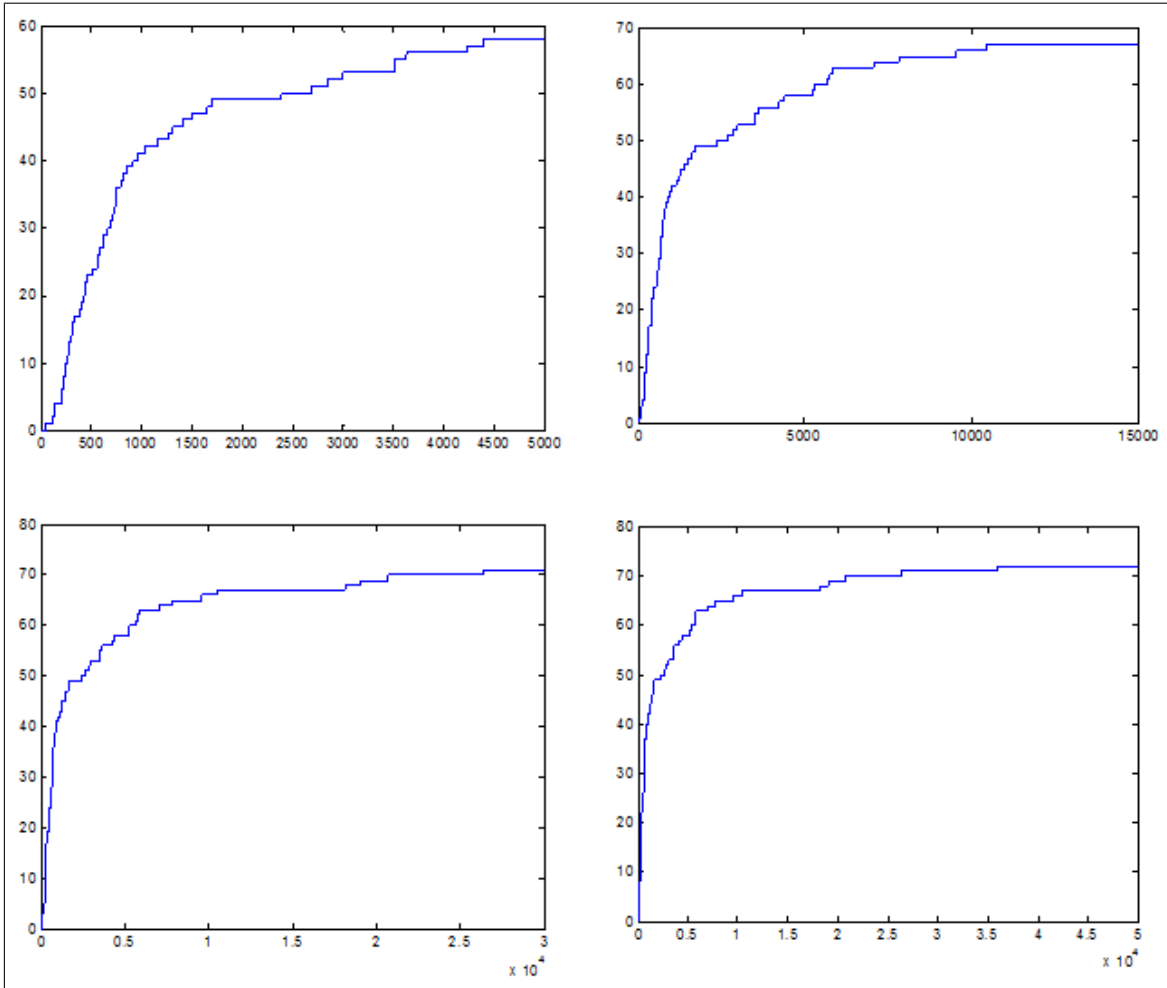
Gráficos 21-24: Modelo 6



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Notar que las pequeñas zonas polarizadas comienzan también a desintegrarse.

Gráficos 21.2-24.2: Cantidad de mutaciones con $p_{mut}=0.9$



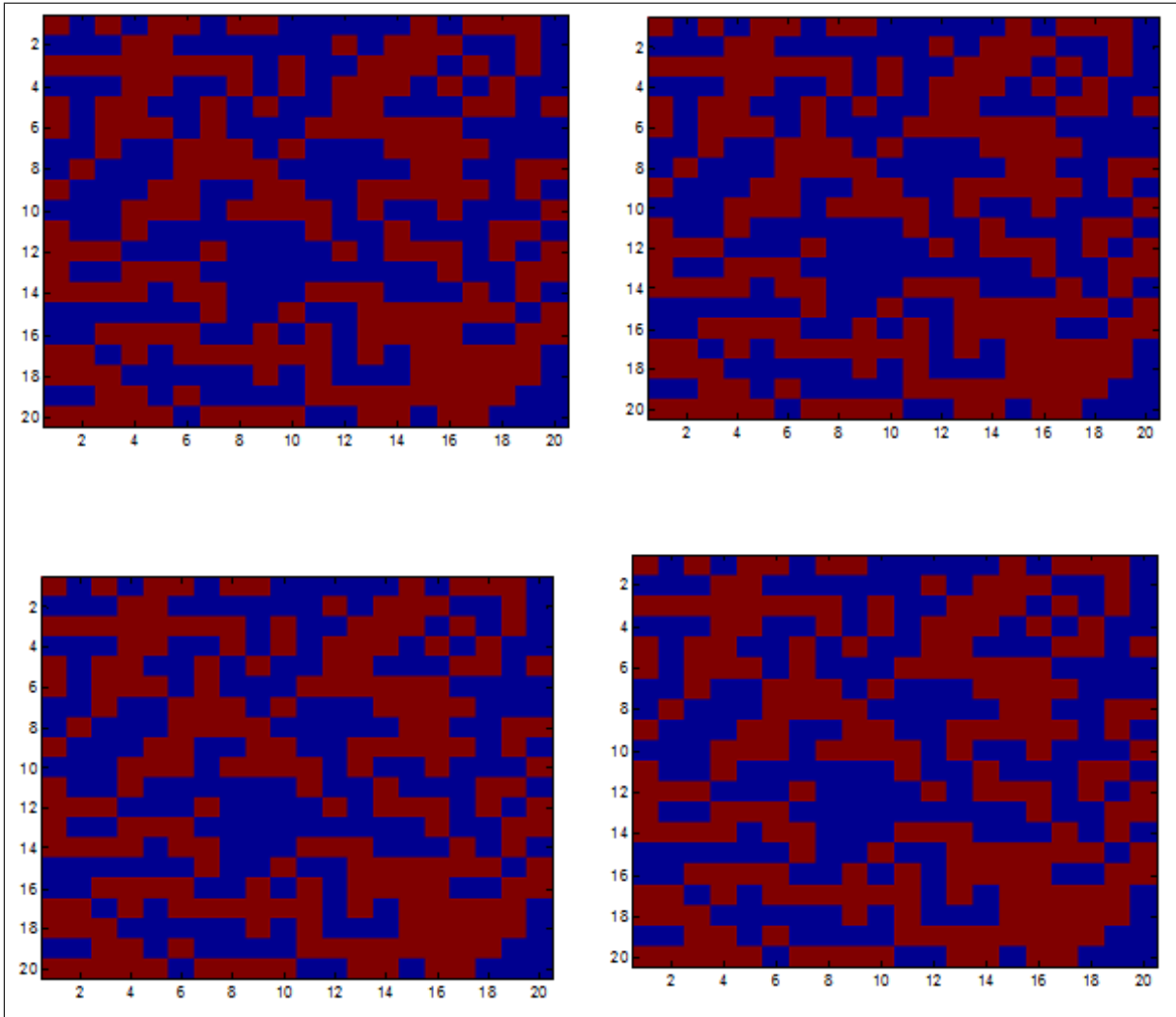
Fuente: Elaboración propia con Matlab.

No hay cambios significativos en la cantidad de mutaciones respecto al modelo anterior.

5.3.7 Modelo 7: $p_mut=1$

Valores de los parámetros: 20, 0.5, 0.5, 0.5, 1, para 5.000, 10.000, 30.000 y 50.000 iteraciones respectivamente.

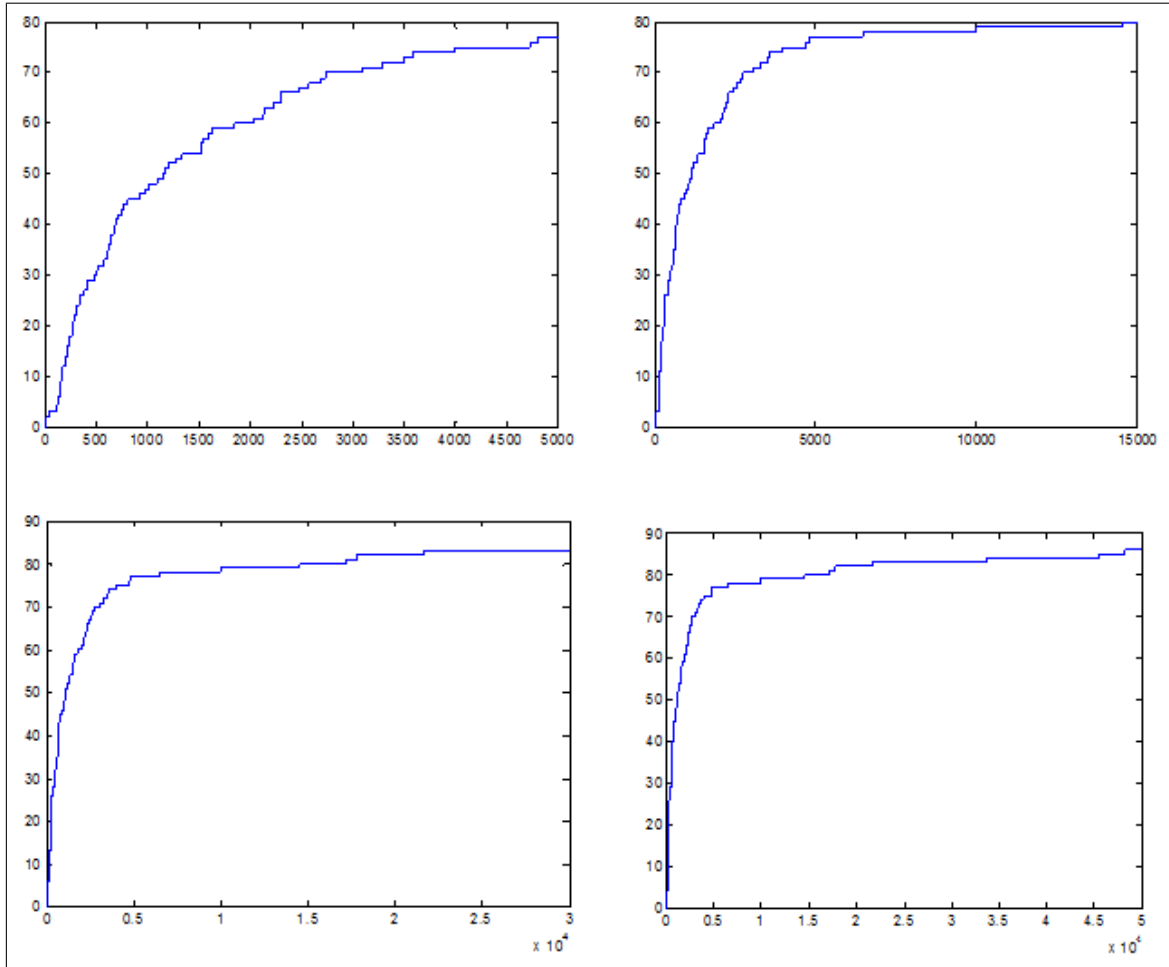
Gráficos 25-28: Modelo 7



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

Finalmente con un p_mut igual 1 la fragmentación es prácticamente completa.

Gráficos 25.2-28.2: Cantidad de mutaciones con $p_mut = 1$



Fuente: Elaboración propia con Matlab.

De estos últimos gráficos se deduce que incluso con una probabilidad de mutar máxima, nunca se logran superar las 100 mutaciones, es decir a diferencia de los modelos analizados en el inciso anterior, la cantidad de cambios de color se redujo.

Se concluye de manera general, observando los resultados anteriores que: dada la existencia de la posibilidad de mutar a un color intermedio, a medida que aumenta (el p_{mut}) no se produce un resultado de segregación, entendida esta como la acumulación de individuos de un mismo color en forma homogénea en la grilla.

6 Conclusiones generales

En la tabla numero 3 se resumen los resultados para el Modelo Base. La característica distintiva del mismo es la polarización de la grilla, es decir la agrupación de los individuos de un mismo color en zonas completamente homogéneas que no dan lugar a segregación.

Por otro lado, salvo en 7 casos, el número de mutaciones siempre es mayor o igual a 120 con un máximo de 159 en el modelo 7.

Tabla 3: Resumen Resultados Modelo Base

Modelo	Iteraciones hasta alcanzar el Estado estacionario	Cantidad total de mutaciones	Polarización o Fragmentación
1.1	5000*	85	Polarización
1.2	15000**	113	Polarización
1.3	25000	120	Polarización
1.4	25000	125	Polarización
2.1	5000*	94	Polarización
2.2	15000**	109	Polarización
2.3	25000	123	Polarización
2.4	25000	129	Polarización
3.1	5000*	115	Polarización
3.2	12500	123	Polarización
3.3	12500	123	Polarización
3.4	12500	123	Polarización
4.1	5000*	110	Polarización
4.2	12500	123	Polarización
4.3	12500	129	Polarización
4.4	12500	138	Polarización
5.1	5000*	111	Polarización
5.2	7500	127	Polarización
5.3	17500	129	Polarización
5.4	17500	129	Polarización
6.1	5000*	120	Polarización
6.2	6000	128	Polarización
6.3	20000	135	Polarización
6.4	20000	135	Polarización
7.1	5000*	152	Polarización
7.2	6000	158	Polarización
7.3	6000	158	Polarización
7.4	6000	159	Polarización
8.1	5000*	121	Polarización
8.2	6000	128	Polarización
8.3	17500	130	Polarización
8.4	17500	130	Polarización

*Luego de 5000 iteraciones todavía no se había alcanzado el estado estacionario.

**Luego de 15000 iteraciones todavía no se había alcanzado el estado estacionario.

Finalmente, en la sección 5.3 se analizó un modelo que fijaba un p_mut igual para todos los individuos observándose los siguientes comportamientos:

- A medida que se incrementa la probabilidad de mutar, la grilla tiende a fragmentarse y no a polarizarse como en el modelo base.
- El número de mutaciones se reduce a menos de 100.
- Los umbrales (numero de iteraciones) a partir de los cuales se alcanzan los estados estacionarios se mantienen constantes.

Tabla 4: Resumen Resultados Modelo Continuo.

Modelo	Iteraciones hasta alcanzar el Estado estacionario	Cantidad total de mutaciones	Polarización o Fragmentación
1.1	0	0	Polarización
1.2	0	0	Polarización
1.3	0	0	Polarización
1.4	0	0	Polarización
2.1	5000*	7	Polarización
2.2	7500	9	Polarización
2.3	7500	9	Polarización
2.4	7500	9	Polarización
3.1	5000*	22	Polarización con una pequeña fragmentación
3.2	15000**	25	Polarización con una pequeña fragmentación
3.3	24000	27	Polarización con una pequeña fragmentación
3.4	48000	28	Polarización con una pequeña fragmentación
4.1	5000*	36	Polarización y semifragmentación
4.2	15000**	43	Polarización y semifragmentación
4.3	30000***	46	Polarización y semifragmentación
4.4	46000	49	Polarización y semifragmentación
5.1	5000*	53	Fragmentación
5.2	14000	63	Fragmentación
5.3	25000	67	Fragmentación
5.4	25000	67	Fragmentación
6.1	5000*	58	Fragmentación
6.2	11000	67	Fragmentación
6.3	26000	71	Fragmentación
6.4	26000	72	Fragmentación
7.1	5000	78	Fragmentación
7.2	10000	80	Fragmentación
7.3	18000	82	Fragmentación
7.4	18000	86	Fragmentación

*Luego de 5000 iteraciones todavía no se había alcanzado el estado estacionario de 120 mutaciones aproximadamente.

**Luego de 15000 iteraciones todavía no se había alcanzado el estado estacionario de 120 mutaciones aproximadamente.

***Luego de 30000 iteraciones todavía no se había alcanzado el estado estacionario de 120 mutaciones aproximadamente.

Observamos que en un modelo donde solo se permiten mudanzas sin mutación, hay una separación de la sociedad en “guetos”. Es decir, cada individuo se muda a donde encuentre individuos más semejantes a su ideología, cultura o raza.

Pero si permitimos que cada individuo mute con una probabilidad fija, siendo a su vez esta probabilidad igual para todos los individuos, observamos que a mayor p -mut tenemos una mayor interrelación entre las partes y los guetos del modelo 1 se van desarticulando, volviéndose cada vez más heterogéneos.

Se podría pensar que regiones o sociedades con altos niveles de conflicto social interno, con diversas culturas o razas enemistadas estarían más cerca de modelos tipo 1, 2 o 3. Mientras que en una sociedad con bajo nivel de conflictividad (alto p -mut) el individuo mantiene relaciones con aquellos individuos que no son semejantes a sus ideas, culturas, etc y esto lleva a una sociedad menos dicotómica.

7 Bibliografía

- **D. Heymann, R. Perazzo, M. Zimmermann (2011)**; ‘Modelos económicos de múltiples agentes: una aproximación de la economía desde los sistemas complejos’; Material de Cátedra de la materia Racionalidad Acotada, UDESA.
- **D. Meissner, D. Meyers, D. Papademetriou, M. Fix, (2006)**; ‘La inmigración y el futuro de Estados Unidos’; Resumen ejecutivo, Grupo de trabajo sobre inmigración y el futuro de Estados Unidos; Migration Policy Institute.
- **Páginas de Internet consultadas:** -‘Las remesas de migrantes a sus familias alivian la pobreza en sus países’; 10/06/2010; <http://youthink.bancomundial.org/temas/empleo/la-remesas-de-migrantes-sus-familias-alivian-la-pobreza-en-sus-pa-ses>.