

Grupos moderados y tolerantes en la polarización política de las redes sociales

Moderate and Tolerant Groups in the Political Polarisation of Social Networks

José Ignacio García-Valdecasas

Palabras clave

Análisis de redes

- Consenso
- Experimentos
- Polarización
- Redes sociales
- Simulación

Key words

Network Analysis

- Consensus • Experiments • Polarisation
- Social Networks
- Modelling

Resumen

Este artículo pretende investigar el tamaño mínimo que debe tener un grupo de individuos moderados y tolerantes para llevar a una red social altamente polarizada e intolerante al consenso político, así como analizar el posible efecto de diferentes propiedades estructurales de las redes (densidad y desigualdad en la distribución de vínculos), y de ciertas propiedades individuales (tolerancia y arraigo de las opiniones políticas) sobre dicho tamaño mínimo. Para ello, se combinan la simulación basada en agentes y el análisis de redes sociales con objeto de realizar experimentos virtuales con redes artificiales. Los resultados revelan la existencia de un tamaño mínimo crítico por debajo del cual el consenso político es prácticamente imposible, y ponen de manifiesto que dicho tamaño depende acusadamente de diversas propiedades estructurales e individuales.

Abstract

This paper attempts to research the minimum size which a moderate and tolerant group of individuals should have in order to lead an extremely intolerant and polarised social network to achieve political consensus. It also analyses the potential effect of different structural properties of networks (density and inequality of link distribution), and certain individual properties (tolerance and entrenchment of political opinions) on that minimum size. To do so, it combines agent-based modelling and social network analysis in order to carry out virtual experiments with artificial networks. The results reveal the existence of a minimum, critical size under which political consensus is hardly ever achieved, as well as showing that such size depends heavily on various structural and individual properties.

Cómo citar

García-Valdecasas, José Ignacio (2013). «Grupos moderados y tolerantes en la polarización política de las redes sociales». *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 142: 25-44. (<http://dx.doi.org/10.5477/cis/reis.142.25>)

La versión en inglés de este artículo puede consultarse en <http://reis.cis.es> y <http://reis.metapres.com>

José Ignacio García-Valdecasas: Universidad de Granada | nachogvm@ugr.es

INTRODUCCIÓN¹

Diversas investigaciones cualitativas y cuantitativas pretenden describir y explicar la polarización que tiene lugar en ciertas sociedades (Abramowitz y Saunders, 2008; Baldassarri y Bearman, 2007; DiMaggio, Evans y Bryson, 1996; Fiorina y Abrams, 2008; Hunter, 1991; Montalvo y Reynal-Querol, 2005; Wuhtnow, 1989). Asimismo, se han realizado diferentes análisis acerca de cómo la estructura de las redes sociales por donde se difunden las opiniones puede afectar a la polarización (Amblard y Deffuant, 2004; Deffuant *et al.*, 2000; Franks *et al.*, 2008; Hegselman y Krause, 2002; Macy *et al.*, 2003). Sin embargo, no se ha realizado, hasta el momento, ningún estudio sobre el efecto del tamaño de grupos moderados y tolerantes sobre el nivel de polarización política de una red social. Esta falta de investigaciones no se debe a la carencia de importancia de dicha cuestión, sino a la dificultad de obtener datos empíricos precisos sobre el tamaño de tales grupos moderados y tolerantes, así como de la estructura de las redes sociales por donde se transmiten las opiniones políticas. Para suplir este déficit de datos, este artículo combina la simulación basada en agentes (*Agent-Based Modelling*) (Axelrod, 1997a; Epstein, 2006; García-Valdecasas, 2011; Gilbert, 2008; Gilbert y Abbott, 2005; Gilbert y Troitzsch, 2005; González-Bailón, 2004; Macy y Flache, 2009; Macy y Miller, 2002) y el análisis de redes sociales (*Social Network Analysis*) (Boccaletti *et al.*, 2006; Carrington *et al.*, 2005; Hanneman y Riddle, 2005; Molina, 2001; Moody, 2009; Requena, 1989, 2003; Rodríguez, 1995; Wasserman y Faust, 1994) para realizar experimentos virtuales con redes artificiales con objeto de responder a las cuestiones

aquí planteadas. Esta combinación de métodos, simulación y análisis de redes no es completamente novedosa y ya ha sido utilizada con éxito en algunos trabajos recientes sobre cuestiones políticas (Fowler, 2005; Siegel, 2009). Este artículo, en particular, trata de dilucidar el tamaño mínimo que debe tener un grupo de individuos moderados y tolerantes para llevar a una red social altamente polarizada e intolerante al consenso político, así como analizar el posible efecto de ciertas propiedades estructurales de las redes (densidad y desigualdad en la distribución de vínculos), y de varias propiedades individuales (tolerancia y arraigo de las opiniones políticas) sobre dicho tamaño mínimo.

Las redes artificiales creadas en este trabajo de investigación por la simulación basada en agentes pretenden ser modelos de las redes reales; es decir, las primeras deben representar adecuadamente a las segundas. Para lograr esto, los mecanismos y las estructuras de interacción entre los agentes de las redes artificiales deben tener en cuenta los mecanismos y las estructuras de interacción entre los actores de las redes sociales reales. Dicho con otras palabras: tanto los mecanismos como las estructuras de interacción de las redes artificiales deben estar fundamentadas empíricamente o al menos estar apoyados teóricamente. Si esto es así, entonces las redes artificiales podrían ser capaces de generar en algún sentido la dinámica que se desea estudiar de las redes sociales reales; y si las redes artificiales son capaces de reproducir dicha dinámica, entonces se pueden realizar experimentos virtuales para examinar cómo responde tal dinámica a cambios en el comportamiento de los agentes y en las propiedades estructurales de las redes artificiales.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en primer lugar, se revisa la literatura sobre algunos modelos utilizados para analizar la polarización. En segundo lugar, se presentan las redes artificiales creadas en este trabajo especificando tanto

¹ Me gustaría agradecer a Antonio Jaime-Castillo, Rufi Martínez Marco y a los tres evaluadores anónimos de la REIS los comentarios y las sugerencias hechas a versiones previas del artículo.

el mecanismo como la estructura de interacción entre los agentes. En tercer lugar, se investiga qué tamaño mínimo debe tener un grupo de agentes moderados y tolerantes para que pueda conducir a una red social profundamente dividida y altamente intolerante hacia el consenso político. En cuarto lugar, se examina cómo algunas propiedades estructurales de las redes sociales, como la densidad de red y la desigualdad en la distribución de vínculos, pueden afectar a dicho tamaño mínimo. Por último, se analiza cómo ciertas propiedades individuales, como el arraigo de las opiniones políticas y los niveles de tolerancia, pueden influir en tal tamaño mínimo.

MODELOS DE POLARIZACIÓN

Muchos autores mantienen una noción intuitiva de polarización política como una distribución bimodal de opiniones políticas. Otros académicos consideran la bimodalidad como una condición necesaria, pero insuficiente para caracterizar una distribución dada como polarizada (véase Fiorina y Abrams, 2008: 566). Parece razonable pensar que una definición de polarización política debe tener en cuenta, además de la bimodalidad, el tamaño de los grupos que mantienen opiniones diferentes y el nivel de disparidad entre ellos.

En cualquier caso, se pueden encontrar en la literatura diferentes conceptos de polarización (DiMaggio, Evans y Bryson, 1996), cada uno de los cuales está asociado con una medida particular de polarización (Esteban y Ray, 1994). En este trabajo se utiliza como índice de polarización política (IP) la varianza de la distribución de las opiniones políticas entre los individuos de una población:

$$IP = s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \mu)^2}{n}$$

donde n es el número de individuos, p_i es la opinión política del individuo i , y μ es la media de la distribución de las opiniones políticas de todos los individuos. Las opiniones políticas pueden ser expresadas de manera binaria ($p_i = 0$ o 1), discreta ($p_i = 1, 2, 3, \dots, Q$) o continua ($0 \leq p_i \leq 1$). Muchos modelos utilizan opiniones binarias, pero estos modelos no pueden distinguir entre opiniones moderadas y extremistas. Asimismo, los modelos con opiniones discretas y continuas suelen arrojar resultados parecidos, pero los primeros requieren menos memoria a la hora de codificarlos que los segundos. Por estas razones, el modelo aquí presentado parte de opiniones políticas discretas.

Desde una perspectiva cualitativa, los resultados de los experimentos virtuales pueden llevar a tres escenarios distintos: consenso político si solo queda una única opinión política ($IP = 0$); polarización política cuando sobreviven dos opiniones; y, por último, fragmentación política si resultan más de dos opiniones.

Algunos modelos de polarización están basados en la difusión de las opiniones a través de la estructura de interacción (Amblard y Deffuant, 2004; Franks *et al.*, 2008): la polarización política depende de la velocidad de la difusión de las opiniones políticas, y dicha velocidad, a su vez, es función de la estructura topológica de la red (mundos pequeños, redes de libre escala, redes «asortativas», redes regulares, redes Erdős-Rényi, etc.). Sin embargo, se ha prestado menos atención a los mecanismos de interacción entre los individuos de una red. En la literatura podemos encontrar tres mecanismos básicos de interacción entre agentes, a saber: el modelo de los misioneros, el de los oportunistas y el de los negociadores. En estos modelos, cada agente i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) posee una opinión política p_i sobre un tema particular.

Un presupuesto importante de los tres modelos citados es que los agentes no pue-

den interactuar libremente. Si dos agentes no están unidos a través de un vínculo (familiares, amigos, compañeros, vecinos, conocidos, etc.), entonces dichos individuos no pueden interactuar; por el contrario, si están unidos, la probabilidad de interacción dependerá de la distancia política entre ellos; y si interactúan, entonces pueden influirse mutuamente, y, por tanto, pueden cambiar de opinión.

Otro parámetro fundamental en estos modelos es el umbral de tolerancia, η , que indica hasta qué grado los agentes pueden interactuar con vecinos cuyas opiniones políticas sean diferentes. Los vecinos j de un agente i son aquellos agentes que están unidos a i a través de vínculos. Si la distancia política, d , entre dos vecinos (i, j) es menor o igual que el umbral de tolerancia, $d = |p_i - p_j| \leq \eta$, entonces dichos vecinos interactúan entre sí, y, por tanto, pueden influirse mutuamente y cambiar de opinión; de lo contrario, no interactúan entre sí, y, por consiguiente, no pueden influirse mutuamente ni cambiar de opinión.

Diferentes interpretaciones se pueden realizar del umbral de tolerancia de los agentes desde un punto de vista sociológico (Baldassarri y Bearman, 2007). Por una parte, el umbral de tolerancia se podría interpretar como el grado de confianza de los agentes en las opiniones políticas de otros agentes con los que están conectados en la red; dicho grado de confianza dependería del nivel de cercanía que perciban con dichos agentes (Franks *et al.*, 2008). Por otro lado, a medida que crece la distancia política entre los agentes, aumenta la posibilidad de interferencias en la interacción entre ellos y, por tanto, se incrementa la probabilidad de que los agentes malinterpreten los mensajes recibidos de otros (Deffuant *et al.*, 2002).

En el modelo de los misioneros (Sznajd-Weron y Sznajd, 2000), los agentes convienen al resto de sus vecinos de sus opiniones (si el umbral de tolerancia permite la interac-

ción). Por ejemplo, un agente elegido al azar de la población tiene la opinión 2 ($p_i = 2$) de 5 opiniones posibles ($Q = 5$), siendo el umbral de tolerancia de todos los agentes la unidad ($\eta = 1$). En este modelo, dicho agente persuade a sus vecinos de opiniones 1, 2 o 3 de adoptar la opinión 2, pero no logra interactuar, y, por tanto, convencer a los vecinos que sostienen las opiniones 4 y 5.

La opinión de los agentes en el modelo de los oportunistas (Hegselman y Krause, 2002) es la media aritmética de las opiniones de sus vecinos —dentro del rango de tolerancia—. Siguiendo con el ejemplo anterior, si $p_{i,t} = 4$ (la opinión del agente i en el tiempo t), $p_{i,t+1}$ (la opinión de dicho agente i en un tiempo posterior) será la media aritmética de las opiniones de todos sus vecinos excepto de aquellos cuyas opiniones están fuera del rango de tolerancia, es decir, de aquellos que mantienen las opiniones 1 y 2.

En el modelo de los negociadores (Deffuant *et al.*, 2002) se seleccionan en cada paso de tiempo dos agentes que sean vecinos. Si la distancia de sus opiniones es menor o igual que el nivel de tolerancia, $d = |p_i - p_j| \leq \eta$, las opiniones de dichos agentes se acercan sin tener que llegar a estar necesariamente de acuerdo. Las opiniones se mueven desde su valor inicial hasta otro valor redondeado, $\mu |p_i - p_j|$. Si $\mu = 0$, en un caso extremo, las opiniones se mantienen rígidamente. Sin embargo, si $\mu = 1/2$, se llega a una opinión intermedia compartida. Por ejemplo, para $Q = 5$, $\eta = 3$ y $\mu = 0,3$, si las opiniones de dos agentes i y j que interactúan son $p_{i,t} = 2$ y $p_{j,t} = 5$, entonces $p_{i,t+1} = 3$ y $p_{j,t+1} = 4$.

Además de los modelos anteriores, que se centran sobre todo en los mecanismos de interacción entre los agentes, un modelo que ha tenido gran repercusión es el modelo de Axelrod (1997b) de convergencia local y polarización global. En dicho modelo, cada agente i posee un vector \vec{v} de F dimensiones, siendo cada dimensión una característica cultural distinta (por ejemplo, preferen-

cias políticas, ideas morales, creencias religiosas, lenguaje, gustos musicales, etc.). A su vez, cada característica cultural puede tomar un valor de un rango de Q valores posibles. Por tanto, el estado de un agente i es un vector de F características culturales ($f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{iF}$), donde a cada f_{if} se le asigna un valor de un rango de números enteros comprendidos entre 0 y $Q - 1$. La dimensión F del vector \vec{v} representa la complejidad cultural de la población: cuanto mayor sea F , más grande es el número de características culturales que son atribuidas a cada agente. El número de valores que puede adoptar cada característica cultural, Q , representa la heterogeneidad cultural de la sociedad: cuanto mayor sea Q , más grande será el número de opciones que pueden adoptar las características culturales de cada agente. En este modelo, en primer lugar, se selecciona al azar un agente i de la población; y, después, se elige también al azar un agente j entre los vecinos de i . En segundo lugar, se calcula el solapamiento o la similaridad cultural entre i y j , es decir, el número de características culturales que poseen ambos agentes con los mismos valores, siendo la probabilidad de interacción entre tales agentes proporcional al solapamiento cultural. Si tiene lugar la interacción entre ambos agentes, entonces se selecciona al azar una característica cultural del agente i y su valor es adoptado por la misma característica del agente j . El modelo consigue explicar cómo es posible que coexistan a la vez la convergencia local y la polarización global.

LAS REDES ARTIFICIALES

Los experimentos virtuales realizados en este trabajo utilizan redes artificiales (modelos basados en agentes) diseñadas por el entorno de programación NetLogo (Wilensky, 1999) y caracterizadas tanto por un mecanismo de interacción como por una estructura de interacción entre los agentes que componen dicha red.

El mecanismo de interacción entre los agentes de estas redes artificiales toma algunos elementos de los modelos de polarización anteriores como el umbral de tolerancia respecto a opiniones diferentes, pero desarrolla un nuevo elemento que no ha sido tenido en cuenta por dichos modelos previos, a saber, el arraigo de las propias opiniones políticas. El concepto de «umbral de tolerancia», relacionado con el término de homofilia (Lazarsfeld y Merton, 1954; McPherson *et al.*, 2001), indica hasta qué grado los individuos están dispuestos a dialogar con otros individuos cuyas opiniones son diferentes. Los individuos tolerantes pueden comunicarse con individuos alejados de sus posiciones políticas, mientras que no sucede lo mismo con los intolerantes. Por otra parte, el concepto de «arraigo de las opiniones», relacionado con la teoría del impacto social (Latané, 1981; Nowak *et al.*, 1990) y con el modelo de Baldassarri y Bearman (2007), indica la disposición de los individuos a cambiar de opinión. Los agentes pueden ser más o menos rígidos o flexibles a la hora de cambiar de opinión. Mientras que los agentes con opiniones más arraigadas son más reacios a cambiarlas, los que poseen opiniones menos arraigadas son más proclives a modificarlas.

También se asume que, cuando los agentes interaccionan entre sí, sus opiniones cambian desde sus valores iniciales hasta un valor compartido intermedio. Es decir, el presupuesto de partida del modelo es el consenso entre los agentes cuando estos interaccionan entre sí. Se trata de analizar cómo puede surgir la polarización política en una red a pesar de que los agentes tiendan al consenso en sus interacciones. Si el punto de partida fuera el disenso entre los agentes, entonces la pregunta por la polarización no sería tan relevante.

Un punto clave y novedoso desarrollado en este trabajo es el procedimiento seguido para el cálculo de dicha opinión común: cada agente experimenta un cambio inversamente

proporcional al arraigo de su opinión. Para cada par de agentes que interactúan, i y j , la opinión política compartida por ambos en el tiempo t se calcula haciendo uso de una ecuación que recuerda a la ley de los momentos de fuerzas de la física newtoniana:

$$p_{i,t} = p_{j,t} = w_i p_{i,t-1} + w_j p_{j,t-1}$$

$p_{i,t}$, $p_{j,t}$, $p_{i,t-1}$ y $p_{j,t-1}$ son las opiniones de los agentes i y j en el tiempo t y $t-1$ respectivamente; w_i y w_j son los arraigos relativos de las opiniones políticas de los agentes i y j , que se definen como:

$$w_i = \lambda_i / (\lambda_i + \lambda_j)$$

$$w_j = \lambda_j / (\lambda_i + \lambda_j)$$

siendo λ_i y λ_j el arraigo de las opiniones políticas de los agentes i y j respectivamente. A modo de ejemplo, supongamos dos agentes, i y j , que interactúan entre sí, cuyas preferencias políticas en un tiempo $t-1$ son $p_{i,t-1} = 8$ y $p_{j,t-1} = 2$, y cuyos arraigos políticos son $\lambda_i = 6$ y $\lambda_j = 3$. Para calcular sus opiniones políticas en un tiempo posterior t , se puede plantear la siguiente ecuación:

$$p_{i,t} = p_{j,t} = 2/3 \cdot 8 + 1/3 \cdot 2 = 6$$

Así pues, el agente i pasa de una opinión política 8 a la 6; de la misma manera, el agente j pasa de una opinión 2 a la 6. La opinión del agente i ha cambiado menos que la del agente j porque el arraigo del primero es mayor que el del segundo.

Además del mecanismo de interacción, se debe especificar también la estructura de interacción entre los agentes de la red artificial. Se trata ahora de cómo representar la estructura de las redes de discusión política (González-Bailón *et al.*, 2010). El punto de partida es un conjunto de 100 redes aisladas entre sí, formadas cada una de ellas por un agente principal unido a varios agentes secundarios a través de vínculos fuertes. El tamaño de dichas redes está basado en los datos empíricos suministrados por La Due Lake y Huckfeldt (1998) sobre el número de personas con las que hablamos de cuestiones políticas. La tabla 1 muestra la distribu-

ción de los tamaños de dichas redes de discusión política.

Sin embargo, las redes artificiales necesitan una estructura global y no solo 100 redes aisladas entre sí (González-Bailón, 2006). Para ello, se distribuyen al azar dichas redes por un anillo (*torus*). Tanto los agentes principales como los secundarios están enlazados a δ agentes cercanos a través de vínculos débiles, y posteriormente se sustituyen, con una probabilidad β , algunos vínculos débiles con los agentes cercanos por vínculos débiles con agentes situados en cualquier punto topológico del anillo. El parámetro β puede ser considerado como un índice de la globalización de los vínculos débiles de la red: si $\beta = 0$, todos los vínculos débiles son locales; pero si $\beta = 1$, todos pueden ser globales. Si $0 < \beta < 1$, se obtiene una estructura parecida a un mundo pequeño (Watts, 1999a, 1999b, 2003; Watts y Strogatz, 1998), característica estructural común a muchos tipos de redes sociales constituida por muchos *clusters* (los agentes principales unidos a sus agentes secundarios) enlazados entre sí por vínculos débiles. Dicha red artificial recoge, de esta forma, los dos rasgos más significativos de los mundos pequeños, a saber, la cohesión local (debido a los *clusters*) y la conexión global (a través de los vínculos débiles).

TABLA 1. *Tamaño de las redes personales*

Número de vínculos	Número de redes
0	9
1	17
2	15
3	19
4	18
5	22
Total	100

Fuente: Elaboración propia.

Se ha distinguido en estas redes artificiales entre vínculos fuertes y débiles (Burt, 2004, 2005; Granovetter, 1973, 1974). Las personas están normalmente unidas a tra-

vés de vínculos fuertes a un número pequeño de individuos —como la familia o los amigos— con los que mantienen un contacto estrecho y frecuente. Además, las personas están también enlazadas mediante vínculos débiles a una cifra enorme de individuos —conocidos, vecinos o colegas— con los que el contacto es más superficial y menos frecuente. Según Granovetter (1973: 1361), la fuerza de un enlace es una combinación lineal de la cantidad de tiempo, la intensidad emocional, la ayuda recíproca y la intimidad mutua que caracteriza dicho enlace. En estas redes artificiales se ha considerado que la interacción entre agentes unidos a través de vínculos fuertes es α veces más frecuente que a través de vínculos débiles (siendo α un número entero mayor que cero).

Las propiedades estructurales que se van a determinar en estas redes artificiales son la densidad de red y el índice de Gini de la distribución de vínculos. La primera propiedad, la densidad de red (D), es una medida del grado de conectividad de la red, y puede definirse como el cociente entre el número de vínculos existentes y el número de vínculos posibles de la red (Diestel, 2000; Wasserman y Faust, 1994). Dicha medida está relacionada con el grado de asociacionismo (Putnam, 2000) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{2m}{n(n-1)}$$

Siendo m el número total de vínculos de la red y n el número de agentes de dicha red.

La segunda propiedad, el índice de Gini de la distribución de vínculos (IG), es una medida del grado de desigualdad en la distribución de vínculos entre los agentes de una red (Allison, 1978). Dicho índice está relacionado con la desigualdad social (Coleman, 1988; Lin, 2001) y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |l_i - l_j|}{2\mu}$$

Donde μ es la media de la distribución del número de vínculos de los agentes, n es el número total de agentes y l_i es el grado modal, es decir, el número de vínculos de cada agente i .

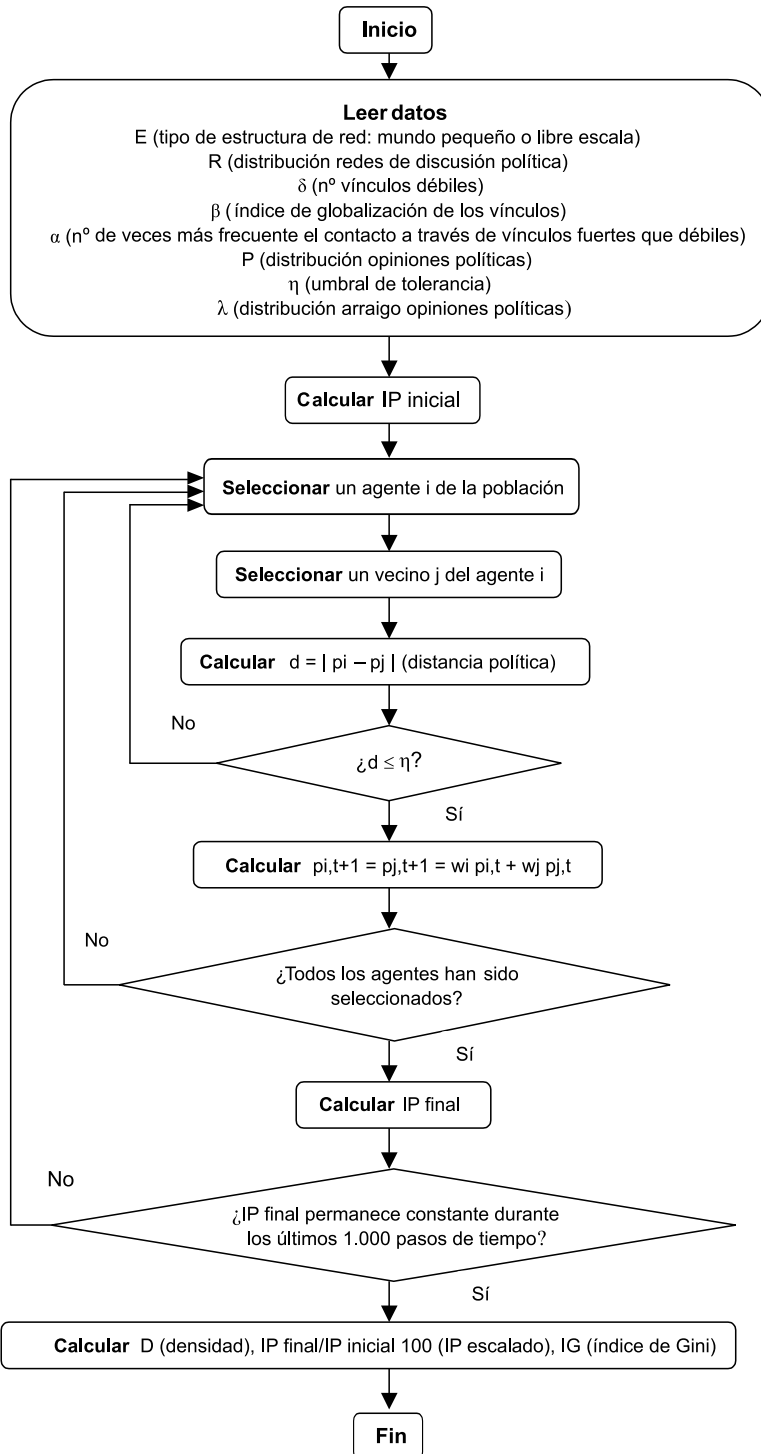
En resumen, las redes artificiales utilizadas en este trabajo están caracterizadas por 3 parámetros: δ , β , α . El parámetro δ es el número de vínculos débiles entre los agentes, y está relacionado con la densidad de red D . β es la probabilidad de cambiar vínculos débiles con los vecinos cercanos por vínculos débiles con agentes situados más allá del vecindario; de esta forma se puede modificar la estructura de mundo pequeño de la red. Y, por último, α es el número de veces que el contacto es más frecuente entre agentes unidos por vínculos fuertes que por débiles.

Cada agente (principal o secundario) de estas redes artificiales está caracterizado por cuatro parámetros: opinión política p_i , umbral de tolerancia η , arraigo de la opinión política λ_i , y el número de vínculos l_i . Los valores de estos cuatro parámetros son fijados antes de empezar cada experimento. El valor de la opinión política de cada agente, p_i , es un número entero que varía entre 0 y Q (normalmente $Q = 10$) según una distribución determinada en cada experimento; el umbral de tolerancia, η , es el mismo para todos los agentes (como sugiere Deffuant *et al.*, 2002); el arraigo de las opiniones de los agentes, λ_i , se ajusta a una distribución de Poisson caracterizada por su media; y el número de vínculos de los agentes, l_i , viene determinado por δ y por la distribución de los tamaños de las redes de los agentes principales.

La dinámica de las redes artificiales está definida por las siguientes reglas (figura 1):

- a) En cada paso de tiempo t se selecciona al azar un agente i de la población; des-

FIGURA 1. Algoritmo del modelo



pués, se escoge al azar un agente j entre los unidos al agente i con una probabilidad que depende del tipo de vínculo (fuerte o débil).

- b) Se calcula la distancia, $d = |p_i - p_j|$, entre las opiniones políticas entre ambos agentes. Si dicha distancia es menor o igual que el nivel de tolerancia, $d \leq \eta$, entonces dichos agentes interaccionan; de lo contrario, no interaccionan y se pasa de nuevo a la regla a.
- c) Si la interacción tiene lugar, ambos agentes cambian sus opiniones desde sus valores iniciales hasta un valor compartido e intermedio. El cálculo de la opinión común sigue el procedimiento descrito anteriormente de acuerdo con la ecuación: $p_{i,t} = p_{j,t} = w_i p_{i,t-1} + w_j p_{j,t-1}$.

EXPERIMENTOS VIRTUALES

En los experimentos virtuales realizados con redes artificiales se pretende analizar qué tamaño mínimo debe tener un grupo de agentes moderados y tolerantes para que pueda llevar a una red social intensamente polarizada y altamente intolerante hacia el acuerdo político. Asimismo se examina el impacto de algunas propiedades estructurales de las redes sociales como la densidad de red y la desigualdad en la distribución de vínculos en

dicho tamaño mínimo. También se investiga el efecto de ciertas propiedades de los agentes como el arraigo de las opiniones políticas y los niveles de tolerancia en tal tamaño mínimo. Por último, el espacio paramétrico de cada experimento se ha especificado debajo del título del gráfico correspondiente.

1) Impacto del tamaño sobre la polarización

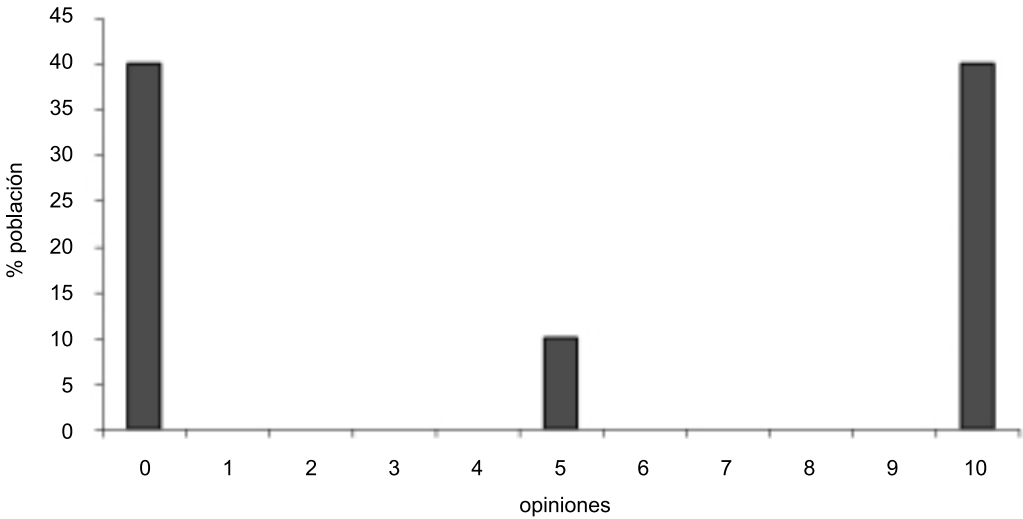
El punto de partida de la primera tanda de experimentos virtuales es una red artificial altamente polarizada e intolerante, esto es, una red con dos poblaciones mayoritarias muy separadas políticamente (con opiniones extremas 0 y 10), y cuyo umbral de tolerancia es lo suficientemente bajo ($\eta = 50\%$ de la distancia máxima entre las opiniones políticas) para que los agentes extremistas no puedan dialogar entre sí: $d = |10 - 0| = 10 > \eta = 5$. Se pretende conocer el tamaño mínimo que debe tener un grupo moderado y tolerante para que finalmente se alcance el consenso en toda la red ($IP = 0$). Un grupo moderado es aquel que está constituido por agentes moderados, es decir, por agentes cuyas opiniones políticas están en el centro o inmediatamente al lado del centro del espectro de opiniones políticas. Los agentes del grupo moderado (con opiniones intermedias 5) son capaces de dialogar con los agentes extremistas puesto que: $d = |10 - 5| = 5 \leq \eta = 5$. En dichos experimentos el porcentaje de po-

TABLA 2. Efecto de la población moderada sobre el índice de polarización

% población (opinión 0)	% población (opinión 10)	% población (opinión 5)	IP %
50	50	0	100
48	48	4	104
46	46	8	108
44	44	12	112
42	42	16	94
40	40	20	98
38	38	24	0
36	36	28	0
34	34	32	0

Fuente: Elaboración propia.

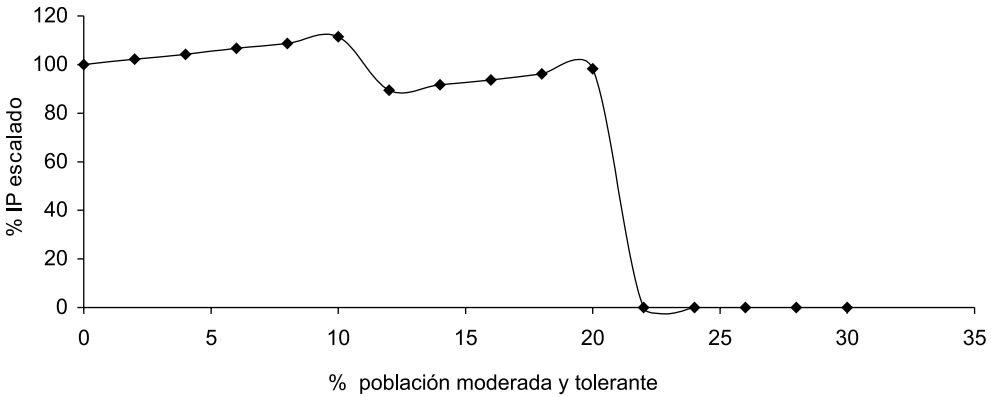
GRÁFICO 1. Poblaciones extremas: opinión 0 (40%); opinión 10 (40%). Población moderada: opinión 5 (20%)



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 2. Efecto de la población moderada y tolerante sobre el índice de polarización

(Estructura de red: mundo pequeño; 100 redes de discusión política;
 $\alpha = 4$; $\beta = 0,2$; $\delta = 10$; $\eta = 50\%$; $\lambda_{media} = 50\%$)



Fuente: Elaboración propia.

blación moderada y tolerante va creciendo desde 0% hasta 32% (tabla 2). Para ilustrarlo anterior, podemos observar el gráfico 1, donde el 40% de la población sostiene la opinión 0, el 20% la opinión 5 y el 40% res-

tante la opinión 10. El número de simulaciones fue de 100 para cada distribución de la población.

Al ejecutar el programa que genera la dinámica de las redes artificiales se obtienen

diferentes resultados. En el gráfico 2 se muestra el efecto del tamaño de la población moderada y tolerante sobre la polarización política de la red artificial. En el eje de ordenadas se tiene un número escalado: $(IP \text{ final} / IP \text{ inicial}) \cdot 100$, y en el eje de abscisas el tanto por ciento de población moderada y tolerante respecto a la población total. El IP inicial es el IP antes de la interacción entre los agentes de la red, y el IP final es el IP después de suficientes interacciones entre los agentes. Como se observa en dicho gráfico, tiene lugar una espectacular transición de fase para $x = 22\%$; es decir, hace falta una masa mínima crítica del 22% de agentes moderados y tolerantes para que se alcance el consenso político en la red. Por debajo de ese umbral normalmente no se alcanza el consenso, mientras que por encima generalmente se logra.

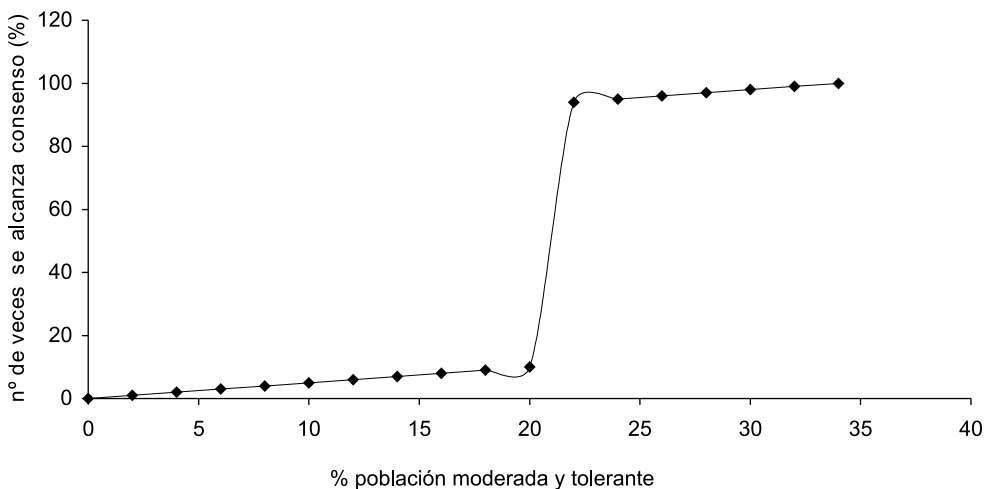
El gráfico 3 muestra los resultados cuando se repiten los experimentos 100 veces para cada porcentaje de población modera-

da y tolerante. Como se observa en dicho gráfico, para un tamaño menor del 22% raramente se alcanza el consenso, mientras que para una masa igual o mayor prácticamente siempre se logra el acuerdo. De nuevo se puede observar una transición de fase para $x = 22\%$.

Algunos ejemplos de la historia reciente de España pueden ser ilustrativos: el reducido tamaño de una población moderada y tolerante en la España polarizada y dividida de los años treinta fue incapaz de impedir la Guerra Civil española; sin embargo, el aumento del tamaño de dicha masa moderada y tolerante facilitó la transición a la democracia en la España de los años setenta (Pérez-Díaz, 2003). La importancia de las clases medias para la búsqueda de acuerdos políticos y para el establecimiento de la democracia, ya subrayada por Aristóteles hace veinticinco siglos, parece ser en este sentido plenamente confirmada por el modelo aquí presentado.

GRÁFICO 3. Efecto del porcentaje de población moderada y tolerante sobre el número de veces que se alcanza el consenso

(Estructura de red: mundo pequeño; 100 redes de discusión política;
 $\alpha = 4$; $\beta = 0,2$; $\delta = 10$; $\eta = 50\%$; $\lambda_{\text{media}} = 50\%$)



Fuente: Elaboración propia.

2) Impacto de propiedades estructurales en el tamaño

En la segunda tanda de experimentos se trata de analizar cómo la densidad de red y el índice de Gini de la desigualdad de distribución de vínculos afectan al tamaño mínimo y crítico que debe tener un grupo moderado y tolerante para llevar al consenso político a una red altamente polarizada e intolerante.

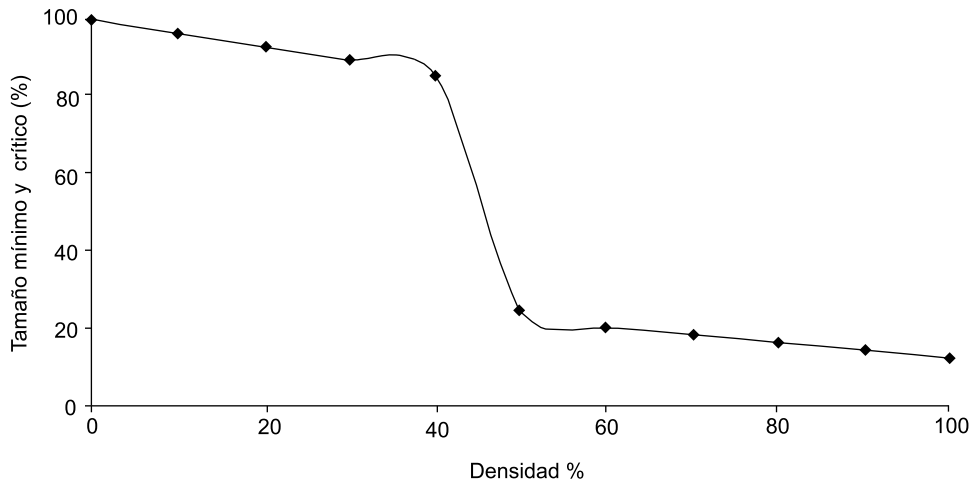
2.1) Densidad de red

Se puede observar en el gráfico 4 que redes con bajos niveles de densidad necesitan que casi toda la población sea moderada y tolerante para alcanzar el consenso político; por el contrario, redes con altos niveles de densidad requieren que los tamaños de los grupos moderados y tolerantes sean bastante menores. Para la densidad máxima (100%), es decir, cuando todos los agentes están conectados entre sí, se necesita un tamaño mínimo y crítico del 11% para obtener el acuerdo político.

Por tanto, todos los procesos sociales que supongan un incremento en la densidad de red pueden reducir el tamaño mínimo y crítico de los grupos moderados y tolerantes necesario para lograr acuerdos políticos. Dos de estos procesos sociales son el asociacionismo y el uso de internet. En el primer caso, la participación de los individuos en asociaciones (sindicatos, iglesias, clubes deportivos, ONGs y otras similares) implica un crecimiento en el número de vínculos entre los ciudadanos, y, por consiguiente, un aumento de la densidad de red (Putnam, 2000). En el segundo caso, la participación de las personas en las redes sociales virtuales (Facebook, Twitter, entre otras muchas) supone un incremento en el número de lazos entre los individuos, y, por tanto, un aumento también de la densidad de red (Lin, 2001: 237). Ahora bien, si se desea fomentar el asociacionismo y las redes sociales virtuales, se necesita reducir los costes en la creación o en el mantenimiento de los vínculos, puesto que dichos vínculos requieren tiempo y es-

GRÁFICO 4. Efecto de la densidad de red sobre el tamaño mínimo y crítico de una población moderada y tolerante

(Estructura de red: mundo pequeño; 100 redes de discusión política;
 $\alpha = 4$; $\beta = 0,2$; $\eta = 50\%$; $\lambda_{media} = 50\%$)



Fuente: Elaboración propia.

fuerzo. Así pues, todo factor que reduzca dichos costes puede llevar a un incremento de la densidad de red, y, por tanto, a una reducción en el tamaño mínimo y crítico de grupos moderados y tolerantes que se requiere para lograr acuerdos políticos.

2.2) Índice de Gini

En este caso, para realizar los experimentos virtuales se necesita que la estructura de las redes artificiales esté caracterizada por una distribución de vínculos que siga una ley de potencia (*power-law*), $p(k) = Ck^{-\gamma}$, donde unos pocos agentes (llamados *hubs*) tengan muchos vínculos, pero la inmensa mayoría posean pocos (redes de libre escala) (Barabási, 2002; Barabási y Albert, 1999; Barabási y Bonabeau, 2003). La probabilidad de que un agente de la red elegido al azar, $p(k)$, esté conectado con k agentes a través de vínculos es proporcional a $k^{-\gamma}$, donde γ es el exponente de la potencia (en la mayoría de las redes se cumple que $2 < \gamma < 3$), siendo C una constante de proporcionalidad, asociada a la normalización. Se van a utilizar diferentes redes artificiales regidas por distintas leyes de

potencia caracterizadas cada una de ellas por un γ . A modo de ejemplo, en la tabla 3 y en el gráfico 5 se puede observar una de las leyes de potencia utilizadas en los experimentos.

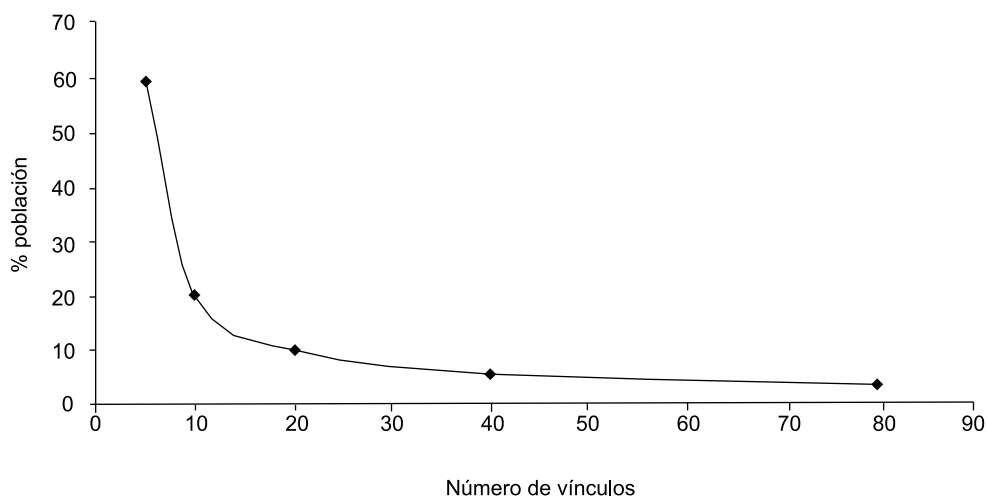
TABLA 3. Distribución power-law de los vínculos de una red

Número de vínculos débiles	% de la población
5	60
10	20
20	10
40	6
80	4

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los experimentos se muestran en el gráfico 6. A medida que crece la desigualdad en la distribución de vínculos, aumenta —al menos en el rango considerado— el tamaño mínimo y crítico que debe tener un grupo moderado y tolerante para lograr el consenso en la red. Mientras que redes menos desigualitarias

GRÁFICO 5. Distribución power-law de los vínculos de una red



Fuente: Elaboración propia.

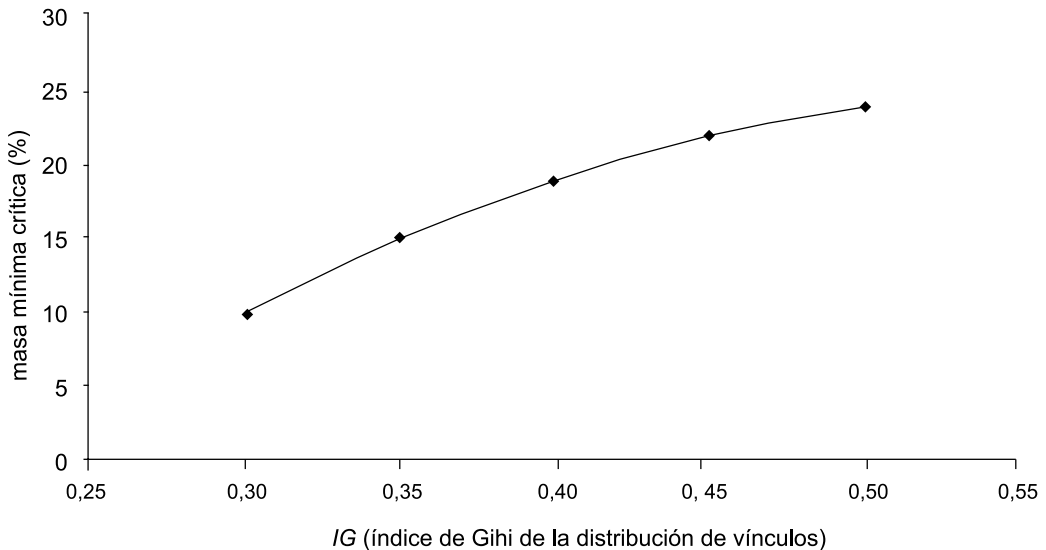
en la distribución de vínculos (con *IG* más bajos) necesitan un tamaño menor de población moderada y tolerante, redes más desigualitarias (con *IG* más altos) requieren un tamaño mayor. Un aumento en la desigualdad en la distribución de vínculos implica, por tanto, más dificultad para lograr el consenso en redes muy polarizadas y divididas.

Se puede encontrar un ejemplo empírico que apoye este modelo en el conflicto político entre los unionistas (protestantes) y los nacionalistas (católicos) en Irlanda del Norte, una sociedad profundamente dividida y enfrentada desde hace siglos. Desde el estallido del último conflicto violento en los años sesenta hasta los años ochenta, el aumento de las desigualdades sociales en Irlanda del Norte fue paralelo al creciente conflicto político entre ambas comunidades. Sin embargo, a partir de los ochenta,

tanto las desigualdades sociales como la intensidad del conflicto político disminuyeron progresivamente. Así pues, parece existir una correlación positiva entre las desigualdades sociales y el conflicto político en Irlanda del Norte (Breen, 2000; Stewart *et al.*, 2005). Esta correlación empírica apoya plenamente los resultados de estos experimentos virtuales: a medida que aumenta la desigualdad social, y, por tanto, como defienden Coleman (1988) y Lin (2001), la desigualdad en la distribución de vínculos, se incrementa el tamaño mínimo que deben tener los sectores moderados y tolerantes para llevar a una red muy polarizada e intolerante al consenso político, como sugieren los resultados de los experimentos, y, por consiguiente, más difícil puede ser evitar la polarización política ligada al conflicto político. De hecho, las políticas más efectivas para terminar con el conflicto

GRÁFICO 6. Efecto del Índice de Gini de la distribución de vínculos sobre el tamaño mínimo crítico para alcanzar consenso

(Estructura de red: libre escala; 100 redes de discusión política;
 $\alpha = 4$; $\eta = 50\%$; $\lambda_{\text{media}} = 50\%$)



Fuente: Elaboración propia.

político en Irlanda del Norte han sido la reducción de las desigualdades sociales (Stewart, 2002; Ruane y Todd, 1996).

3) Impacto de propiedades de los agentes en el tamaño

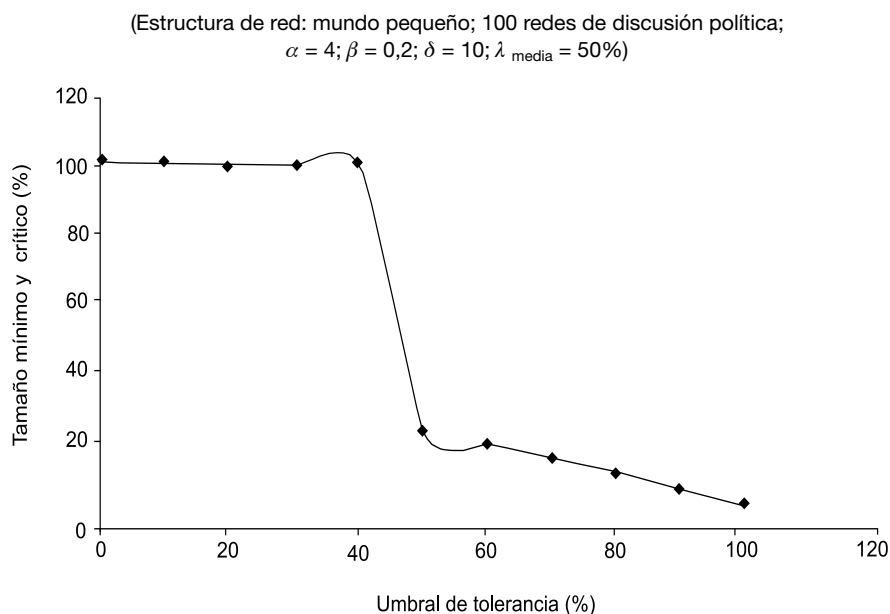
Este conjunto de experimentos pretenden analizar cómo el umbral de tolerancia y el arraigo de las opiniones políticas influyen en el tamaño mínimo y crítico que debe tener un grupo moderado y tolerante para llevar al consenso político a una red altamente polarizada e intolerante.

3.1) El umbral de tolerancia

Existen suficientes evidencias teóricas (Deffuant *et al.*, 2002) que sugieren que cuanto mayor sea el umbral de tolerancia entre los individuos, menor será el nivel de polarización en la sociedad. Los experimentos virtuales aquí realizados apuntan en la misma dirección. Como se puede observar en el gráfico 7, la tolerancia

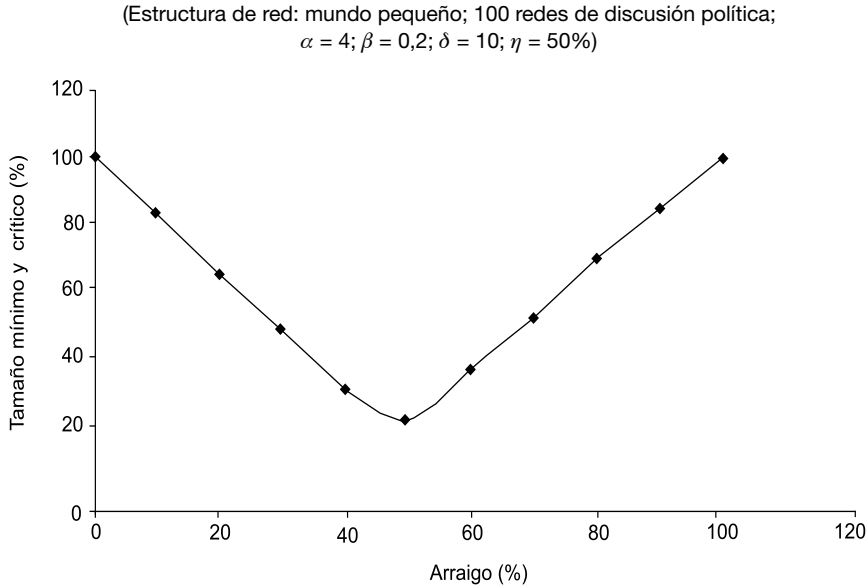
afecta de manera considerable al tamaño mínimo y crítico de los grupos moderados y tolerantes, y, por tanto, al índice de polarización. En el eje de abscisas se tiene el tanto por ciento del umbral de tolerancia, $\eta \% = \eta / \eta_{\text{máx}} \cdot 100$; siendo $\eta_{\text{máx}}$ la máxima distancia entre opiniones políticas. Redes con bajos umbrales de tolerancia necesitan que toda la población sea moderada y tolerante para lograr el consenso; por el contrario, redes con altos umbrales de tolerancia requieren grupos más reducidos de individuos tolerantes y moderados para alcanzar el acuerdo. Así pues, todos los fenómenos sociales que impliquen un aumento de la tolerancia —como la cohesión social— reducen los requerimientos para el logro de acuerdos; sin embargo, los procesos sociales que supongan un incremento de la intolerancia —paralela a la disgregación social— aumentan los obstáculos para el alcance del consenso.

GRÁFICO 7. Efecto del umbral de tolerancia sobre el tamaño mínimo crítico para alcanzar consenso



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 8. Efecto del arraigo de las opiniones políticas sobre el tamaño mínimo crítico para alcanzar consenso



Fuente: Elaboración propia.

3.2) El arraigo de las opiniones políticas

En el gráfico 8 se observa la existencia de un valor crítico en el arraigo de las opiniones políticas para el cual el tamaño de la población moderada y tolerante para llevar a la red al consenso es mínimo. En el eje de abscisas se tiene el tanto por ciento del arraigo de las opiniones políticas, $\lambda \% = \lambda / \lambda_{\text{máx}} \cdot 100$; siendo $\lambda_{\text{máx}}$ la máxima distancia entre opiniones políticas. Redes de agentes con opiniones políticas fuerte o débilmente arraigadas requieren mayores tamaños de grupos moderados y tolerantes para lograr el acuerdo político que redes de agentes con opiniones políticas con arraigos intermedios. Por tanto, puede defenderse que sociedades con individuos con opiniones políticas profunda o superficialmente arraigadas logran con más dificultad el consenso político que sociedades donde el arraigo político es moderado. Aunque la comprobación empírica

de esta interesante hipótesis está fuera de los objetivos de este trabajo, podría ser abordada en futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

Los resultados de los experimentos virtuales realizados en este trabajo ponen de manifiesto la importancia crítica del tamaño de los grupos moderados y tolerantes para el logro de acuerdos políticos en redes donde reina el extremismo y la intolerancia: por debajo de cierto valor crítico casi nunca se alcanza el consenso político, mientras que por encima se logra casi siempre. Lo esencial de estos experimentos no son obviamente los valores numéricos concretos de los tamaños de los grupos moderados y tolerantes, que dependen en gran medida de los valores arbitrarios de los parámetros de partida, sino la forma sigmoidea de las funciones que se mantiene

constante independientemente de los valores de dichos parámetros iniciales. Los resultados también ponen de relieve que dichos valores críticos no solo dependen de diferentes propiedades estructurales de las redes como la densidad de red y el grado de desigualdad en la distribución de vínculos, sino también de ciertas propiedades individuales como el umbral de tolerancia y el arraigo de las opiniones políticas de los agentes. El antiguo conflicto entre la Sociología de la estructura y de la agencia es trasladado aquí para explicar el acuerdo o no sobre cuestiones políticas mediante la combinación de la simulación basada en agentes y el análisis de redes sociales².

Que el tamaño mínimo dependa de las propiedades estructurales de las redes significa que dichas propiedades pueden impedir el consenso político a pesar de que los agentes busquen en sus interacciones la convergencia en cuestiones políticas, que es el presupuesto de partida. Así pues, no basta con la buena voluntad de los individuos de una red para alcanzar el acuerdo político: la estructura de dicha red es también un factor crucial a tener en cuenta. La paradoja entre los micromotivos de los agentes que buscan el consenso político en sus interacciones y el macrorresultado de la polarización política extendida por toda la red puede ser explicada adecuadamente por un modelo que utiliza la simulación basada en agentes y el análisis de redes sociales.

Este trabajo pertenece a una línea novedosa de investigación sociológica que pretende analizar las relaciones entre la estructura de las redes sociales y los procesos dinámicos que tienen lugar dentro de ella. Los resultados de estos experimentos virtuales apoyan plenamente la tesis de que la es-

tructura topológica de las redes sociales puede ser un factor clave para explicar ciertos fenómenos sociales (Barabási, 2002; Coleman, Katz y Menzel, 1957; Hedström, 2005; Hedström y Bearman, 2009; Granovetter, 1973; Newman, 2003; Newman *et al.*, 2003; Milgram, 1967; Schelling, 1978; Strang y Soule, 1998; Watts, 2003).

El tamaño mínimo también depende de ciertas propiedades de los agentes que constituyen las redes sociales. Por un lado, dicho tamaño depende del nivel de tolerancia de los individuos, como sugieren algunos trabajos teóricos. Por otro lado, tal tamaño depende también del arraigo de las opiniones políticas: redes de agentes con opiniones políticas fuerte o débilmente arraigadas logran con más dificultad el acuerdo político que redes de agentes con opiniones políticas moderadamente arraigadas.

Por último, se debe indicar también que los experimentos virtuales realizados en este trabajo podrían poseer algunos inconvenientes: en primer lugar, como ocurre con cualquier otro experimento, es necesario comprobar si los resultados de tales experimentos virtuales se deben a causas sustantivas o a defectos en la programación de las redes artificiales. Por ello, sería fundamental replicar los experimentos, es decir, comprobar si distintos programas realizados por diferentes equipos de investigación obtienen resultados similares (García-Valdecasas, 2011; Gilbert, 2008; González-Bailón, 2004).

El segundo problema procede del insuficiente fundamento empírico tanto del mecanismo de interacción entre los agentes como de los detalles de la estructura de las redes artificiales. Suelen ser escasos los datos empíricos procedentes del análisis estadístico, del análisis de redes sociales y de los experimentos de laboratorio para evaluar el ajuste entre las redes artificiales y las redes sociales reales. De aquí que los experimentos virtuales realizados en este trabajo sin un contraste empírico pertinente no puedan liberarse

² Agradezco a un revisor anónimo de la *REIS* su comentario sobre la importancia de esta doble dimensión (estructura y agencia) para explicar las cuestiones aquí planteadas.

de cierto aire de arbitrariedad, que es como mínimo incómodo (González-Bailón, 2004). Sin embargo, dada la carencia o imposibilidad de obtener suficientes datos empíricos para investigar la polarización política en redes sociales, los experimentos virtuales con redes artificiales se presentan como el único método para intentar responder a las cuestiones aquí planteadas (García-Valdecasas, 2011).

BIBLIOGRAFÍA

- Abramowitz, Alan I. y Kile L. Saunders (2008): «Is Polarization a Myth?», *Journal of Politics*, 70 (2): 542-555.
- Allison, Paul D. (1978): «Measures of Inequality», *American Sociological Review*, 43: 865-880.
- Amblard, Frédéric y Guillaume F. Deffuant (2004): «The Role of Network Topology on Extremism Propagation with the Relative Agreement Opinion Dynamics», *Physica A*, 343: 725-738.
- Axelrod, Robert (1997a): «Advancing the Art of Simulation in the Social Science», en R. Conte, R. Hegselmann y P. Terna (eds.), *Simulation Social Phenomena*, Berlín: Springer-Verlag.
- (1997b): «The Dissemination of Culture: A Model with Local Convergence and Global Polarization», *Journal Conflict Resolution*, 41: 203-226.
- Baldassarri, Delia y Peter Bearman (2007): «Dynamics of Political Polarization», *American Sociological Review*, 72: 784-811.
- Barabási, Albert L. (2002): *Linked. The New Science of Networks*, Cambridge: Perseus.
- y Reka Albert (1999): «Emergence of Scaling in Random Networks», *Science*, 286: 509-512.
- y Eric Bonabeau (2003): «Redes sin Escala», *Investigación y Ciencia*, julio: 58-67.
- Boccaletti, Stefano et al. (2006): «Complex Networks: Structure and Dynamics», *Physics Reports*, 424: 175-308.
- Breen, Richard (2000): «Class Inequality and Social Mobility in Northern Ireland, 1973-1996», *American Sociological Review*, 65: 392-406.
- Burt, Ronald S. (2004): «Structural Holes and Good Ideas», *American Journal of Sociology*, 110: 349-399.
- (2005): *Brokerage and Closure*, Oxford: Oxford University Press.
- Carrington, Peter J., John Scott y Stanley Wasserman (eds.) (2005): *Models and Methods in Social Network Analysis*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Coleman, James S. (1988): «Social Capital in the Create of Human Capital», *American Journal of Sociology*, 94: 95-120.
- , Herbert Menzel y Elihu Katz (1957): «The Diffusion of an Innovation Among Physicians», *Sociometry*, 20: 253-270.
- Deffuant, Guillaume F. et al. (2000): «Mixing Beliefs Among Interacting Agents», *Advances in Complex Systems*, 3: 87-98.
- et al. (2002): «How Can Extremism Prevail? A Study Based on the Relative Agreement Interaction Model», *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 5 (4), (en línea). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/4/1.html>, último acceso, 1 de enero de 2012.
- Diestel, Reinhard (2000): *Graph Theory*, Nueva York: Electronic Edition.
- DiMaggio, Paul, John Evans y Bethany Bryson (1996): «Have Americans' Social Attitudes Become More Polarized?», *American Journal of Sociology*, 102: 690-755.
- Epstein, Joshua M. (2006): *Generative Social Science - Studies in Agent-Based Computational Modeling*, Princeton: Princeton University Press.
- Esteban, Joan M. y Debraj Ray (1994): «On the Measurement of Polarization», *Econometrica*, 62: 19-51.
- Fiorina, Morris P. y Samuel J. Abrams (2008): «Political Polarization in the American Public», *Annual Review of Political Science*, 11: 563-588.
- Fowler, James H. (2005): «Turnout in a Small World», en A. S. Zuckerman (ed.), *The Social Logic of Politics. Personal Networks as Contexts for Political Behaviour*, Filadelfia: Temple University Press.
- Franks, Daniel W. et al. (2008): «Extremism Propagation in Social Networks with Hubs», *Adaptive Behavior*, 16 (4), (en línea). <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/13480>, último acceso, 1 de enero de 2012.
- García-Valdecasas, José I. (2011): «La Simulación Basada en Agentes: una nueva forma de explorar los fenómenos sociales», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 136: 91-110.
- Gilbert, Nigel (2008): *Agent-Based Models, Quantitative Applications in the Social Science* 153, Londres: Sage.

- y Andrew Abbott (eds.) (2005): «Social Science Computation», *American Journal of Sociology*, 110 (4): 859-863.
- y Klaus G. Troitzsch (2005): *Simulation for the Social Scientist*, Milton Keynes: Open University Press.
- González-Bailón, Sandra (2004): «¿Sociedades artificiales? Una introducción a la simulación social», *Revista Internacional de Sociología*, 39: 199-222.
- (2006): «The Role of Dynamic Network in Social Capital: A Simulation Experiment», *Papers: Revista de Sociología*, 80: 171-194.
- , Andreas Kaltenbrunner y Rafael E. Banchs (2010): «The Structure of Political Discussion Networks: A Model for the Analysis of Online Deliberation», *Journal of Information Technology*, 25 (2): 230-243.
- Granovetter, Mark (1973): «The Strength of Weak Ties», *American Journal of Sociology*, 76: 1360-1380.
- (1974): *Getting a Job. A Study of Contacts and Careers*, Cambridge: Harvard University Press.
- Hanneman, Robert A. y Mark Riddle (2005): *Introduction to Social Network Methods*, Riverside: University of California.
- Hedström, Peter (2005): *Dissecting the Social*, Cambridge: Cambridge University Press.
- y Peter Bearman (eds.) (2009): *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*, Oxford: Oxford University Press.
- Hegselman, Rainer y Ulrich Krause (2002): «Opinion Dynamics and Bounded Confidence Models, Analysis and Simulation», *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 5 (3) (en línea). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/3/2.html>, último acceso, 1 de enero de 2012.
- Holland, John H. (1998): *Emergence: From Chaos to Order*, Cambridge: Perseus Books.
- Hunter, Jaime. D. (1991): *Culture Wars: The Struggle to Define America*, Nueva York: Basic Books.
- La Due Lake, Ronald y Robert Huckfeldt (1998): «Social Capital, Social Networks, and Political Participation», *Political Psychology*, 19: 567-584.
- Latané, Bibb (1981): «The Psychology of Social Impact», *American Psychologist*, 36: 343-356.
- Lazarsfeld, Paul y Robert K. Merton (1954): «Friendship as a Social Process: A Substantive and Methodological Analysis», en M. Berger, Theodore Abel y Charles H. Page (eds.), *Freedom and Control in Modern Society*, Nueva York: Van Nostrand.
- Lin, Nan (2001): *Social Capital. A Theory of Social Structure and Action*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Macy, Michael W. y Andreas Flache (2009): «Social Dynamics from the Bottom Up: Agent-Based Model of Social Interaction», en P. Hedström y P. Bearman (eds.), *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*, Oxford: Oxford University Press.
- , James A. Kitts y Andreas Flache (2003): «Polarization in Dynamic Networks: Hopfield Model Emergent Structure», en R. Breiger, K. Carley y P. Pattison (eds.), *Dynamic Social Network Modelling and Analysis*, Washington, D. C.: National Academy of Sciences.
- y Robert Willer (2002): «From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modelling», *Annual Review of Sociology*, 28: 143-166.
- McPherson et al. (2001): «Birds of a Feather: Homophily in Social Networks», *Annual Review of Sociology*, 27: 415-444.
- Milgram, Stanley (1967): «The Small World problem», *Psychology Today*, 2: 60-67.
- Molina, José Luis (2001): *El Análisis de Redes Sociales. Una Introducción*, Barcelona: Edicions Bellaterra.
- Montalvo, José G. y Marta Reynal-Querol (2005): «Ethnic Polarization, Potential Conflict, and Civil Wars», *American Economic Review*, 95: 796-815.
- Moody, James (2009): «Network Dynamics», en P. Hedström y P. Bearman (eds.), *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*, Oxford: Oxford University Press.
- Newman, Mark E. J. (2003): «The Structure and Function of Complex Networks», *SIAM Review*, 45: 167-256.
- , Albert Barabási y Duncan J. Watts (2003): *The Structure and Dynamics of Networks*, Princeton: Princeton University Press.
- Nowak, Andrzej, Jacek Szamrej y Bibb Latané (1990): «From Private Attitude to Public Opinion: A Dynamic Theory of Social Impact», *Psychological Review*, 97: 362-376.
- Pérez-Díaz, Víctor (2003): «De la Guerra Civil a la sociedad civil: el capital social en España entre los años treinta y noventa del siglo XX», en R.

- Putnam (ed.), *El Declive del Capital Social*, Barcelona: Círculo de Lectores.
- Putnam, Robert D. (2000): *Bowling Alone. The Collapse and Revival of American Community*, Nueva York: Simon and Schuster.
- Requena, Félix (1989): «El concepto de red social», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 48: 137-152.
- (ed.) (2003): *Análisis de redes sociales: orígenes, teorías y aplicaciones*, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Rodríguez, Josep A. (1995): *Análisis estructural y de redes*, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Ruane, Joseph y Jennifer Todd (1996): *The Dynamics of Conflict in Northern Ireland*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Schelling, Thomas C. (1978): *Micromotives and Macrobehavior*, Nueva York: W. W. Norton.
- Siegel, David A. (2009): «Social Networks and Collective Action», *American Journal of Political Science*, 53: 122-138.
- Stewart, Frances (2002): «Horizontal Inequalities: A Neglected Dimension of Development», *QEH Working Paper Series*, Oxford: Queen Elizabeth House, University of Oxford.
- *et al.* (2005): «Social Exclusion and Conflict: Analysis and Policy Implications», *CRISE Policy Paper*, Centre for Research on Inequality, Human Security and Ethnicity, Queen Elizabeth House, University of Oxford.
- Strang, David y Sarah A. Soule (1998): «Diffusion in Organizations and Social Movement: From Hybrid Corn to Poison Pills», *Annual Review of Sociology*, 24: 265-290.
- Sznajd-Weron, Katarzyna y Jozef Sznajd (2000): «Opinion Evolution in Closed Community», *International Journal of Modern Physics C*, 11 (6): 1157-1165.
- Wasserman, Stanley y Katherine Faust (1994): *Social Network Analysis*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, Duncan J. (1999a): «Network, Dynamic and Small-World Phenomenon», *American Journal of Sociology*, 105: 493-527.
- (1999b): *Small Worlds: The Dynamic Between Order and Randomness*, Princeton: Princeton University Press.
- (2003): *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, Nueva York: Norton.
- y Steven H. Strogatz (1998): «Collective Dynamics of "Small World" Networks», *Nature*, 393: 440-442.
- Wilensky, Uri (1999): *NetLogo* [Computer software], Evanston: Northwestern University, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling.
- Wuthnow, Robert (1989): *The Struggle for America's Soul: Evangelicals, Liberals, and Secularism*, Grand Rapids: Eerdmans.

RECEPCIÓN: 22/02/2012

REVISIÓN: 17/07/2012

APROBACIÓN: 10/01/2013