

Modelo para simular la formación de opinión en una sociedad

Nicolas Mantilla-Molina ^{*}, Jose L. Palacios-Córdoba ^{**}

Universidad Industrial de Santander

Carrera 27 # 9

Universidad del Valle

Calle 13 # 100-00

27 de julio de 2024

Índice

1. Introducción	2
2. Metodología	3
3. Resultados	4
4. Análisis	15
5. Conclusiones	16

Resumen

En este trabajo se estudió un modelo de formación de opinión con el objetivo de analizar cómo podrían evolucionar las opiniones de los individuos en una sociedad cuando estos están expuestos al intercambio de ideas con otros individuos o a una propaganda. Se consideraron dos variantes del modelo: individuos libres, que pueden interactuar con cualquier otro individuo, e individuos fijos, que solo interactúan con sus vecinos inmediatos en un arreglo bidimensional. Para ambos modelos, se diseñó un código numérico que asignó números aleatorios en el intervalo $[0,1]$ para representar las opiniones x_i de los individuos, así como una tolerancia $\delta_i \in [0,1]$ que determina el grado de susceptibilidad al cambio de opinión.

Se estudiaron cuatro escenarios principales: (1) individuos con $\delta_i = 1/2$, (2) individuos con $\delta_i = 0.2$, (3) interacción con una propaganda $S = 1$ y probabilidad $m = 0.9$ de interactuar con los individuos, y (4) una sociedad con líderes de opinión y propaganda moderada.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre ambos modelos. En el modelo de individuos libres, se observó convergencia de opiniones, polarización, y fuerte influencia de la propaganda y los líderes dependiendo del escenario. En contraste, el modelo de individuos fijos

^{*}e-mail: nicolas2210707@correo.uis.edu.co

^{**}e-mail: palacios.jose@correounivalle.edu.co

mostró una mayor resistencia a la polarización y a la influencia uniforme de la propaganda, manteniendo una mayor diversidad de opiniones.

Este estudio resalta la importancia de la estructura de interacciones sociales en la dinámica de opiniones y proporciona una base para futuros modelos más complejos que podrían mejorar nuestra comprensión de cómo se forman y cambian las opiniones en diferentes contextos sociales.

1. Introducción

Un fenómeno de interés en la sociedad es comprender cómo los individuos con ciertas ideas, ideologías o idiosincrasias pueden modificar su pensamiento al interactuar con agentes externos, como otros individuos, publicidad, entre otros. Ciertamente, el estudio de cómo cambian las opiniones de los individuos es una tarea con un alto componente social, por lo cual se esperaría que fuera abordada por ramas del conocimiento como la psicología, la sociología o incluso la economía.

Sin embargo, este problema se puede considerar como un sistema de la naturaleza que evoluciona dinámicamente bajo ciertas reglas, lo que abre las puertas al uso de herramientas de las ciencias naturales y exactas para abordarlo. Por ejemplo, en [1, 2] se propone modelar los cambios en las opiniones de los individuos considerando que estas son variables continuas en un intervalo entre cero y uno. Este modelo denota como x_i la opinión del individuo i . Estos individuos también tienen un nivel de tolerancia δ_i , el cual determinará si cambian o no su opinión. Esta tolerancia es, al igual que la opinión, un número real en el intervalo $[0,1]$. Un individuo muy susceptible al cambio tendrá una tolerancia cercana a uno, mientras que un individuo que admite pocas modificaciones en su opinión tendrá una tolerancia cercana a cero. De tal forma que aquellos individuos con poca tolerancia sólo podrían ser afectados por aquellos con ideas similares. Asimismo, se puede modelar la influencia de una propaganda, la cual se denomina S , asignándole también un número aleatorio entre cero y uno, es decir, la propaganda es igual a una opinión más [1]. Contrario a los otros individuos, la propaganda no cambia su opinión y se le asigna una probabilidad m de que un sujeto interactúe con ella.

Así entonces, si un individuo interactúa con la propaganda en un tiempo t , con una probabilidad m de que esto suceda, su opinión se verá modificada si:

$$|x_i^t - S| < \delta_i, \quad (1)$$

es decir, si la diferencia entre la opinión del individuo y de la propaganda es menor a la tolerancia δ_i de la persona. En caso de satisfacerse la desigualdad anterior, la opinión x_i en el tiempo $t + 1$ será:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \mu (S - x_i^t), \quad (2)$$

con μ una constante entre $[0,1/2]$ llamada factor de convergencia. En el caso contrario, si la diferencia de opinión es mayor a la tolerancia, se tiene que $x_i^{t+1} = x_i^t$.

Los individuos también pueden interactuar con otro individuo x_j , la probabilidad de que esto suceda será $1 - m$. El cambio de opinión ocurrirá si se satisface:

$$|x_i^t - x_j^t| < \delta_i, \quad (3)$$

y la nueva opinión para x_i estará dada por:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \mu (x_j^t - x_i^t). \quad (4)$$

De la misma forma que x_j puede modificar a x_i , es de esperarse que el caso contrario también suceda; por lo cual, si:

$$|x_j^t - x_i^t| < \delta_j, \quad (5)$$

entonces, la opinión del sujeto j cambiará por:

$$x_j^{t+1} = x_j^t + \mu (x_i^t - x_j^t). \quad (6)$$

Si la tolerancia de los individuos en cuestión no es lo suficientemente grande para ser alterada por el otro individuo, entonces, al igual que en el caso de la propaganda, estos mantienen su misma opinión en el tiempo $t + 1$.

Por otro lado, se consideró realizar un análisis en el cual cada individuo se encuentra fijo en un arreglo cuadrado (podría comprenderse como los puestos en un evento político, de marketing, etc.), donde cada individuo interactúa con probabilidad $1 - m$ con los vecinos directamente alrededor (ubicados arriba, abajo, a izquierda y a derecha) o con probabilidad m con la propaganda. Las demás reglas de modificación de opinión se mantienen iguales al modelo descrito anteriormente.

Con este marco teórico en mente, se propone estudiar los cambios en la opinión de individuos que interactúan con otros individuos y con la propaganda bajo las reglas establecidas en (1)-(6) con el objetivo de determinar el estado final de opinión del sistema y comparar cómo este cambia al considerar diferentes escenarios.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta el método usado para modelar el sistema de ecuaciones (1)-(6) junto con los distintos escenarios bajo los cuales los individuos interactúan. En la sección 3 están consignados los histogramas que muestran los estados de las opiniones. En la sección 4 se discuten los resultados. Finalmente, en la sección 5 se consignan las conclusiones.

2. Metodología

Para el análisis del modelo de formación de opinión se utilizaron los programas Mathematica y Python¹ con el objetivo de programar el sistema de ecuaciones descrito anteriormente. Las opiniones x_i de los individuos se asignaron usando números aleatorios distribuidos uniformemente entre cero y uno. De esta misma forma, se asignaron los niveles de tolerancia δ_i para los casos donde esta no es constante. El factor de convergencia se mantuvo igual a $1/2$ para todos los individuos en la simulación de individuos "libres", e igual a 0.1 en la simulación de individuos "fijos". En los casos donde se introduce una propaganda con probabilidad m , se consideró un generador de números aleatorios que sigue una distribución binomial de la forma $\binom{1}{k}(1-p)^{1-x}p^k$; así, si el número aleatorio generado es uno, el individuo en cuestión interactúa con la propaganda. Por otro lado, si es cero, interactúa con otro individuo. Para seleccionar el (o los) individuo(s) de prueba x_i, x_j , es decir, aquellos que

¹Los programas y resultados pueden consultarse en el [repositorio de GitHub](#).

interactúan con la propaganda o con otro individuo, se utilizó un generador de números enteros aleatorios entre $[1, N]$ (N es el número de personas) de tal forma que los índices i y j son escogidos al azar, para el caso de individuos libres, mientras que en la simulación de individuos fijos se interactúa con los individuos aledaños.

Con este marco, se consideraron cuatro casos distintos de formación de opinión para cada modelo de simulación:

- I: En el primer caso, para individuos libres, se consideraron cien individuos ($i = 1, \dots, 100$) con el mismo nivel de tolerancia $\delta = 0.5$ y sin propaganda $m = 0$. El número de interacciones entre individuos fue de diez mil. En la simulación de individuos fijos se consideraron 2500 individuos en una red de 50×50 con 160 pasos de simulación (se recorren todos los individuos 160 veces).
- II: En el segundo caso, para individuos libres (fijos), se disminuyó el nivel de tolerancia a $\delta = 0.2$ manteniendo los cien (dos mil quinientos) individuos, pero generando nuevas opiniones dadas por números aleatorios entre cero y uno. En este caso, la propaganda se mantuvo igual a cero y se realizaron también $N = 10000$ iteraciones ($N = 160$ pasos).
- III: Se consideró un alto nivel de propaganda haciendo $m = 0.9$. La opinión de la propaganda se eligió igual a uno. En la simulación de individuos libres (fijos) se consideraron diferentes tolerancias para los 100 (2500) individuos, asignando números aleatorios a estas al igual que con las opiniones. Nuevamente se realizaron diez mil interacciones (ciento sesenta pasos).
- IV: Se consideró, para los individuos libres, la inclusión de un líder, es decir, un sujeto cuya tolerancia es cero. Se disminuyó la influencia de la propaganda a $m = 0.001$ y se cambió su opinión por $S = 1/2$. Se consideraron solamente diez individuos (uno de ellos el líder) cuyas opiniones fueron asignadas de una forma más discrecional. Las tolerancias fueron elegidas de forma aleatoria, con excepción de la del líder, y se mantuvo igual el número de interacciones. También se incluyó un segundo líder y se aumentó el nivel de propaganda a $m = 0.2$ con una opinión $S = 0.5$. El número de individuos también se modificó a diecisiete, entre ellos los dos líderes, y se consideraron diez mil interacciones.

Por otra parte, para el caso de los individuos fijos, en primera instancia se incluyeron 25 líderes con opinión $x_{lider} = 1$, equiespaciados a lo largo de la red, con una propaganda $S = 0.5$ y probabilidad de interacción con la propaganda de $m = 0.01$, los demás parámetros iguales a los de los casos anteriores. Como segundo ejemplo del caso, se consideraron 49 líderes equiespaciados, esta vez tomando una probabilidad de interacción con propaganda de $m = 0.2$.

3. Resultados

Caso I: Para el primer caso con individuos libres, se observó que partiendo de un estado inicial de opiniones distribuidas uniformemente entre cero y uno, estas, a medida que los individuos interactúan, tienden a acercarse al factor de convergencia $1/2$. En la figura 1 se muestra la

evolución de las opiniones de los individuos en función del número de interacciones, donde se puede apreciar cómo, a mayor número de interacciones, las opiniones se ordenan cerca de la opinión $1/2$. En la figura 2 se muestran los histogramas inicial y final de las opiniones x_i de los individuos.

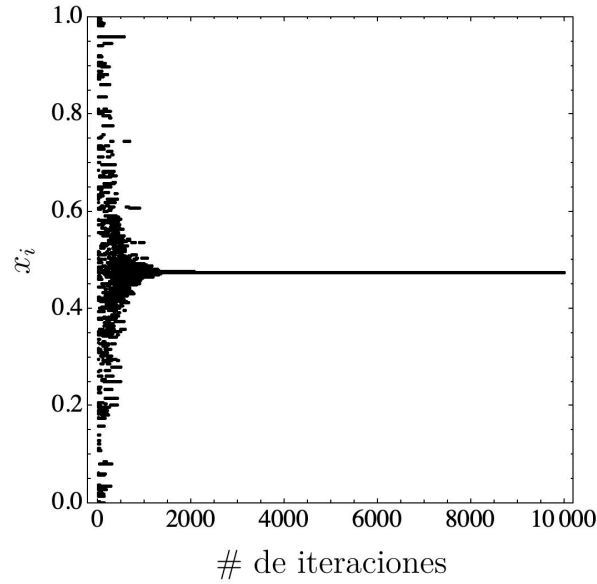
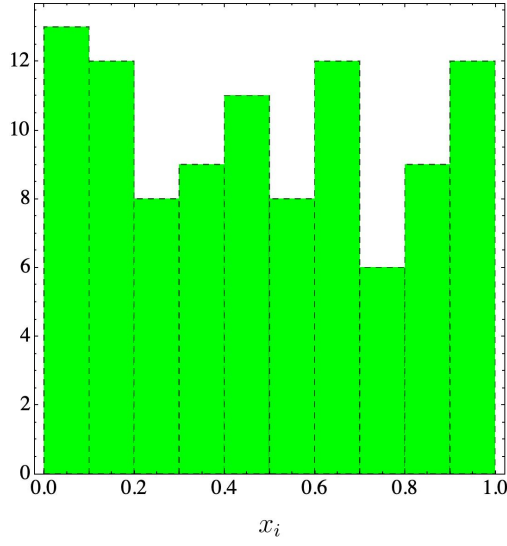
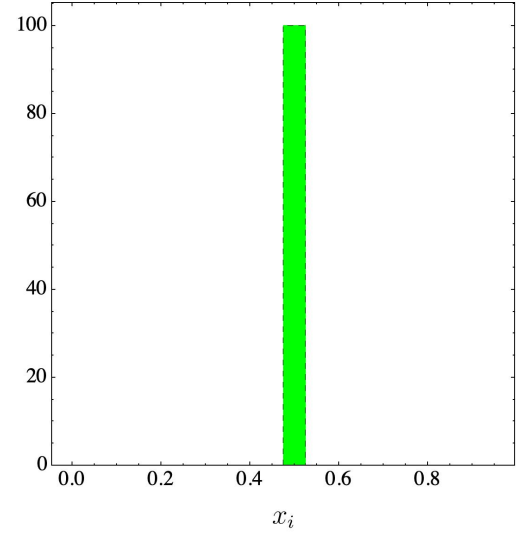


Figura 1: Evolución de las opiniones de los individuos como función del número de interacciones para $\delta = 1/2$. Las opiniones convergen al factor de convergencia $\mu = 1/2$ a medida que el número de iteraciones aumenta.



(a) Estado inicial



(b) Estado final

Figura 2: Histogramas de las opiniones iniciales y finales para el caso I. En la figura 2a se observa como las opiniones están distribuidas de forma uniforme en el intervalo $[0,1]$. En 2b se observa como después de diez mil iteraciones las opiniones convergen a 0.5.

En cuanto al caso de individuos fijos, partiendo de opiniones distribuidas uniformemente, se observa en la figura 3 una evolución hacia una opinión de 0.5 con pequeñas fluctuaciones alrededor de dicho valor. En la figura 4, notamos la distribución final de las opiniones completamente entre 0.4 y 0.6, confirmando el acuerdo entre los individuos. Más aún, en la figura 4b podemos observar como alrededor del paso 55, los últimos individuos cuya opinión se encontraban relativamente lejos del valor 0.5 modifican su opinión al rango final de valores. Un gif de la simulación completa paso a paso puede ser visualizado en el siguiente enlace: [gif caso I](#).

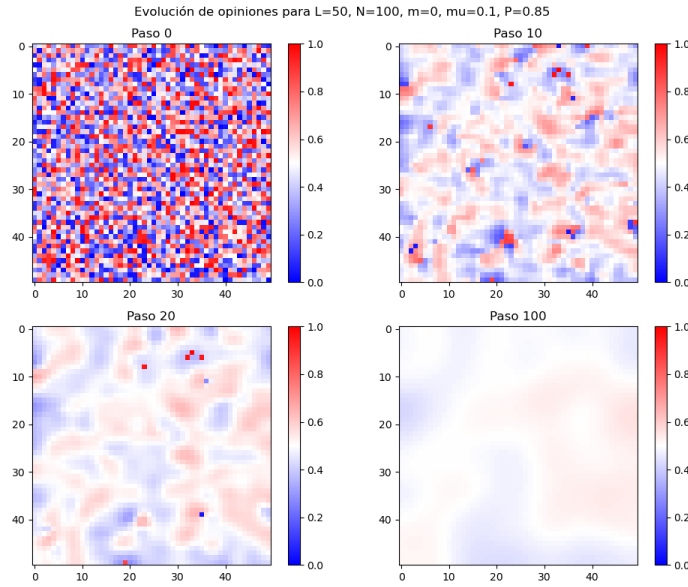


Figura 3: Evolución de las opiniones de los individuos en los pasos 0, 10, 20 y 100 de la simulación para el caso I de individuos fijos.

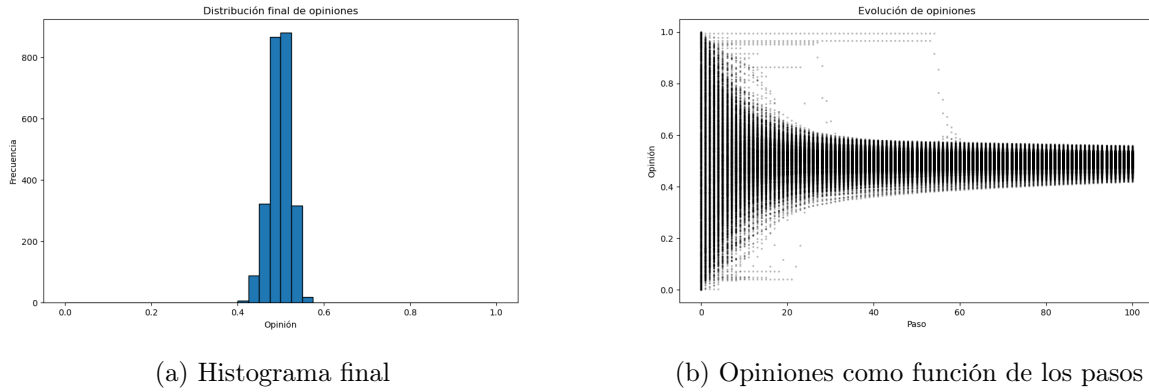


Figura 4: Histograma final y evolución de las opiniones en la simulación para el caso I. Es de notar la convergencia de las opiniones a un rango de valores centrados en 0.5.

Caso II: Para el segundo caso, con individuos libres, se disminuyó la tolerancia de los individuos manteniendo todos los demás parámetros del modelo igual. En la figura 5 se muestra la evolución de las opiniones en función del número de interacciones, mientras que en la figura 6 están los histogramas de las opiniones finales e iniciales. De estas figuras se puede observar cómo los individuos tienden a polarizarse alrededor de los intervalos $[0.1, 0.2]$ y $[0.7, 0.8]$.

En cuanto a los individuos fijos, contrario a los individuos libres, no existe un acuerdo entre

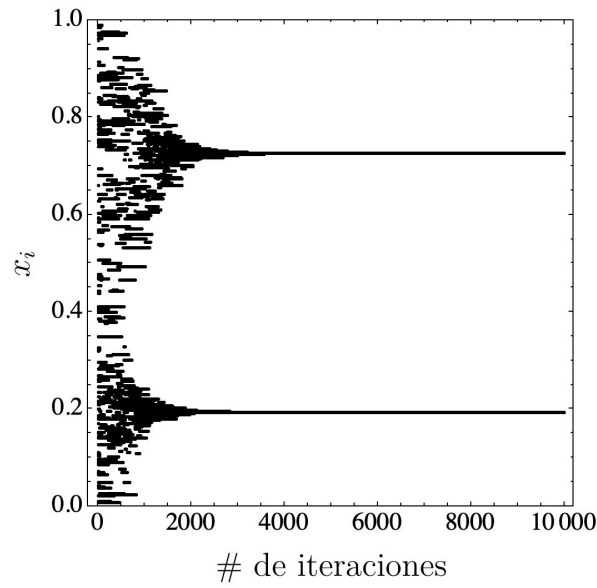
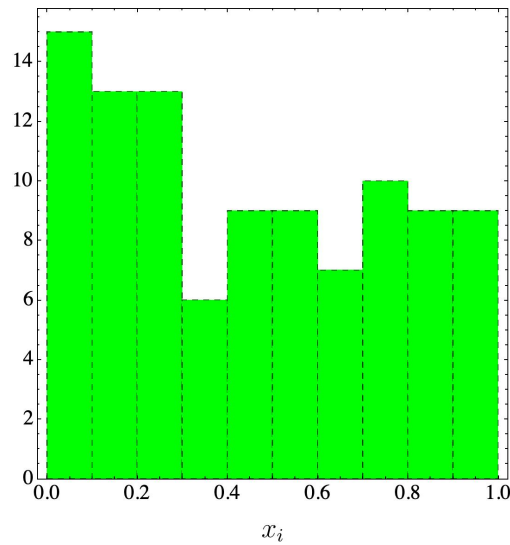
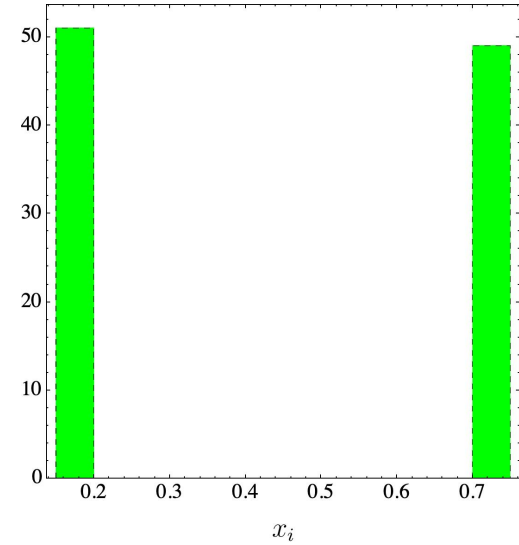


Figura 5: Evolución de las opiniones de los individuos como función del número de interacciones para $\delta = 0.2$. Para el nivel de tolerancia escogido los individuos tienden a polarizarse a medida que interaccionan.



(a) Estado inicial



(b) Estado final

Figura 6: Histogramas de las opiniones iniciales y finales para el caso II. En [2b](#) se observa como después de diez mil iteraciones las opiniones se polarizan.

los individuos, como puede observarse en las figuras 7 y 8. En particular, en la figura 8a se observa la distribución de las opiniones la cual si bien no es uniforme, no deja en claro algún conjunto de opiniones más favorecidas que otras. Un gif con la evolución de la simulación puede ser visualizado en el siguiente enlace: [gif caso II](#).

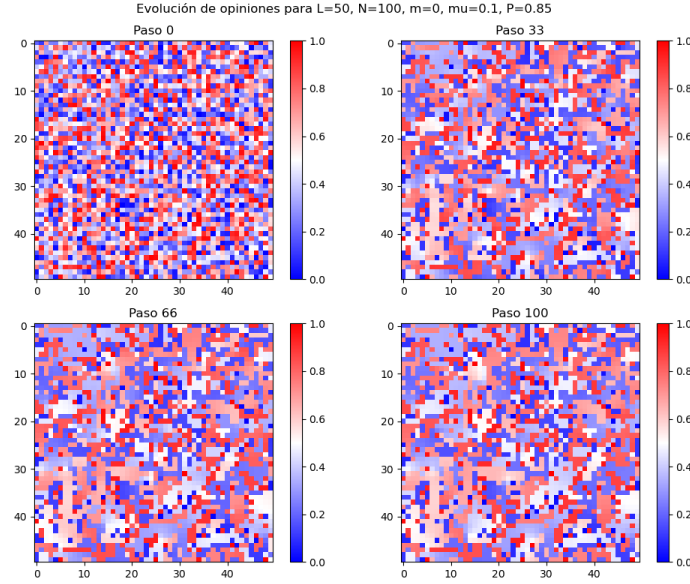


Figura 7: Evolución de las opiniones de los individuos en los pasos 0, 33, 66 y 100 de la simulación para el caso II de individuos fijos.

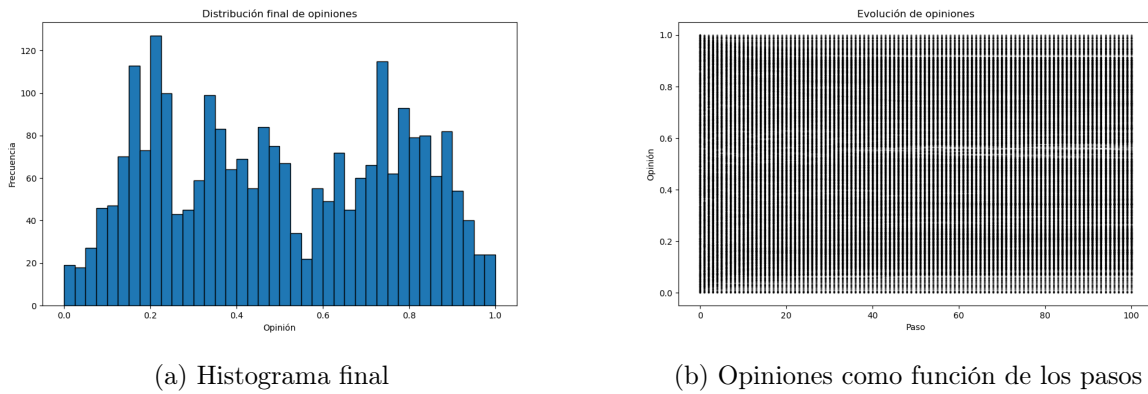


Figura 8: Histograma final y evolución de las opiniones en la simulación para el caso II. Hay un considerable disenso entre los individuos, cuyas opiniones son variadas y no se centran en ningún valor particular.

Caso III: Ahora, para los individuos libres bajo la influencia de una propaganda externa y en el caso extremo en que la probabilidad de interactuar con la misma sea alta ($m = 0.9$), se encuentra que los individuos tienden a alinear su opinión con la propaganda. Esto se puede ver reflejado en la figura 9.

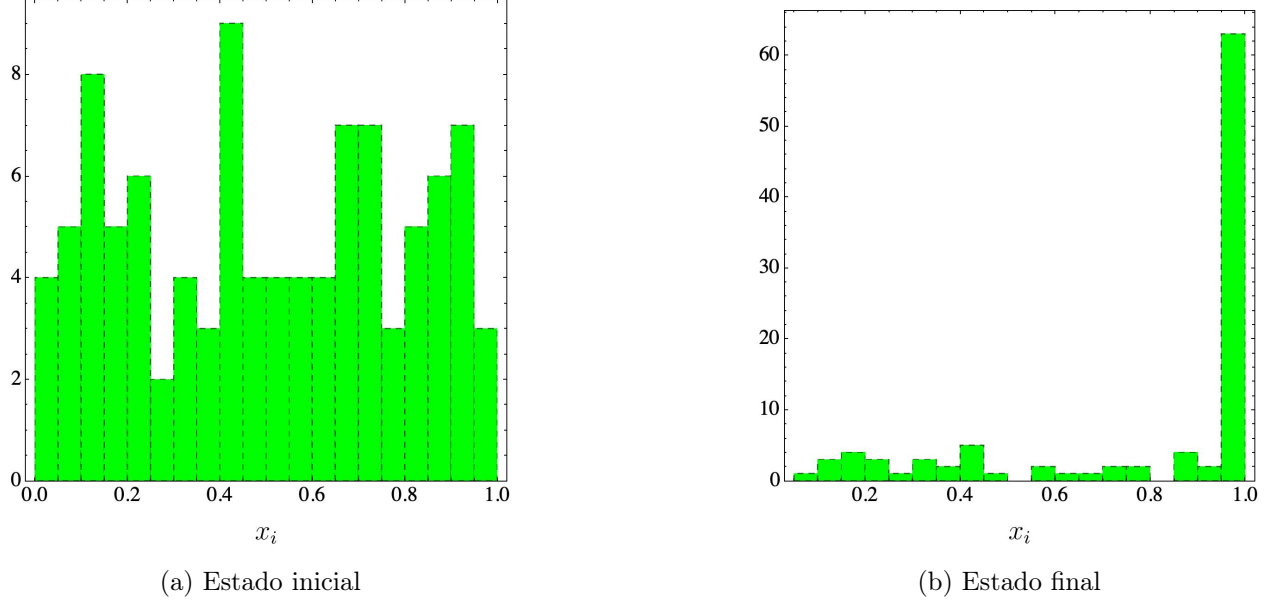


Figura 9: Histograma de las opiniones iniciales y finales de los individuos para una propaganda $S = 1$ y una probabilidad $m = 0.9$ de interactuar con la propaganda. En la figura 9b se observa cómo los individuos tienden a alinear sus opiniones con la de la propaganda después de interactuar con ella. En 9a se muestra el histograma de opiniones iniciales del sistema.

Por otra parte, para los individuos fijos, se observa su evolución y estado final en las figuras 10 y 11. Es notoria la influencia de la propaganda en cuanto atrae las opiniones a un valor igual a la suya. Un gif con la evolución de la simulación puede ser visualizado en el siguiente enlace: [gif caso III](#).

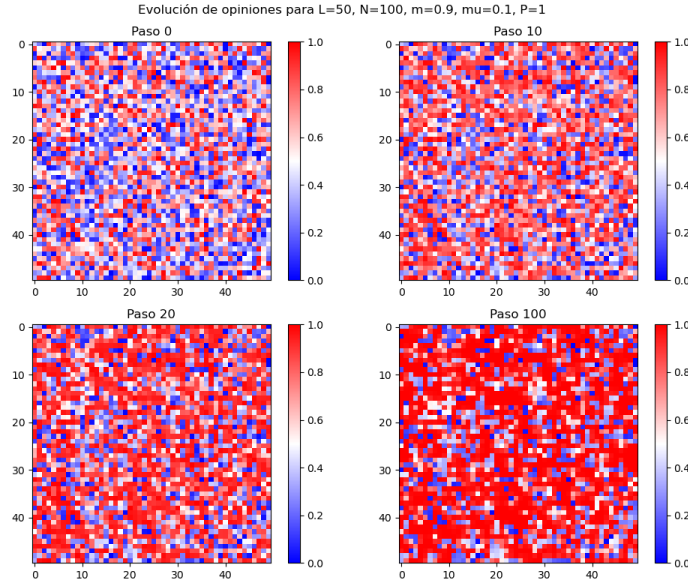
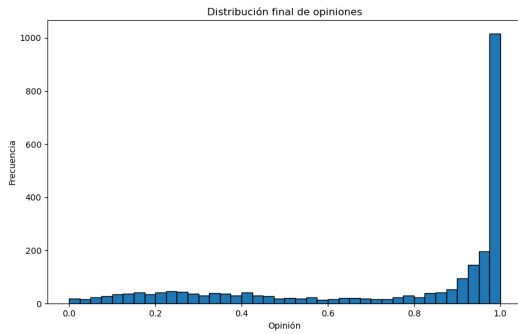
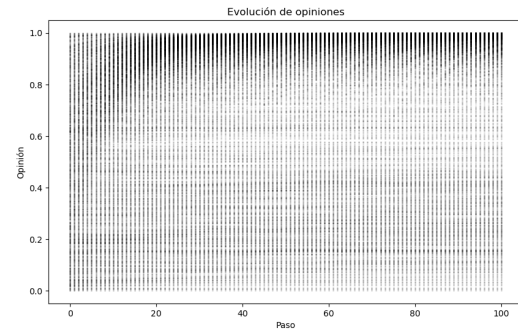


Figura 10: Evolución de las opiniones de los individuos en los pasos 0, 10, 20 y 100 de la simulación para el caso III de individuos fijos.



(a) Histograma final



(b) Opiniones como función de los pasos

Figura 11: Histograma final y evolución de las opiniones en la simulación para el caso III. Las opiniones tienen a tomar el valor de opinión de la propaganda, sin embargo, no todas las opiniones convergen y se observan opiniones no despreciables al rededor de 0.22.

Caso IV: Al incluir la presencia de líderes en el sistema de individuos libres, es de esperarse que en cierta medida las opiniones se aglomeren en torno a ellos. En las figuras 12 y 13 se puede observar cómo, para el caso de un único líder, las opiniones de los individuos tienden a aglomerarse en torno a la opinión del líder, la cual es de 0.09. Sin embargo, al incluir otro líder con una opinión igual a 0.618 (e incrementar el número de personas), las opiniones dejan de converger

hacia las ideas del primer líder y se acercan más a las del segundo, como se muestra en la figura 14.

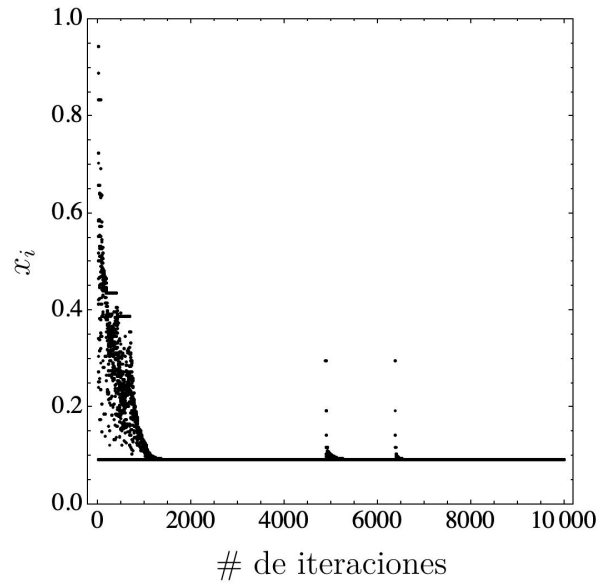
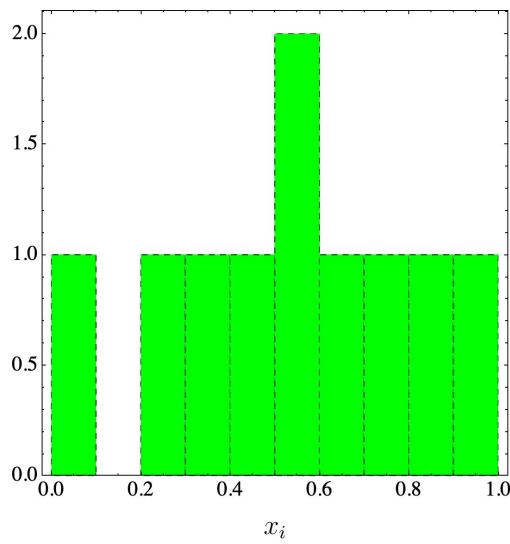
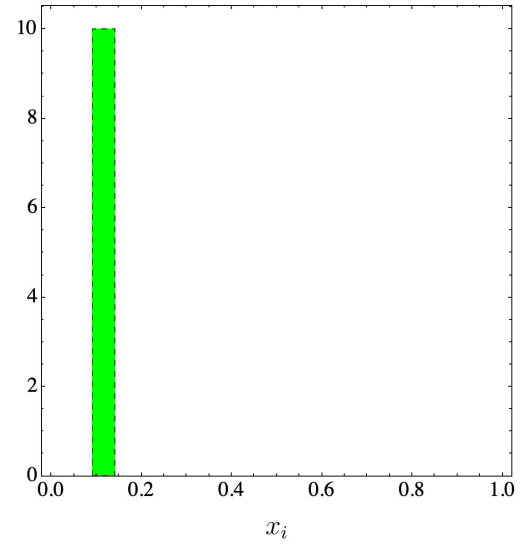


Figura 12: Evolución de las opiniones de los individuos como función del número de interacciones para el caso IV donde se introdujo un líder al sistema. Las opiniones convergen a la opinión del líder la cual es 0.09.

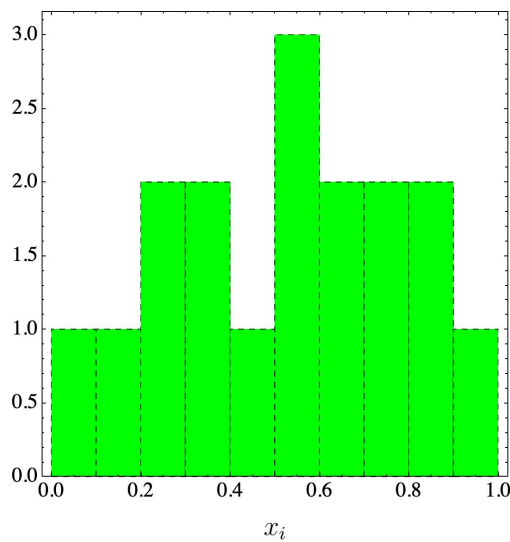


(a) Estado inicial

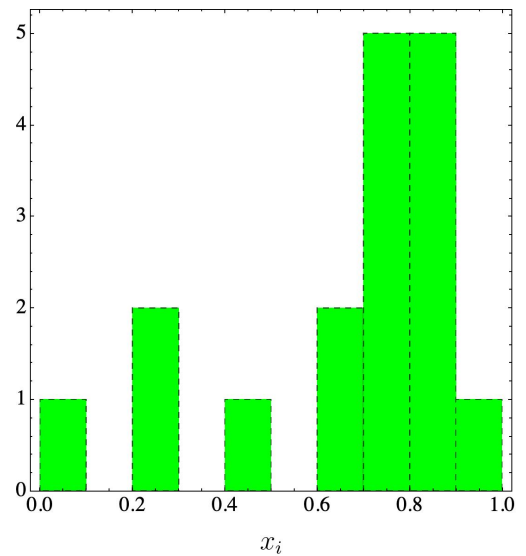


(b) Estado final

Figura 13: Histograma de las opiniones iniciales 13a y finales 13b de los individuos para el caso IV. Los 10 individuos considerados se alinean con la opinión del líder.



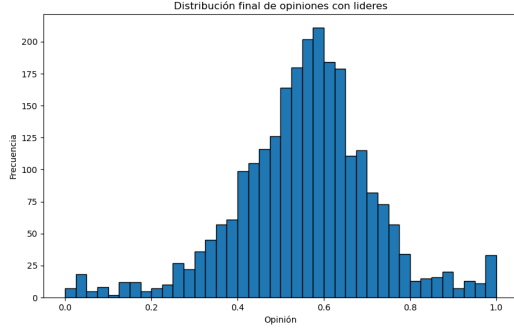
(a) Estado inicial



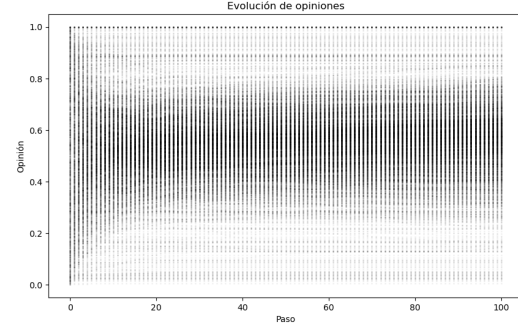
(b) Estado final

Figura 14: Histograma de las opiniones iniciales 14a y finales 14b de diecisiete individuos dentro de los cuales existen dos líderes y se considera $S = 0.5$ y $m = 0.2$. En este caso no se observa que los individuos se aglomeren fuertemente alrededor de los líderes.

Finalmente, en el caso de los individuos fijos, como se puede observar en las figuras 15 y 16, en ambos casos los líderes no parecen tener un impacto significativo en la distribución final de opiniones, sin embargo, en el caso de 25 líderes con $m = 0.01$, parece haber una mayor influencia de los líderes que en el caso de 49 líderes con $m = 0.2$. Gifs con la evolución de la simulación pueden ser visualizados en los siguientes enlaces: [gif caso IV 25 líderes](#), [gif caso IV 49 líderes](#); donde se han marcado las posiciones de los líderes.

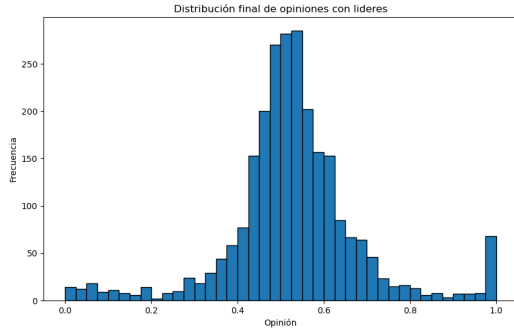


(a) Histograma final

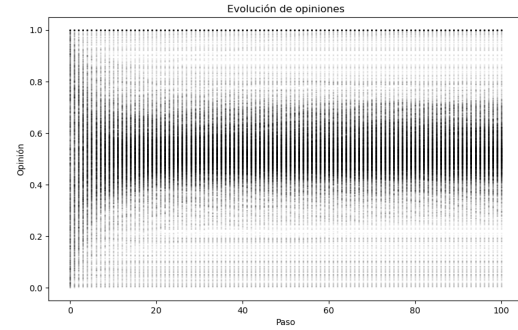


(b) Opiniones como función de los pasos

Figura 15: Histograma final y evolución de las opiniones en la simulación para el caso IV. Se tienen 25 líderes en el arreglo con $m = 0.01$, los cuales no parecen afectar significativamente la distribución de opiniones más allá de una ligera inclinación hacia opiniones mayores a la de la propaganda (0.5).



(a) Histograma final



(b) Opiniones como función de los pasos

Figura 16: Histograma final y evolución de las opiniones en la simulación para el caso IV. Se tienen 49 líderes en el arreglo con $m = 0.2$, en este caso la propaganda vence claramente la influencia de los líderes en cuanto las opiniones se encuentran más fuertemente centradas en la opinión de la propaganda, con una desviación menor al caso de 25 líderes con $m = 0.01$.

4. Análisis

■ Individuos libres:

De los resultados obtenidos se puede ver cómo la convergencia total en las opiniones de los individuos se alcanza cuando la tolerancia δ_i es la misma para todos e igual al factor de convergencia $\mu = \frac{1}{2}$. En contraste, cuando se disminuye la tolerancia a 0.2, se observa que las opiniones de los individuos se polarizan. Esto es de esperarse, dado que al disminuir el valor de δ_i , los individuos se vuelven menos tolerantes a los cambios de opinión, por lo cual se vuelve más improbable que estas converjan a un único valor (como en el caso mencionado con anterioridad).

Al considerar diferentes tolerancias δ_i y propaganda ($S = 1$) con un alto nivel de probabilidad de interactuar con los individuos ($m = 0.9$), se observó que las opiniones fueron fuertemente influenciadas por la propaganda, de tal forma que las opiniones finales se aglomeraron alrededor de 1. Por lo tanto, se puede decir que la exposición permanente a la propaganda tenderá siempre a alinear la opinión de las mayorías en torno a la opinión de la propaganda. Sin embargo, si se consideran individuos con un bajo nivel de tolerancia $\delta_i \approx 0$, es de esperarse que la influencia de la propaganda no tienda a cambiar el estado de opinión del sistema. Una analogía a esto puede ser considerar un sistema de espines bajo la influencia de un campo magnético; en este caso, dicho campo haría las veces de propaganda y, por lo tanto, los espines bajo su influencia tenderán a alinearse con el campo.

El último caso considerado fue la inclusión de líderes en el sistema, es decir, individuos con $\delta_i = 0$. Al incluir un líder en el sistema, se observó que las opiniones convergieron en torno a él. Dada su capacidad de influir en las opiniones de los demás sin ser afectado, es natural esperar que los individuos tiendan a pensar como el líder. Al incluir dos líderes, no se observó una mayor aglomeración en torno a sólo uno de ellos. Siguiendo la analogía anteriormente mencionada, la inclusión de un nuevo líder sería equivalente a aplicar un segundo campo magnético al material en cuestión, causando que los espines se alineen en la dirección del campo efectivo en lugar de cualquiera de los campos involucrados. Ahora, si uno de los campos es mucho más dominante que los demás, el campo efectivo estará más cerca de la dirección de dicho campo dominante que de los demás campos, y por lo tanto, los espines tenderán a alinearse en esa misma dirección.

■ Individuos fijos:

Para el modelo de individuos fijos, se pueden observar comportamientos interesantes y diferentes a los del modelo de individuos libres. En el primer caso, con tolerancia $\delta_i = 0.5$, se observa una convergencia de las opiniones hacia el valor 0.5, similar al caso de individuos libres. Sin embargo, la convergencia es menos pronunciada, con pequeñas fluctuaciones alrededor de este valor. Esto puede atribuirse a la naturaleza fija de las interacciones, donde los individuos solo interactúan con sus vecinos inmediatos, lo que puede ralentizar la propagación de opiniones en comparación con el modelo de individuos libres.

En el segundo caso, con tolerancia reducida a $\delta_i = 0.2$, se observa un comportamiento notablemente diferente al de los individuos libres. Mientras que en el modelo libre se produjo

una polarización clara, en el modelo fijo se observa una distribución de opiniones más uniforme, sin claros polos de opinión. Esto sugiere que la estructura fija de interacciones puede actuar como un amortiguador contra la polarización extrema, manteniendo una diversidad de opiniones en la población.

Para el tercer caso, con la introducción de una fuerte propaganda ($S = 1$, $m = 0.9$), se observa una clara influencia de la propaganda en las opiniones de los individuos, similar al caso de individuos libres.

En el último caso, con la introducción de líderes, se observan resultados interesantes. Con 25 líderes y baja probabilidad de propaganda ($m = 0.01$), se nota una ligera inclinación de las opiniones hacia valores mayores que la opinión de la propaganda, sugiriendo una influencia moderada de los líderes. Sin embargo, al aumentar el número de líderes a 49 y la probabilidad de propaganda a $m = 0.2$, se observa que la propaganda domina claramente sobre la influencia de los líderes, con opiniones más fuertemente centradas en el valor de la propaganda.

Estos resultados sugieren que en el modelo de individuos fijos, la estructura de interacciones juega un papel crucial en la dinámica de opiniones. La limitación de interacciones a vecinos inmediatos parece promover una mayor diversidad de opiniones y una mayor resistencia tanto a la polarización extrema como a la influencia uniforme de la propaganda y los líderes. Sin embargo, cuando la propaganda es suficientemente fuerte, aún puede dominar sobre las influencias locales, incluyendo la de los líderes.

5. Conclusiones

En este trabajo se estudió un modelo de formación de opinión con propaganda, considerando dos variantes: individuos libres e individuos fijos. El objetivo fue observar cómo evolucionan las opiniones de los individuos cuando están expuestos a la influencia de una propaganda y a las opiniones de otros individuos, bajo diferentes condiciones de interacción.

Para ambos modelos, se estudiaron cuatro escenarios principales: tolerancia constante e igual a $1/2$, tolerancia reducida a 0.2 , inclusión de propaganda fuerte, y la introducción de líderes de opinión. Los resultados mostraron similitudes y diferencias interesantes entre ambos modelos:

1. Con tolerancia $1/2$ y sin propaganda, ambos modelos mostraron una convergencia hacia el valor $1/2$. Sin embargo, el modelo de individuos fijos presentó una convergencia menos pronunciada, con pequeñas fluctuaciones alrededor de este valor.
2. Al reducir la tolerancia a 0.2 , el modelo de individuos libres mostró una clara polarización de opiniones, mientras que el modelo de individuos fijos mantuvo una distribución más uniforme de opiniones. Esto sugiere que la estructura fija de interacciones puede actuar como un amortiguador contra la polarización extrema.
3. La introducción de una propaganda fuerte influyó significativamente en ambos modelos, atrayendo fuertemente las opiniones a la opinión de la propaganda.

4. La inclusión de líderes de opinión tuvo efectos diferentes en ambos modelos. En el modelo de individuos libres, un solo líder pudo influir fuertemente en las opiniones, mientras que en el modelo fijo, la influencia de los líderes fue más limitada y fácilmente superada por una propaganda fuerte.

Estas observaciones sugieren que la estructura de interacciones juega un papel crucial en la dinámica de opiniones. El modelo de individuos libres puede representar mejor sociedades abiertas con alta movilidad social, mientras que el modelo de individuos fijos podría ser más representativo de comunidades pequeñas o entornos con interacciones sociales más estables y limitadas.

En síntesis, estos modelos de formación de opinión ofrecen un primer acercamiento para entender cómo evolucionan las ideas de los individuos en diferentes contextos sociales. La comparación entre los modelos de individuos libres y fijos resalta la importancia de considerar la estructura de las interacciones sociales en el estudio de la dinámica de opiniones.

Para futuros estudios, sería interesante considerar modelos híbridos que combinen aspectos de ambos enfoques, así como la inclusión de más parámetros y formas de interacción más complejas. Esto podría permitir una mejor aproximación a la realidad social y mejorar nuestra capacidad de predecir y entender los cambios de opinión en una sociedad. Sin embargo, dada la naturaleza compleja y a menudo impredecible del comportamiento humano, es importante mantener en mente las limitaciones inherentes a cualquier modelo matemático de fenómenos sociales.

Referencias

- [1] M. Pineda and G.M. Buendía. Mass media and heterogeneous bounds of confidence in continuous opinion dynamics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 420:73–84, February 2015.
- [2] P. Sen and B.K. Chakrabarti. *Sociophysics: An Introduction*. OUP Oxford, 2014.