

# ¿Influyen el número de orígenes y los umbrales de confianza en las creencias en la dinámica de difusión de rumores? Una propuesta teórica desde un modelo basado en agentes

Tania Hahn Utrero

University of Groningen  
tania.hahnutrero1@gmail.com



Recepción: 17-05-2021  
Aceptación: 11-02-2022  
Publicación: 22-04-2022

**Cita recomendada:** HAHN UTRERO, Tania (2022). «¿Influyen el número de orígenes y los umbrales de confianza en las creencias en la dinámica de difusión de rumores? Una propuesta teórica desde un modelo basado en agentes». *Papers*, 107 (2), e2994. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2994>

## Resumen

Hoy en día, las acciones de los individuos, los cuales actúan o dejan de actuar movidos por un rumor, pueden tener grandes implicaciones económicas, políticas y sociales. Este artículo propone, en primer lugar, una nueva definición sociológica de rumor partiendo de una investigación bibliográfica y teniendo en cuenta los conceptos de incertidumbre y de la sospecha de la maldad de las élites. En segundo lugar, estudia cómo afectan a la dinámica de difusión de rumores las variables del número de orígenes de un rumor y del umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias. Mediante la construcción de un modelo basado en agentes con el programa NetLogo, se han realizado distintas simulaciones, y los resultados principales son dos. El primero es que siempre hay difusión total del rumor. El segundo es que las dos variables estudiadas afectan a la velocidad con la que se difunde un rumor, pero no al hecho de si este se difunde o no.

**Palabras clave:** dinámicas de opinión; difusión de información; umbrales de confianza; redes sociales; influencia social; cambio social; *fake news*; simulación computacional; modelo basado en agentes; NetLogo

**Abstract.** *Do the number of origins and confidence thresholds in beliefs influence rumor diffusion dynamics? A theoretical approach using an agent-based model*

Today, the actions of individuals who act, or fail to act, on the basis of a rumor can have major economic, political, and social implications. Following a review of the literature, this article proposes, firstly, a new sociological definition of rumor accounting for the concepts of uncertainty and suspicion of elite malevolence. Secondly, it examines how the variables number of rumor origins and people's confidence threshold in their own beliefs affect the dynamics of rumor diffusion. To this end, an agent-based model is built using the NetLogo program to carry out various simulations. The outcomes of the model are twofold. First, there is always total rumor diffusion. Second, the two variables studied affect the speed at which a rumor spreads, but not whether it spreads.

**Key words:** opinion dynamics; information diffusion; confidence thresholds; social networks; social influence; social change; fake news; computational simulation; agentbased-model; NetLogo

### Sumario

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Introducción           | 5. Resultados y análisis         |
| 2. Marco teórico          | 6. Conclusiones                  |
| 3. Metodología            | Referencias bibliográficas       |
| 4. Descripción del modelo | Anexo 1. Código de la simulación |

## 1. Introducción

El estudio sobre los rumores se ha realizado desde diversas disciplinas científicas, como la psicología, la historia o la sociología. Empieza a principios del siglo XX con Bernard Hart (1916), que analiza, entre otros factores, el número de orígenes del rumor y el proceso de distorsión del mensaje durante su difusión. Además, también se han estudiado las interacciones de las personas en el proceso de difusión (Shibutani, 1966) y factores relacionados con el hecho de que un individuo decida difundir un rumor (Bordia y Rosnow, 1998; DiFonzo y Bordia, 2007). El estudio de la perspectiva dinámica de la difusión de rumores es más reciente, con la aparición de la simulación computacional. En este campo encontramos, por ejemplo, los ensayos de Kawachi et al. (2008), de Liu y Chen (2011) y de Xia y Huang (2007). El presente trabajo intenta hacer una aportación al campo de la rumorología combinando dos factores establecidos: el hecho de que tanto el número de orígenes de un rumor como el umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias afectan a la difusión de rumores con la simulación computacional.

Un ejemplo de la importancia y de las consecuencias de la difusión de los rumores en el ámbito político y social lo encontramos en las *fake news*. En el año 2013, un tuit anunciaba que el presidente de los Estados Unidos en aquel momento, Barack Obama, había sido herido en una explosión. La informa-

ción era falsa, pero el tuit tuvo una gran repercusión y se perdieron 130.000 millones de dólares en valor de acciones (Huang et al., 2020).

La difusión de rumores también puede afectar y dificultar la convivencia entre ciudadanos. En concreto, los rumores que difunden estereotipos sobre determinadas personas o culturas pueden arraigar los prejuicios hacia determinados colectivos. Por esa razón, en la actualidad y en el ámbito estatal, se están llevando a cabo políticas dirigidas a desmentir creencias de la población basadas en rumores. Estas políticas antirrumores nacen ante el aumento de discursos xenófobos que refuerzan los prejuicios hacia las minorías, las personas migradas y refugiadas o la diversidad cultural propia (Ayuntamiento de Getxo, 2019). No obstante, como se expondrá con más detalle en el marco teórico, muchas veces los desmentidos oficiales pueden ayudar a transmitir el rumor (Elster, 2007: 414). Por lo tanto, las políticas antirrumores pueden tener un efecto contrario al deseado y contribuir a perpetuar aún más determinados prejuicios.

Por los motivos expuestos, el campo de la rumorología es pertinente para hacer un estudio sociológico, teniendo en cuenta que las acciones de los individuos, los cuales actúan o dejan de actuar movidos por un rumor, pueden tener grandes implicaciones económicas, políticas y sociales.

El presente artículo trata de una discusión teórica sobre la dinámica de difusión de rumores des de la perspectiva de la sociología analítica. En primer lugar, se propone entender el rumor como «una creencia sobre cuya veracidad existe incertidumbre, como mínimo en parte de la población, que hace alusión a una persona, objeto o situación (o sus interrelaciones) y que se transmite frecuentemente a través de un canal de información no oficial». En segundo lugar, se estudia cómo afectan a la dinámica de difusión de rumores el número de orígenes de un rumor y el umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias. La hipótesis principal es que las variables del número de orígenes del rumor y del umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias son necesarias para que los rumores se difundan en una población, y que los cambios en ellas tendrán efecto sobre la emergencia de este fenómeno social.

Para cumplir con estos objetivos, el resto del artículo se organiza como sigue. En primer lugar, en el marco teórico se expone un breve resumen de la literatura sociológica actual sobre los rumores, sus características, el proceso de difusión de rumores y el uso de modelos basados en agentes para estudiar este fenómeno. Seguidamente, en el apartado de metodología se justifica la pertinencia de estudiar la difusión de rumores utilizando un modelo basado en agentes y la importancia de la simulación computacional para las ciencias sociales. A continuación, se describe el modelo basado en agentes creado con el programa de simulación computacional NetLogo, para que pueda ser replicado. Adjunto en el anexo, se ha incluido el código creado para hacer la simulación. Después, se presentan los resultados obtenidos a partir de la simulación y un análisis de dichos resultados. El artículo se cierra con un apartado de conclusiones.

## 2. Marco teórico

Este apartado se divide en tres partes. Primero, se presenta un resumen de la literatura sociológica existente sobre los rumores y sus características. En este apartado, se propone una nueva definición de rumor. Asimismo, se expone la literatura sobre el proceso de difusión de rumores. Seguidamente, se presenta un resumen de los diferentes estudios que se han hecho utilizando simulaciones computacionales con modelos basados en agentes para analizar el proceso de difusión entre individuos. Este marco teórico está ampliamente basado en Tapia-Tejada (2013).

### 2.1. Los rumores. Definición y características

Las primeras investigaciones en el campo de la rumorología datan de principios del siglo XX (Tapia-Tejada, 2013: 24). Uno de los primeros autores en definir el concepto de rumor fue Bernard Hart, que lo entendía como una transmisión de un relato a través de testimonios sucesivos (Hart, 1916: 13). Hart también se fijó en los mecanismos de distorsión que operan en el proceso mental de los receptores del rumor, que en muchos casos hacen alterar su contenido. Identificó tres mecanismos de distorsión: las dificultades de la percepción, la conservación de la transmisión recibida y la reproducción de la información a transmitir. Hart también afirma que los rumores pueden tener más de un origen.

En la misma línea, Elster (2007: 414) sostiene que los rumores se pueden originar de manera casi simultánea pero independiente. Para defender esta posición, se basa en el estudio de Georges Lefebvre sobre el Gran Pánico de 1789. Este rumor se originó en siete lugares diferentes de manera coordinada durante la época de la cosecha, y después se fue difundiendo por la mayor parte de Francia a una velocidad media de cuatro kilómetros por hora.

Hay que destacar dos autores que también hicieron grandes aportaciones al campo de la rumorología: Gordon Allport y Leo Postman (1946; 1947), que plantearon una ley del rumor. Dicha ley consiste en el hecho de que la cantidad de rumores que se difunden por una sociedad es una función multiplicativa entre la importancia que el rumor represente para los individuos y la información que los mismos individuos posean sobre su contenido. En el caso de que el rumor no fuera de interés para nadie o que los individuos tuviesen total información sobre el tema del cual trata el rumor en cuestión, este nunca se difundiría entre un grupo de personas.

Por lo que respecta a la transformación del rumor durante la transmisión del mismo, Peterson y Gist (1951) defienden que, aunque es cierto que en la transmisión de un rumor es posible que se omitan ciertos detalles, sobre todo en personas que no tienen mucho interés por su contenido, la pérdida de estos detalles no afecta a su contenido esencial. Asimismo, afirman que los individuos tienen el afán de encontrar una explicación en un contexto donde hay falta de explicaciones oficiales.

Tamotsu Shibutani (1966) señaló la necesidad de analizar las interacciones de las personas en el proceso de difusión. Shibutani, al contrario de los auto-

res anteriores, cree que el estudio no tiene que centrarse en la distorsión del mensaje, sino en la interacción de las personas que intentan definir una situación ambigua. Para Shibutani, una situación ambigua es aquella de la cual los medios oficiales de comunicación no han informado y que requiere una solución. Shibutani definió el rumor como «una forma de comunicación mediante la cual las personas de un grupo, que se encuentran en una situación ambigua, ponen en común sus recursos intelectuales para construir una interpretación significativa de la situación» (Shibutani, 1966: 16). También utilizó el término de «noticias improvisadas» para referirse a los rumores (Tapia-Tejada, 2013: 61). Así pues, tanto Peterson y Gist como Shibutani remarcan que los rumores nacen donde faltan explicaciones oficiales.

Por otro lado, Fine y Ellis definen el rumor como la expresión de una creencia sobre un acontecimiento específico que se supone que ha sucedido o está a punto de suceder (Fine y Ellis, 2010: 4). Defienden que la difusión de rumores es un proceso de corta duración y que, dada su naturaleza, es inexpugnable. En cambio, para Feria et al. (2019: 660), los rumores son información informal que nace de la ansiedad y de la incertidumbre. Esta definición es especialmente relevante porque pone sobre la mesa una característica muy importante de la difusión de rumores: que se da, sobre todo, en contextos de incertidumbre.

Coleman et al. (1957) fueron los primeros en aportar evidencias de que la influencia social es muy importante en contextos de incertidumbre. Si los individuos no tienen información suficiente, o tiempo suficiente para buscar más información o para tomar una decisión, actuarán más influenciados por aquello que hagan las personas de su red social. Esa influencia es más fuerte cuando, en contextos de incertidumbre, las personas piensan que pueden perder algo. Este sería un caso particular de aversión a la pérdida (Kahneman y Tversky, 1979).

En la misma línea, Elster (2007: 417) afirma que los rumores negativos se difunden más que los positivos, sobre todo si su contenido hace referencia a una acción negativa por parte de las élites. Este proceso se da por lo que llama «sospecha de la maldad de las élites y de las minorías» (Elster, 2007: 416). Según Elster, los rumores que se basan en la idea de que las élites y las minorías tratan de causar daño, que son inherentemente malvadas, tienen más posibilidades de ser difundidos. Este fenómeno estaría relacionado con el «completado» y con la tendencia innata de las personas a identificar patrones causales incluso allí donde no existen (Kahneman, 2012). De manera similar, para Knapp, un buen rumor es aquel que armoniza con las tradiciones culturales de grupo en el cual circula (Knapp, 1944: 30), ya que de esta manera correrá más y más rápidamente.

Con carácter general, hay dos características que son reconocidas por la mayoría de los autores como propias de los rumores. La primera es la falta de evidencias o de pruebas que el rumor lleva consigo al ser transmitido y que impide ratificarlo o negarlo (Allport y Postman, 1946; Buckner, 1965; DiFonzo et al., 1994). La segunda característica es que siempre están en circulación (Walker y Blaine, 1991).

En este punto, hay que distinguir el rumor de dos fenómenos que son muy cercanos a él, el cotilleo (*gossip*) y la leyenda urbana, que comparten las dos características principales de los rumores. Los tres se acostumbran a difundir mediante canales de información no oficiales, como pueden ser el de boca en boca o las redes sociales digitales, y no poseen elementos de verificación (Tapia-Tejada, 2013: 63).

No obstante, hay ciertas diferencias que nos permiten distinguirlos. Por ejemplo, los rumores y las leyendas urbanas generalmente se difunden más que los cotilleos, que se acostumbran a difundir únicamente entre personas que comparten un espacio concreto, como un entorno laboral o un aula de clase (Tapia-Tejada, 2013: 63). Las leyendas urbanas, a diferencia de los rumores, suelen tener carácter narrativo y ser historias largas con muchos elementos compositivos que hacen referencia a aspectos culturales de una colectividad (Cortázar Rodríguez, 2008).

Finalmente, Tapia-Tejada, partiendo de las definiciones previas de DiFonzo y Bordia (2007), Fine y Ellis (2010), Buckner (1965) y Tai y Sun (2011), propone una nueva definición según la cual el rumor es «una creencia ambigua, que no ha sido ni confirmada ni desmentida por fuentes oficiales, que hace alusión a una persona, objeto o situación (o sus interrelaciones) y que se transmite frecuentemente a través de un canal de información no oficial» (Tapia-Tejada, 2013: 62).

Sin embargo, esta definición no tiene en cuenta el efecto de la sospecha de la maldad de las élites introducido por Elster (2007: 416) y expuesto anteriormente. Consecuentemente, el hecho de que la creencia no ha sido ni confirmada ni desmentida por fuentes oficiales no puede ser un elemento de la definición. Como planteó Elster, dada la sospecha de la maldad de las élites, la confirmación y el desmentido por las fuentes oficiales puede reforzar el rumor. A modo de ejemplo, las personas pueden pensar: «Las élites quieren que crea *a*, pero, como son malas, creeré *b*, que es lo correcto».

De la misma manera, los desmentidos oficiales sobre el contenido de un rumor muchas veces sirven para alimentarlo (Elster, 2007: 414). Por un lado, personas que no habían oído antes el rumor lo harán ahora. Por otro lado, personas que no habían dado importancia al rumor, al ver que las fuentes oficiales le han dado la suficiente como para confirmarlo o negarlo, ahora se la darán.

Por lo que respecta al hecho de que un rumor es una creencia ambigua, se defiende que los rumores son más bien una creencia precisa de la cual hay incertidumbre sobre si es cierta o falsa. Esta incertidumbre, a su vez, puede existir de manera objetiva o puede afectar tan solo a una parte de la población que no está bien informada y que es la que sufre la duda. Así pues, en este artículo propondré entender el rumor como «una creencia sobre la veracidad de la cual existe incertidumbre, como mínimo en parte de la población, que hace alusión a una persona, objeto o situación (o sus interrelaciones) y que se transmite frecuentemente a través de un canal de información no oficial».

## 2.2. *Proceso de difusión de los rumores*

El fenómeno de la difusión de rumores plantea dos grandes aspectos: la distorsión del contenido del mensaje durante el proceso de difusión y los factores de transmisión de los rumores entre personas.

### 2.2.1. *La distorsión durante el proceso de difusión*

La mayoría de los autores afirman que los rumores se irán distorsionando durante el proceso de difusión, es decir, que su contenido se irá transformando a medida que se va difundiendo. Este argumento se llama perversión de la información y es señalado por muchos autores (Allport y Postman, 1947; Esposito y Rosnow, 1984; Hart, 1916; Scanlon, 1977).

Concretamente, Hart (1916) afirma que los rumores se irán distorsionando a medida que se fuesen difundiendo, ya que las personas los reproducirían deformándolos por mecanismos como la autoafirmación al grupo o la fantasía. De la misma manera, Allport y Postman (1946) también entienden la distorsión del contenido del rumor como una característica fundamental del proceso de difusión de un rumor. Para estos autores, cada vez que una persona recibe el mensaje, su contenido es alterado respecto al contenido inicial en la transmisión posterior. El contenido del rumor no solo se puede distorsionar, sino que también, según afirma Elster (2007: 414), acostumbra a amplificarse en los múltiples relatos sucesivos. Por el contrario, otros autores defienden que, en el fondo, el contenido del rumor es el mismo, porque cuando hablamos de rumores hablamos de proposiciones simples y no de grandes relatos argumentativos como las leyendas urbanas, y el carácter reiterativo de la difusión hace más preciso el mensaje (Anthony, 1973; Peterson y Gist, 1951).

### 2.2.2. *La transmisión de los rumores*

Algunos autores, como Allport y Postman (1946), presentan una idea de transmisión lineal en la difusión de rumores. Esto fue contestado por Buckner (1965), que defiende que la transmisión lineal es un supuesto poco realista, ya que los procesos de difusión no son lineales. También critica sus diseños por otros supuestos poco realistas, porque los rumores pueden ser escuchados por los receptores más de una vez y porque las personas que los reciben no son actores pasivos, sino que toman un papel activo con ciertos niveles de reacción.

Según Buckner (1965), tenemos que distinguir entre grupos cerrados, caracterizados por ser pequeños y por tener un alto grado de interacción dentro del mismo grupo, y grupos abiertos, opuestos a los anteriores. Buckner (1965) afirma que, en los grupos cerrados con un alto interés en el contenido del rumor, el nivel de difusión de este es alto, pero, en los grupos abiertos con poco interés en su contenido, el nivel de difusión será bajo (Tapia-Tejada, 2013: 29).

Shibutani (1966) define seis tipos de roles que adoptan las personas que interactúan en la difusión de rumores. Están el mensajero, que lleva el rumor

al grupo; el intérprete, que lo contextualiza, lo evalúa y hace predicciones; el escéptico, que expresa dudas y pide pruebas; el auditor, que los escucha y no dice nada; el agitador, que llama a creérselo, y el que toma la decisión, el líder que decide si se tiene que creer o no (Tapia-Tejada, 2013: 30).

Prashant Bordia y Ralph Rosnow defienden que la creencia en los rumores no afecta a su difusión, ni tampoco la confianza que tengan los individuos hacia el rumor o la fuente, sino que, para ser difundidos, simplemente deben tener sentido (1998: 347). Estos autores plantean su teoría sobre los rumores en una situación de mercado, de la misma manera que hizo Merton (1948). También observaron que los rumores que provocan miedo se difunden más que los que expresan un deseo. Bordia y Rosnow también afirman que los rumores se difunden más entre personas del mismo sexo. En investigaciones recientes se han encontrado indicios que apoyan la relación entre la difusión de rumores y la estructura de la red social (Tapia-Tejada, 2013: 60).

De manera paralela, Granovetter (1973) defiende que las personas tienen diferentes umbrales de confianza en sus creencias. Es decir, habrá gente que cambiará muy rápidamente de creencia si las personas de su alrededor creen una cosa diferente. Pero también hay gente que tienen mucha confianza en sus creencias, aunque nadie de su alrededor crea lo mismo, y por tanto nunca cambiaría de creencia. Es decir, algunas personas serán más susceptibles a la influencia social en sus creencias que otras. Por ese motivo, en las explicaciones de los procesos de difusión de rumores, se tiene que incluir que la difusión será diferente según el umbral de confianza en las creencias propias de las diferentes personas.

Con relación a la teoría de los umbrales de Granovetter, Damon Centola (2018) propone hacer una distinción entre contagios simples y contagios complejos. Esta teoría se explica de manera similar a la propagación de una enfermedad. Las personas están inactivadas, lo que en este caso quiere decir que son susceptibles de ser contagiadas, o activadas, es decir, están infectadas y pueden transmitir el contagio a otras. Los contagios simples pueden ser transmitidos por un único contacto, mientras que en los contagios complejos las personas necesitan múltiples fuentes de activación. La mayoría de la información se transmite a través de contagios simples, pero hay comportamientos que no se difunden de esta manera, ya que requieren legitimidad, credibilidad o complementariedad para ser adoptados (Centola, 2018: 35). Información importante, como cambios en las condiciones meteorológicas o eventos próximos en el tiempo, se difunde fácilmente de persona a persona, así como también la información más banal, como el resultado de una competición deportiva. Por el contrario, en lo que se refiere a movimientos sociales, normas sociales o comportamientos relacionados con la salud, las personas dependen de las decisiones de otros para adoptar o no un comportamiento. Aquí yace la diferencia entre estar expuesto a un comportamiento, un contagio simple, o adoptarlo, un contagio complejo. Esta diferencia entre contagios simples y complejos es de especial importancia, pues no podemos generalizar resultados de difusión de contagios simples a difusión de contagios complejos.

### 2.3. Estudios con modelos basados en agentes o simulación computacional

Muchos de los estudios que se han hecho sobre el proceso de difusión de rumores con modelos basados en agentes reproducen los modelos epidemiológicos. Esto se debe a que la manera de propagarse una enfermedad infecciosa es similar a la propagación de la información (Wang et al., 2018). Un ejemplo de este tipo de modelo epidemiológico es el que proponen Kawachi et al. (2008). Estos autores crearon un modelo de simulación para analizar los procesos de interacción en la difusión de un rumor. En el modelo de Kawachi et al. (2008) hay tres tipos de agentes: el susceptible de creerse el rumor; el que lo difunde y el *stifler*, que es la persona que lo niega o a la que no le interesa. Los autores llegaron a la conclusión de que estos últimos agentes tienen un importante rol en la sofocación de la difusión del rumor.

Hu et al. (2018) también reprodujeron un modelo epidemiológico de difusión de rumores. En su modelo consideraban diferentes actitudes que las personas podrían tener hacia los rumores y que afectaban a su difusión. Los agentes podrían tener una de las siguientes actitudes: vacilación, afirmación o resistencia. Los resultados muestran que los agentes con una actitud vacilante son clave en la difusión de los rumores, mucho más que los agentes con actitud de afirmación o resistencia.

En la misma línea, Zhang et al. (2019) apuntan que la mayoría de los estudios actuales sobre la difusión de rumores se basan en el modelo epidemiológico o en el *threshold model* (modelo de umbral), también llamado modelo de decisión. En ambos modelos se tiende a poner el foco en la diversidad de atributos de los actores que difunden el rumor. Zhang et al. afirman que la diversidad de los patrones de comportamiento de los actores que difunden el rumor es igual de importante. Concluyeron que la fiabilidad del agente que decidía o no difundir un rumor afectaría en gran manera a la difusión general del rumor, y determinaron que el refrán *Rumors stop at the wise man* hace honor a la verdad.

Por su parte, Xia y Huan (2007) critican el uso de modelos epidémicos para la representación de dinámicas de difusión de rumores porque estos no pueden representar la evolución de las creencias individuales o la generación del contrarumor. Utilizaron un modelo basado en agentes para simular una dinámica de difusión de rumores que estaba configurada de la siguiente manera. Existen tres tipos de agentes: el que difunde el rumor o el contrarumor; el que, si lo cree, lo difunde, y el que nunca comunica nada. Los agentes caminan de manera aleatoria por una parcela. La probabilidad de que un agente crea el rumor (o lo deje de creer) está determinada por el porcentaje de vecinos que lo crean (o no). Los autores concluyeron que es más difícil que emerjan los contrarumores una vez el rumor ya se ha difundido entre los agentes.

Otro ejemplo de este tipo de trabajo es el de Liu y Chen (2011). Estos autores estudiaron la propagación de rumores en el ciberespacio, concretamente en una red del tipo *scale-free network* como es Twitter. Estas redes se caracterizan por ser asimétricas, es decir, que haya circulación de A hacia B no implica que haya circulación de información de B hacia A, ya que en muchas redes sociales digitales no hay obligatoriedad de reciprocidad entre seguidos

y seguidores. Los resultados de su investigación muestran que la evolución de la ratio de personas que llegan a creer un rumor en las redes del tipo *scale-free network* es mayor que en otros tipos de redes —llega a un 70 %—, y que el número de personas que no habían oído un rumor era menor —de un 20 %. En consecuencia, llegaron a la conclusión de que en las redes *scale-free network* los rumores se difunden mucho más que en otros tipos de redes.

Por otro lado, Feria et al. (2019) hacen una ampliación del estudio de Liu et al. (2018). En particular, este modelo contemplaba dos tipos de difusores: los del rumor y los de la verdad. En su modelo también se incluye interacción de los difusores de los dos tipos con individuos ignorantes. Feria et al. (2019) introducen otro tipo de agentes —el *exposed*—, es decir, añaden la interacción con agentes que han estado expuestos a uno o a los dos tipos de difusores, pero que aún están verificando la información recibida. Los autores concluyen que, para que el rumor se difunda más ampliamente, los difusores del rumor tienen que contagiar al máximo número de agentes en las primeras rondas.

No obstante, el modelo de Feria et al. (2019) tiene un problema de planteamiento. Parte del hecho de que todos los rumores son falsos, aunque, en realidad, también podrían ser ciertos. Además, no siempre hay personas que saben cuál es la verdad referente al rumor y, aunque la sepan y la compartan, las personas ignorantes de la verdad pueden decidir no creerlos o confiar en su información tanto como en el rumor. De esta manera, una persona podría haber escuchado la verdad y, aún así, creer en el rumor.

En un estudio más reciente, Lai et al. (2020) han investigado la relación entre los cinco grandes rasgos de personalidad de los individuos (extraversión, amabilidad, conciencia, neuroticismo y apertura) y su creencia en rumores falsos que circulan por internet. Los resultados de su estudio señalan que las personas que muestran altos niveles de neuroticismo y extraversión son las personas más vulnerables a creerse los rumores falsos, y también han establecido una relación entre menos nivel educativo y más creencia en el rumor falso.

Como último ejemplo de estudio, Zhang y Li (2019) han diseñado un modelo para identificar si hay individuos más influyentes a la hora de propagar un rumor y cuáles son. Concluyeron que los individuos que se encuentran en los nodos de la capa más alta de una red social son los difusores más influyentes, tanto si los individuos empezaban el rumor como si lo escuchaban. Es decir, los individuos que tienen más estudios, los de clase social más alta, los que tienen más presencia en los medios de comunicación, etcétera son los agentes clave en la difusión de los rumores. Estas conclusiones estarían en línea con el planteamiento de Elster, según el cual los desmentidos oficiales sobre el contenido de un rumor muchas veces sirven para alimentarlo (Elster, 2007: 414). Es decir, lo confirmen o lo desmientan, lo están haciendo llegar a más personas.

### 3. Metodología

En el presente artículo, para estudiar la influencia de las dos variables —el número de orígenes del rumor y el umbral de confianza que las personas tienen

en las propias creencias—, utilizaremos un modelo basado en agentes, que es una forma de simulación computacional (Gilbert, 2008: xi) y una herramienta del estándar generativo (Epstein, 2006: xii).

Formalmente, un modelo basado en agentes es un método computacional que permite a los investigadores crear, analizar y experimentar con modelos compuestos de agentes que interactúan en un medio (Gilbert, 2008: 2). La simulación basada en agentes ofrece la posibilidad de modelar la heterogeneidad individual, representando explícitamente las reglas por las cuales los agentes toman decisiones y situando a los agentes en un espacio geográfico o en otro tipo de espacio. Permite a los modeladores representar de una manera natural múltiples escalas de análisis, la emergencia de estructuras en el nivel macro desde la acción individual, y diversos tipos de adaptación y aprendizaje, cosas que no son fáciles de hacer desde otras aproximaciones metodológicas (Gilbert, 2008: 1).

Un agente es «un sistema computacional que es capaz de acciones independientes en nombre de su usuario o amo» (Manzo, 2014: 30). Un modelo multiagente es «aquel que consiste en un número de agentes que interactúan entre ellos mismos intercambiando mensajes típicamente a través de alguna infraestructura de red de ordenador» (Manzo, 2014: 30). Los modelos basados en agentes se caracterizan por agentes autónomos, heterogéneos, guiados por algún tipo de racionalidad limitada; los modelos también tienen un espacio explícito, interacciones locales y dinámicas no de equilibrios (Epstein, 2006: xvi). Aunque los agentes tienen que ser pensantes, no siempre tienen que ser brillantes (Miller y Page, 2007: 3). El medio es el espacio virtual en el cual los agentes actúan. Este puede ser totalmente neutral, con poco o ningún efecto en los agentes, o en otros modelos un medio puede ser tan configurado como los agentes (Gilbert, 2008: 6).

Incluso en los modelos más sofisticados, la interacción entre los agentes se da casi siempre a través de la transmisión de un mensaje no meditado y directamente de agente a agente. Esto difiere bastante de la forma de comunicación humana, en la cual nuestros pensamientos e intenciones tienen que ser transportados a través de un lenguaje neutral externo que es inevitablemente ambiguo y del que tenemos que aprender el significado, es decir, que no es innato (Gilbert, 2008: 72).

La modelación de sociedades artificiales permite hacer surgir estructuras sociales demostrando que ciertas microespecificaciones son suficientes para generar el macrofenómeno de interés (Epstein, 2006: xi), en este caso, la difusión de rumores. Los modelos abstractos muestran patrones al nivel macro que son esperados e interpretables, basados en reglas de comportamientos de los agentes en el nivel micro que son plausibles. El objetivo de estos modelos abstractos es demostrar algún proceso social básico que puede estar detrás de muchas áreas de la vida social (Gilbert, 2008: 41).

Simular un modelo basado en agentes significa actualizar los atributos ligados a los objetos de los cuales está hecho, iterando las reglas que definen a los objetos, y dejar que los objetos se comuniquen, influenciándose así los unos a

los otros durante el tiempo simulado. Por tanto, al simular un modelo basado en agentes, se activa *in silico* el proceso que el mecanismo artificial contiene potencialmente. Este proceso genera precisamente lo que busca la sociología analítica: la evidencia de que una representación dada de un conjunto interconectado de entidades/propiedades/actividades, esto es, el modelo generativo, es capaz de generar un conjunto de asociaciones de alto nivel (Manzo, 2014: 31). Los resultados que se obtengan del modelo basado en agentes solo serán interesantes si el modelo se comporta de la misma manera que el sistema humano (Gilbert, 2008: 3).

Toda realización de un modelo basado en agentes es una estricta deducción (Epstein, 2006: xvi). Sin embargo, es cierto que la mayoría de las simulaciones sociales contienen algún elemento de aleatoriedad (Gilbert, 2008: 43). Actualmente, el programa más popular para hacer simulación basada en agentes es NetLogo (Gilbert, 2008: 48), que se ha utilizado para crear la simulación usada en esta investigación.

#### 4. Descripción del modelo

A continuación, se presentan las características del modelo basado en agentes que se ha programado con NetLogo para estudiar la dinámica de difusión de rumores. En primer lugar, en esta simulación hay un total de 450 agentes distribuidos aleatoriamente. Cabe destacar que el medio no afecta a la interacción entre los agentes. A fin de que la simulación sea más realista, solo un único agente puede ocupar una casilla, ya que las personas ocupamos un determinado lugar físico y no puede haber dos personas a la vez en el mismo sitio. Los agentes pueden moverse aleatoriamente por el medio, es decir, no están fijos en un lugar en concreto. En cada ronda, los agentes se pueden mover a un lugar vacío de su alrededor, siempre que haya alguno, si no, se quedan en el lugar en el que se encuentran.

Por lo que respecta a las características del modelo relacionadas con el rumor, por un lado, tal como afirma Hart (1916), hemos establecido que el rumor pueda tener más de un origen. En consecuencia, el tanto por ciento de los agentes que empiezan el rumor en esta simulación puede ser seleccionado. Los agentes que creen en el rumor cambian del color amarillo (no creen en el rumor) al marrón (sí creen en el rumor).

Por otro lado, esta forma de difusión sigue un modelo *threshold*, o de umbral, en el sentido de que los agentes basan su actualización de creencias en un umbral de confianza en su propia creencia. Este umbral se establece en relación con las creencias de los individuos de su alrededor. Según Granovetter (1973), las personas tienen diferentes umbrales de confianza en sus creencias. Habrá personas que cambiarán de creencia si la mayoría de las personas de su alrededor creen una cosa diferente. No obstante, en este modelo, por simplicidad, los umbrales se contemplan como uniformes en todos los agentes. Es decir, si por ejemplo se establece un umbral del 30 %, este será igual para todos los agentes.

Por esta razón, en cada ronda los agentes evaluarán las creencias de los agentes que se encuentran a su alrededor. Los agentes cambiarán o mantendrán su creencia de acuerdo con su umbral de confianza en su propia creencia que hemos configurado. Este umbral consiste en la confianza que tendrá un agente cuando su creencia sea una minoría entre los agentes de su alrededor. Para poner un ejemplo, si seleccionamos un umbral del 30 %, un agente solo cambiará de creencia, o se creará el rumor, si más del 30 % de los agentes de su alrededor se creen el rumor. Si menos del 30 % de los agentes de su alrededor se creen el rumor, el agente en cuestión mantendrá su creencia. Como en nuestra simulación los agentes se mueven, los agentes de su alrededor serán diferentes en cada ronda.

Es importante destacar que la simulación también sigue un modelo epidemiológico, de acuerdo con la aportación de Wang et al. (2018) que defiende que la manera de propagarse una enfermedad infecciosa es similar a la forma de propagación de la información. En nuestro modelo, esto está representado en el hecho de que, cuando un individuo se cree el rumor, no lo deja de creer nunca, aunque pase a ser una minoría. Finalmente, el modelo nos muestra la evolución durante la simulación del número de agentes que no creen el rumor y el número de agentes que sí lo creen. La simulación se para en las 1.500 rondas, cuando el modelo ya nos permite ver que la difusión de rumores ha logrado un equilibrio.

Para terminar este punto, el código utilizado en esta simulación es de creación propia, si bien nos hemos basado parcialmente para su elaboración en dos códigos ya existentes. La parte del código referente a la evaluación de los agentes de su propia creencia se ha basado en el código del modelo de segregación de Schelling, tal como aparece en la base de datos de NetLogo. La parte del código referente al *to-go-if-empty-nearby*, que permite que los agentes se muevan a una casilla vacía de su alrededor, fue extraída de un fórum de internet para resolver dudas de NetLogo.<sup>1</sup> En el anexo se puede encontrar el código utilizado para crear la simulación.

#### 4.1. *Parámetros simulados*

Nuestra hipótesis es que las dinámicas de difusión de rumores dependen en gran medida del hecho de que los rumores tienen más de un origen (Hart, 1916) y del umbral de confianza en las propias creencias de las personas (Granovetter, 1973). Por lo tanto, diferentes parámetros en el origen del rumor y en el umbral de confianza tendrían que derivar en diferentes patrones de comportamiento en la difusión de rumores.

Para comprobar esta hipótesis, al inicio de cada simulación se configuran el umbral de confianza en las propias creencias y el número de orígenes del rumor, de manera que podamos explorar las dos variables. En la simulación, el número de orígenes del rumor puede tener un valor entre cero y cien por

1. Disponible en <<https://github.com/NetLogo/models/blob/master/Code%20Examples/One%20Turtle%20Per%20Patch%20Example.nlogo>>.

cien de los agentes. Según el tanto por ciento de agentes que escojamos, la simulación empezará de manera que ese tanto por ciento de los agentes inicie el rumor. Los agentes concretos que lo inician se determinan al azar.

Aunque la simulación permite estudiar el número de orígenes del rumor entre cero y cien por cien, se considera que solo es útil y objetivo utilizar entre el uno y el cinco por ciento. A partir de un número más elevado, se podría considerar que el rumor ya está difundido entre la población y, por tanto, no sería pertinente estudiarlo. Así pues, esta simulación puede empezar en cinco estados, con un número de orígenes del rumor (RO) entre el uno y el cinco por ciento de la población.

Como se ha señalado, hay evidencias empíricas del importante rol que tienen los umbrales de confianza en las propias creencias (Granovetter, 1973) en la difusión de información. El umbral de confianza también tiene un valor entre cero y cien, si bien, de manera similar a las consideraciones que se han tenido con el número de orígenes del rumor, se considera que no puede tener un valor de cero o de cien por cien. La idea de que todas las personas de un grupo tienen una confianza extrema en sus creencias y nunca cambiarían de creencia ante una nueva información es un supuesto poco realista. De la misma manera, el otro extremo también es un supuesto poco realista. Es muy difícil concebir un mundo donde todas las personas de un grupo no tengan ninguna confianza en sus propias creencias y siempre cambiarán de creencia. Por esas razones, se considera pertinente estudiar los umbrales de confianza entre un diez y un cincuenta por ciento.

Por ejemplo, un umbral de confianza en las propias creencias del 10 % significa que un agente hará la siguiente evaluación: «Solo necesito que el 10 % de las personas de mi alrededor tengan la misma creencia que yo y mantendré mi creencia; si más del 90 % de las personas de mi alrededor tienen una creencia diferente a la mía, cambiaré de creencia».

## 5. Resultados y análisis

El análisis del modelo de difusión de rumores tiene dos objetivos. Primero, se presentan los resultados obtenidos para cada combinación de parámetros, para ver qué estado estable se consigue, si es que se consigue algún mecanismo, en la difusión de rumores. Segundo, se explica el proceso generativo o que lleva a estos estados estables, dado que los modelos basados en agentes solo pueden llevar a explicaciones sin cajas negras cuando explicamos la cadena de sucesos en el nivel micro que llevan a la emergencia de regularidades al nivel macro (León-Medina, 2017a; 2017b).

### 5.1. Resultados de las simulaciones

En este apartado se presentan los resultados más relevantes de las simulaciones realizadas. En la simulación siempre se produce la difusión total del rumor, es decir, cuando se estabiliza la simulación todos los agentes se creen el rumor. A

**Tabla 1.** Media de rondas en las cuales se estabiliza la simulación, repetida 200 veces

50	291	211	179	157	147
40	325	241	200	181	164
30	442	328	296	269	237
20	524	395	378	347	323
10	556	471	390	360	344
SW/RO	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

continuación, se muestra una tabla configurada a partir de la media de rondas en las cuales se estabiliza la simulación. La media es calculada por cada configuración de parámetros entre el número de orígenes del rumor (RO) y el umbral de confianza en las propias creencias (SW) repetidas 200 veces.

A partir de los resultados anteriores, y como puede observarse en la tabla 1, lo único que cambia según la configuración de parámetros es la velocidad a la que el rumor se difunde por completo. Este hecho es intuitivamente plausible, es decir, cuanta más gente inicia el rumor y cuanta menos confianza tiene la gente en la creencia propia, antes se difunde el rumor.

El parámetro del umbral de confianza en las propias creencias afecta a la velocidad con la que se difunde el rumor, pero siempre se acaba extendiendo completamente. Es decir, el umbral de confianza que tienen las personas en sus creencias no condiciona si el rumor se difunde o no, sino la rapidez con la que se difunde. Igual que el umbral de confianza en las propias creencias afecta a la velocidad con la que se difunde el rumor, el número de orígenes del rumor afecta de la misma manera. Incluso con un 1 % de número de orígenes del rumor, este siempre se acaba difundiendo a todos los agentes de la simulación. En consecuencia, se puede afirmar que no se cumple la tesis de Hart (1916), según la cual los rumores siempre tienen más de un origen. Según el modelo, los rumores no siempre deben tener más de un origen, es suficiente con que un único agente empiece un rumor para que este emerja.

Por ese motivo, la combinación de las dos variables hace que, cuanto más elevadas sean las dos, más rápidamente se difunda el rumor y, cuanto menos elevadas sean las dos, menos rápidamente se difunda. Consecuentemente, con unos parámetros del 5 % del número de orígenes del rumor y un 50 % del umbral de confianza en las propias creencias, el rumor se difunde más rápidamente y, con unos parámetros del 1 % del número de orígenes del rumor y un 10 % del umbral de confianza en las propias creencias, se difunde más lentamente.

## 5.2. Proceso generativo

El modelo basado en agentes de difusión de rumores anterior genera un único escenario, un estado estable, que es la difusión total del rumor. Durante las primeras rondas de las simulaciones, se puede ver que los agentes que difunden

el rumor se mueven por el medio sin que haya cambios en las creencias de ningún agente. Cuando un agente que no cree en el rumor se queda a solas con uno o más agentes que creen el rumor, este cambia de creencia. Así, de manera exponencial, los agentes que no creen en el rumor se encuentran rodeados de agentes que sí lo creen, su creencia es una minoría, y actualizan su creencia a sí creer en el rumor para adaptarse a la mayoría. Es decir, si un agente que no cree en el rumor nunca se quedase a solas con uno o más agentes que sí creen el rumor, nunca habría difusión del rumor.

Por tanto, se podría concluir que, si ninguna variable más pudiese estar influyendo en el proceso de difusión de rumores, el presente modelo demuestra que los rumores se difundirán siempre en toda la población. En cierta manera, el modelo que se ha creado da unas conclusiones parecidas a las introducidas por los modelos epidemiológicos, es decir, los rumores se difundirán de una manera exponencial hasta *contagiar* a toda la población.

## 6. Conclusiones

En primer lugar, con referencia a la definición de rumor, y como se ha defendido en el marco teórico, se propone una modificación a la definición que da Tapia-Tejada (2013). A partir del concepto de sospecha de la maldad de las élites de Elster (2007), se defiende que un rumor puede ser confirmado o desmentido por fuentes oficiales y seguir existiendo. De acuerdo con las aportaciones de Elster, se afirma que no solo puede seguir existiendo, sino que el hecho de que las fuentes oficiales se pronuncien sobre el rumor puede tener el efecto contrario de lo que buscan dichas fuentes. Las personas creen que las élites pueden ser malvadas y, por lo tanto, hacen la siguiente reflexión: «Las élites quieren que crea *a*, pero, como son malvadas, creeré *b*, que es lo correcto».

En segundo lugar, el modelo concebido ha proporcionado unos resultados válidos que han permitido estudiar cómo afectan a la dinámica de difusión de rumores el número de orígenes de un rumor y el umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias. La principal hipótesis era que las variables del número de orígenes del rumor y del umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias son necesarias para que los rumores se difundan en una población, y que cambios en ellas afectarán a la emergencia del rumor. Se ha podido comprobar que esto no es así. Por lo que respecta al número de orígenes de un rumor, según el modelo presentado y en contra del planteamiento de Hart (1916), los rumores no deben tener necesariamente más de un origen, sino que la cantidad de personas que empiezan un rumor solo afectará a la velocidad a la cual este se difunda. De manera similar, se ha podido observar que los umbrales de confianza de Granovetter (1973) también explican la velocidad a la cual se difunde un rumor, pero no afectan a si el rumor se difunde o no. Así pues, se puede concluir que, siguiendo este modelo, tanto el número de orígenes del rumor como el umbral de confianza que las personas tienen en las creencias propias afectan a la velocidad con la que se difundirá, pero no afectan al hecho de si se difunde por una población o no.

El modelo presentado en este artículo constituye una primera versión que puede ser desarrollada en múltiples direcciones para dotarlo de mayor realismo y aplicabilidad. Por lo que respecta al realismo de los supuestos, existen dos vías de mejora: la que tiene que ver con las características de los agentes y la que se refiere a la estructura de interacción. En el primer terreno, existen algunos cambios, por así decirlo, intuitivos que podrían suponer una mejora. Estas posibilidades se han ido mencionando ya a lo largo del texto. Por ejemplo, se podrían introducir umbrales heterogéneos o los agentes podrían dejar de creer el rumor. Un paso más ambicioso consistiría en la calibración del modelo a partir de datos empíricos provenientes, por ejemplo, de experimentos de laboratorio.

En lo que se refiere a la estructura de interacción, los agentes podrían situarse en estructuras más completas y realistas, como podrían ser *scale free networks*. Estas también son de interés, dado que las redes sociales digitales como Twitter siguen una topología de *scale free networks*. El estudio de la difusión de rumores en un espacio como las redes sociales digitales es relevante, ya que, antes de la existencia de estas, los rumores se difundían de boca en boca, a través de los medios, etcétera. El rumor necesitaba cierto tiempo para extenderse y tenía un alcance limitado en el espacio físico. Hoy en día, los rumores se transmiten principalmente por las redes sociales digitales (Huang et al., 2020). Sin las limitaciones físicas, estas facilitan mucho la difusión de rumores e incrementan la velocidad. Por lo que respecta a la aplicabilidad, el modelo podría beneficiarse de la identificación de casos reales que permitiesen contrastar sus predicciones. Por ejemplo, y actualmente de gran relevancia, podrían estudiarse rumores en relación con la vacunación contra la COVID.

Con todo, la sencillez y el hecho de que no se haya utilizado un número de parámetros excesivos han sido los factores que han permitido identificar cómo han afectado las variables al resultado del modelo. En consecuencia, este modelo permite ver de manera clara y sencilla la evolución del proceso de difusión del rumor teniendo en cuenta los parámetros del número de orígenes del rumor y de los umbrales de confianza en las propias creencias. En contra de los modelos demasiado complicados, que pueden llegar a introducir cajas negras, si el mismo modelador no puede entender cómo funciona el modelo o qué cambios de los parámetros ha provocado el *outcome* generado (Macy y Flache, en Hedström y Bearman, 2009: 263), la simplicidad del modelo permite ver cómo afectan las dos variables estudiadas al proceso de difusión de rumores sin introducir cajas negras.

## Referencias bibliográficas

- ALLPORT, Gordon Willard y POSTMAN, Leo (1946). «An analysis of rumor». *Public Opinion Quarterly*, 10 (4), 501-517.  
<<https://doi.org/10.1093/poq/10.4.501>>
- (1947). *The psychology of rumor*, XIV. Oxford, Inglaterra: Henry Holt.
- ANTHONY, Susan (1973). «Anxiety and rumor». *The Journal of Social Psychology*, 89 (1), 91-98.  
<<https://doi.org/10.1080/00224545.1973.9922572>>

- AYUNTAMIENTO DE GETXO (2019). «Estrategia antirumores». Disponible en <<http://www.getxo.eus/es/antirumores>>.
- BORDIA, Prashant y ROSNOW, Ralph L. (1998). «Rumor rest stops on the information superhighway: A naturalistic study of transmission patterns in a computer-mediated rumor chain». *Human Communication Research*, 25, 163-179.
- BUCKNER, H. Taylor (1965). «A theory of rumor transmission». *Public Opinion Quarterly*, 29 (1), 54-70.  
<<https://doi.org/10.1086/267297>>
- CENTOLA, Damon (2018). *How behavior spreads: the science of complex contagion*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.
- COLEMAN, James; KATZ, Elihu y MENZEL, Herbert (1957). «The diffusion of an innovation among physicians». *Sociometry*, 20 (4), 253.  
<<https://doi.org/10.2307/2785979>>
- CORTÁZAR RODRÍGUEZ, Francisco Javier (2008). «Esperando a los bárbaros: leyendas urbanas, rumores e imaginarios sobre la violencia en las ciudades». *Comunicación y Sociedad* (9), 59-93
- DIFONZO, Nicholas y BORDIA, Prashant (2007). «Rumors influence: Toward a dynamic social impact theory of rumor». En: PRATKANIS, A. R. (ed.). *The Science of Social Influence: Advances and Future Progress*. Psychology Press, 1.ª edición, 271-296.
- DIFONZO, Nicholas; BORDIA, Prashant y ROSNOW, Ralph L. (1994). «Reining in rumors». *Organizational Dynamics*, 23 (1), 47-62.  
<[https://doi.org/10.1016/0090-2616\(94\)90087-6](https://doi.org/10.1016/0090-2616(94)90087-6)>
- ELSTER, Jon (2007). *La explicación del comportamiento social. Más tuercas y tornillos para las ciencias sociales*. Cambridge University Press.
- EPSTEIN, Joshua M. (2006). *Generative social science. Studies in Agent-Based computational modeling*. Princeton University Press.  
<<https://www.jstor.org/stable/j.ctt7rxj1>>.
- ESPOSITO, James L. y ROSNOW, Ralph L. (1984). «Cognitive set and message processing: Implications of prose memory research for rumor theory». *Language and Communication*, 4 (4), 301-315.  
<[https://doi.org/10.1016/0271-5309\(84\)90014-4](https://doi.org/10.1016/0271-5309(84)90014-4)>
- FERIA, Juan Miguel Augusto M.; OLIVA, Michael Lawrence S.; SAMSON, Briane Paul V. y LAO, Angelyn R. (2019). «Drowning Out Rumor: Dynamical Models of the Interaction between Spreaders of and Exposed to Truth and Rumor Spreading». *Philippine Journal of Science*, 148 (4), 659-687.
- FINE, Gary Allan y ELLIS, Bill (2010). *The Global Grapevine: Why Rumors of Terrorism, Immigration, and Trade Matter*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- GILBERT, Nigel (2008). «Agent-Based Models». *Series: Quantitative Applications in the Social Sciences*, 153. SAGE Publications.
- GRANOVETTER, Mark (1973). «The strength of weak ties». *American Journal of Sociology*, 78 (6), 1.360-1.380.  
<<https://doi.org/10.1086/225469>>
- HART, Bernard (1916). «The psychology of rumor». *Proceedings of the Royal Society of Medicine (Psychiatry)*, 9, 1-26.
- HU, Yuhan; PAN, Qihui; HOU, Wenbing y HE, Mingfeng (2018). «Rumor spreading model with the different attitudes towards rumors». *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 502, 331-344.  
<<https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.096>>

- HUANG, Da-Wen; YANG, Lu-Xing; YANG, Xiaofan; TANG, Yuan Yan y Bi, Jichao (2020). «Defending against Online Social Network Rumors through Optimal Control Approach». *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1-13.  
<<https://doi.org/10.1155/2020/6263748>>
- KAHNEMAN, Daniel (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: Debate.
- KAHNEMAN, Daniel y TVERSKY, Amos (1979). «Prospect theory: An analysis of decision under risk». *Econometrica*, 47, 263-291.  
<[https://doi.org/10.1142/9789814417358\\_0006](https://doi.org/10.1142/9789814417358_0006)>
- KAWACHI, Kazuki; SEKI, Motohide; YOSHIDA, Hiraku; OTAKE, Yohei; WARASHINA, Katsuhide y UEDA, Hiroshi (2008). «A rumor transmission model with various contact interactions». *Journal of Theoretical Biology*, 253 (1), 55-60.  
<<https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2007.11.024>>
- KNAPP, Robert H. (1944). «A psychology of rumor». *Public Opinion Quarterly*, 8 (1), 22-37  
<<https://doi.org/10.1086/265665>>
- LAI, Kaisheng; XIONG, Xiling; JIANG, Xiaoya; SUN, Meiqi y HE, Lingnan (2020). «Who falls for rumor? Influence of personality traits on false rumor belief». *Personality and Individual Differences*, 152, 1-6.  
<<https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.109520>>
- LEÓN-MEDINA, Francisco José (2017a). «Analytical sociology and agent-based modeling». *Sociological Theory*.  
<<https://doi.org/10.1177/0735275117725766>>
- (2017b). «Analytical sociology and its “syntax” for explanation». *Social Science Information*.  
<<https://doi.org/10.1177/0539018417733820>>
- LIU, Dechun y CHEN, X. (2011). «Rumor propagation in online social networks like twitter, a simulations study». En: *2011 Third International Conference on Multimedia Information Networking and Security (MINES)*, 278-282.  
<<https://doi.org/10.1109/MINES.2011.109>>
- LIU, Yujiang; ZENG, Chunmei y LUO, Youquan (2018). «Dynamics of a new rumor propagation model with the spread of truth». *Applied Mathematics*, 9, 536-549.  
<<https://doi.org/10.4236/am.2018.95038>>
- MACY, Michael; y FLACHE, Andreas (2009). Social dynamics from the bottom up: Agent-based models of social interaction. En Peter Bearman, y Peter Hedström (Eds.), *The Oxford Handbook of Analytical Sociology* (pp. 245-268). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199215362.013.11>
- MANZO, Gianluca (2014). *Analytical Sociology. Actions and Networks*. John Wiley & Sons.
- MERTON, Robert K. (1948). «The Self Fulfilling Prophecy». *Antioch Review*, 8 (2), 193-210.  
<<https://doi.org/10.2307/4609267>>
- MILLER, John H. y PAGE, Scott E. (2007). *Complex Adaptive Systems. An introduction to computational models of social life*. Princeton University Press. <<http://www.jstor.org/stable/j.ctt7s3kx>>.
- PETERSON, Warren A. y GIST, Noel P. (1951). «Rumor and public opinion». *American Journal of Sociology*, 57 (2).  
<<https://doi.org/10.1086/220916>>
- SCANLON, T. Joseph (1977). «Post-disaster rumor chains: a case study». *Mass Emergencies*, 2 (2), 121-126.

- SHIBUTANI, Tamotsu (1966). «Improvised News: A Sociological Study of Rumor». *Ardent Media*.
- TAI, Zixue y SUN, Tao (2011). «The rumouring of SARS during the 2003 epidemic in China». *Sociology of Health and Illness*, 35 (5), 677-693.  
<<https://doi.org/10.1111/j.1467-9566.2011.01329.x>>
- TAPIA-TEJADA, Eduardo Ulianov (2013). «Un estudio dinámico sobre la difusión de rumores». Tesis doctoral. <<http://hdl.handle.net/10803/129403>>.
- WALKER, Charles J. y BLAINE, Bruce (1991). «The virulence of dread rumors: A field experiment». *Language and Communication*, 11 (4), 291-297.  
<[https://doi.org/10.1016/0271-5309\(91\)90033-R](https://doi.org/10.1016/0271-5309(91)90033-R)>
- WANG, Tao; HE, Juanjuan y WANG, Xiaoxia (2018). «An information spreading model based on online social networks». *Physica A*, 490, 488-496.  
<<https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.08.078>>
- XIA, ZhengYou y HUANG, LaiLei (2007). «Emergence of social rumor: Modeling, analysis, and simulations». En: SHI, Y.; ALBADA, G. van; DONGARRA, J. y SLOOT, P. (eds.). *Computational Science – ICCS 2007*, vol. 4490 of Lecture Notes in Computer Science. Berlín/Heidelberg: Springer, 90-97.  
<[https://doi.org/10.1007/978-3-540-72590-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72590-9_12)>
- ZHANG, Ruixia y LI, Deyu (2019). «Identifying Influential Rumor Spreader in Social Network». *Discrete Dynamics in Nature and Society*.  
<<https://doi.org/10.1155/2019/8938195>>
- ZHANG, Jinyu; XIA, Chenhui; ZHOU, Yao y YAN, Jiaqi (2019). «A Multi-agent Based Sage-Fool Model for Rumor Propagation». *Proceedings of the 2019 IEEE 23<sup>rd</sup> International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, 57-62.  
<<https://doi.org/10.1109/CSCWD.2019.8791878>>

## Anexo 1. Código de la simulación

```
globals [  
  percent-similar-belief ;on the average, what percent of a turtle's friends have  
  the same belief as that turtle?  
  percent-confidence-belief ;what percent of the turtles have confidence in their  
  belief  
]  
  
turtles-own [  
  confidence-belief? ;for each turtle, indicate whether at least %-similar-be-  
  liefs-wanted percent of that turtle's friends have the same belief as the turtle  
  similar-nearby ;how many neighboring patches have a turtle with my belief?  
  other-nearby ;how many have a turtle of another belief?  
  total-nearby ;sum of previous two variables  
]  
  
to setup  
  clear-all  
  ask patches [  
    set pcolor white ]  
  create-turtles 400 [ setxy random-pxcor random-pycor ]  
  ask turtles [  
    set color 45  
    set size 1  
  ]  
  start-rumor  
  update-turtles  
  update-globals  
  reset-ticks  
end  
  
to go  
  if ticks = 1500 [ stop ]  
  update-belief  
  update-turtles  
  update-globals  
  go-if-empty-nearby  
  tick  
end  
  
to start-rumor  
  ask n-of %-rumor-origin turtles [ set color 40 ]  
end  
  
to update-belief
```

```
ask turtles with [ not confidence-belief? ]
  [ change-belief ]
end

to change-belief
  if color = 40 [ set color 45 ]
  if color = 45 [ set color 40 ]
end

to update-turtles
  ask turtles [
    set similar-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color = [ color ] of
    myself ]
    set other-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color != [ color ] of
    myself ]
    set total-nearby similar-nearby + other-nearby
    set confidence-belief? similar-nearby >= (%-similar-beliefs-wanted *
    total-nearby / 100)
  ]
end

to update-globals
  let similar-neighbors sum [ similar-nearby ] of turtles
  let total-neighbors sum [ total-nearby ] of turtles
  set percent-similar-belief (similar-neighbors / total-neighbors) * 100
  set percent-confidence-belief (count turtles with [ not confidence-belief? ])
  / (count turtles) * 100
end

to go-if-empty-nearby
  ask turtles [
    let empty-patches neighbors with [not any? turtles-here]
    if any? empty-patches
    [ let target one-of empty-patches
      face target
      move-to target ]
  ]
  tick
end
```