

DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN EN TWITTER. CARACTERÍSTICAS DE LA RED Y ALGUNAS APLICACIONES

José Antonio Fernández Pretel

Curso 2015/2016

BREVE ESQUEMA DE LA EXPOSICIÓN

1 Introducción

- Revolución tecnológica: La era de los datos
- Sistemas complejos y las redes sociales online

2 Estructura de la red de Twitter

- Magnitudes observables y sus relaciones
- Formación de enlaces por cierre direccional en Twitter

3 Difusión de la información en Twitter

- Retweets. Impacto y difusión.
- Hashtags. Diferencias en mecanismos de difusión por temas

4 Conclusiones. Algunas aplicaciones del estudio de la difusión de información en Twitter.

- Control y detección de spam e información maliciosa en Twitter
- Twitter, salud y prevención
- Competición de memes y el fenómeno viral
- Twitter y política. Predicciones electorales

5 Bibliografía

Revolución tecnológica: La era de los datos

En los últimos años, los dispositivos tecnológicos son protagonistas en nuestra vida diaria, manteniéndonos conectados en una *red social* con el resto de la sociedad.

Sin embargo, cualquier movimiento o publicación de información queda registrado, lo cual nos permite estudiar comportamientos de la red ante estímulos.

Además, la producción de los datos es *instantánea*, lo que hace posible un estudio de la red *en tiempo real*.

No obstante, ante la incapacidad de almacenamiento de la ingente cantidad de datos que se producen, en numerosas ocasiones se desecha parte de ella.



Naturaleza, física y sistemas complejos

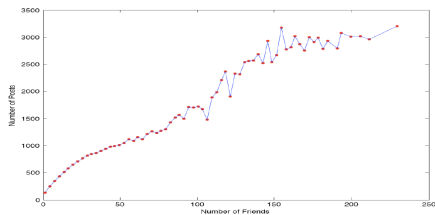
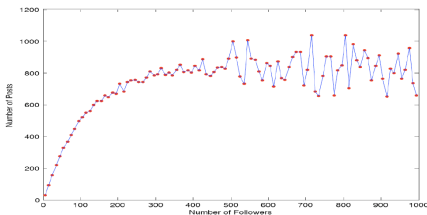
Observando las características de morfología, fenomenología y uso de las redes sociales online, podemos encontrar muchas similitudes con los *sistemas complejos*

- 1 **Sistemas fuera del equilibrio:** el sistema se alimenta constantemente de información que todos los usuarios publican, así como difusión permanente.
- 2 **No linealidad:** La aditividad de publicaciones en un cierto tema de debate no garantiza cierta fenomenología.
- 3 **Escalas:** puede estudiarse la red a partir de elementos individuales o comunidades de los mismos atendiendo a *características comunes*.
- 4 Elevada dificultad de trabajo
 - ▶ Métodos numéricos (ordenadores)
 - ▶ **Datos experimentales**
 - ▶ **Modelos**
- 5 A partir de la *red* de elementos y sus interacciones (estructura de nodos y enlaces) → *Fenomenologías* resultantes



La red social. Relaciones de amistad en Twitter.

- La difusión de la información en una red social se produce mediante la interacción entre usuarios, lo que es posible mediante *mensajes*.
 - ▶ Mensajes directos (mención a un usuario) → **Relaciones de amistad**
 - ▶ Mensajes indirectos → alusiones sin referencia específica
- De acuerdo con [2], una *relación de amistad* se forma cuando dos usuarios intercambian al menos 2 mensajes directos. De acuerdo con esta definición, pueden encontrarse los siguientes resultados a partir de los datos obtenidos de una red de twitter.

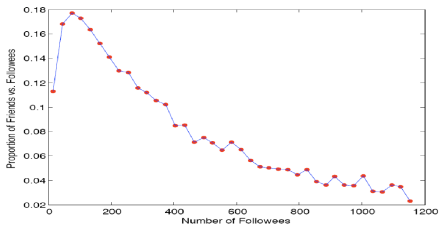
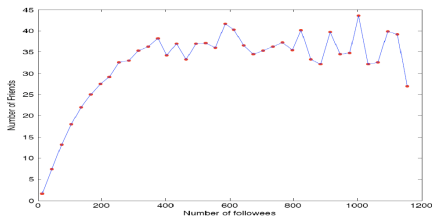


Fuente: [2]

La red social. Relaciones de amistad en Twitter.

A partir de esta definición, pueden buscarse otro tipo de dependencias como las siguientes

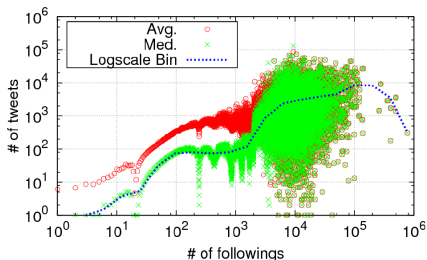
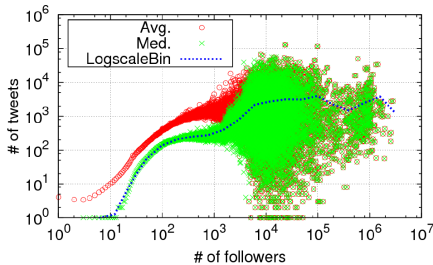
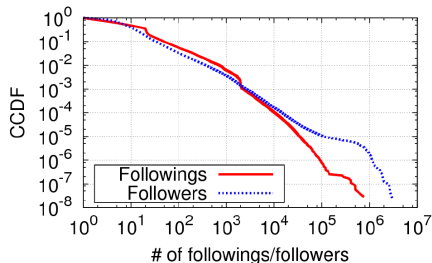
$$\delta = \frac{\text{n}^\circ \text{ de amigos}}{\text{n}^\circ \text{ de seguidores}}, \quad 0 < \delta < 1$$



Fuente: [2]

Estructura de Twitter

Relaciones parecidas se estudian en [3] con tendencias similares:



Observando las tendencias de las dependencias anteriores puede encontrarse

- Si estudiamos la dependencia del número de post en función del número de followers, vemos como se produce una saturación conforme los followers aumentan. No obstante, si se representa el número de post en función del número de amistades esta saturación deja de producirse, lo que indica que el número de amistades es un indicador más fiel de la *actividad* del usuario.
- El número de usuarios en la red (CCDF) en función de sus seguidores sigue una *ley de potencias* hasta aproximadamente los 10^5 seguidores, lo cual indica una incapacidad de predicción de la ley a partir de este valor.
- Además, a partir de estos 10^5 followers aprox., la dependencia en el número de post aparece ampliamente difusa.

De estos cambios en las dependencias anteriores podemos *identificar* los tipos de usuarios de la red sometida a estudio.

Clasificación de usuarios de Twitter

De acuerdo con las observaciones previas podemos establecer la siguiente clasificación

- 1 # followers/followings $\in [20, 250]$: uso como **red social** (los usuarios intercambian información con sus relaciones de amistad). Esta red tiene las siguientes características:
 - ▶ Enlaces no direccionales
 - ▶ Morfología simple
 - ▶ Dispersa, Baja densidad
- 2 # followers/followings $\in [250, 1000]$: uso de Twitter como **red social y red de información simultáneamente**
 - ▶ Enlaces no direccionales
 - ▶ Heterogénea \rightarrow *cores*
 - ▶ Alta densidad
- 3 # followers ≥ 1000 : uso de la red mayoritariamente como **red de información** (los usuarios establecen enlaces con aquellos nodos cuya información les resulta interesante) \rightarrow perfiles de interés general \rightarrow *cores* (nodos con un gran número de enlaces entrantes).

Otras características de la red social de Twitter

- **Reciprocidad baja** → 22,1 % de las relaciones son recíprocas.
- **Grado de separación en Twitter** = 4 (¡muy inferior a la mayoría de redes sociales!)

Esto puede justificarse acudiendo al punto de vista de Twitter como red de información. Este tipo de redes tiene como una característica notable una composición heterogénea con usuarios *cores* que reciben una cantidad muy elevada de enlaces entrantes. De esta forma, podemos justificar este grado de separación menor con una alta efectividad en la conexión de estos *cores*, es decir, *cores* de gran magnitud conectados entre sí que reducen la distancia entre usuarios muy alejados en la red.

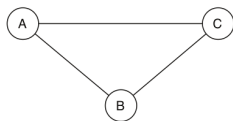
Formación de enlaces por cierre direccional en Twitter

Hemos visto la convivencia de dos tipos de redes

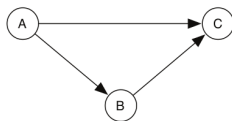
- Red social (enlaces no direccionales, topología simple, corto alcance)
- Red de información (enlaces direccionales, heterogeneidad, largo alcance)

¿Cómo se producen estos enlaces?

- Red social → cierre triangular → *Homofilia*
- Red de información → *¿Existe proceso similar?* → **Cierres direccionales**



(a) *Undirected feed-forward triangle*



(b) *Directed "feed-forward" triangle*

Fuente: [4]

Microcelebrities (μ -celebrities)

Para extraer los datos de Twitter para cierres direccionales, se seleccionan un conjunto de **microcelebrities**, usuarios de entre 10000 y 50000 seguidores.

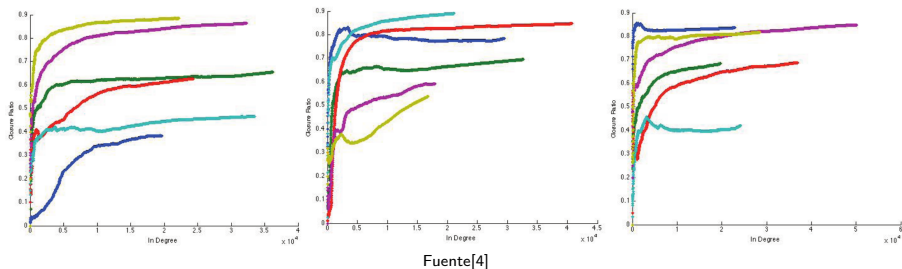
De cada uno de ellos se toma, para reconstruir los enlaces de este tipo

- $L_{in}(C)$: lista de usuarios que siguen al μ -celebrity C ordenada cronológicamente
- $L_{out}(A)$: lista de usuarios a los que un $A \in L_{in}(C)$ sigue, ordenada cronológicamente.

Así, A y C **exhiben cierre** \iff usuario B precede a A en $L_{in}(C)$ y a C en $L_{out}(A)$.

Ratio de cierre: proporción de enlaces que forman cierre para un μ -celebrity.

Ratios de cierre experimentales para los μ -celebrities



Observaciones

- 1 Los ratios crecen rápidamente hasta tomar, en algunos casos, un valor máximo
- 2 Saturación posterior a un valor constante del ratio de cierre $\equiv f$
- 3 El valor de f al que satura para cada μ -celebrity es *independiente del número de seguidores*.

Preferential Attachment

¿Cuántos enlaces exhiben cierre y cuántos podrían hacerlo?

- Si estos cierres se producen por mecanismos desconocidos y trascendentes, una formación aleatoria proporcionaría menos enlaces de este tipo que lo observado experimentalmente. Esto se confirma en los modelos utilizados [4].
Por tanto, es preciso buscar un modelo que intente esclarecer las razones que lleva a la red a establecer enlaces mediante el proceso de cierres direccionales.
- Para ello, se recurre al modelo e formación de enlaces ampliamente utilizado en el estudio de redes complejas, el *Preferential Attachment* (el rico tiende a hacerse más rico, es decir, los nodos con mayor número de enlaces entrantes tienen una probabilidad mayor de formar nuevos enlaces).

Modelos utilizados y sus resultados

Preferential Attachment básico

Para cada uno de los modelos utilizados mostramos los resultados encontrados

- Sólo pocos nodos toman ratios de cierre del orden de los observados
- Mayoría de ratios nulos
- Valores de ratio no se relacionan con los experimentales

Preferential Attachment with fitness

- No se relaciona el número de enlaces entrantes (*in-degrees*) con la constante de saturación f
- Sólo pocos nodos toman ratios de cierre del orden de los observados
- Mayoría de ratios nulos
- Valores de ratio no se relacionan con los experimentales

Se encuentra a partir de los resultados del modelo, que el ratio de cierre se relaciona mucho más estrechamente con el valor $d_t(F(j))$ (donde $F(j)$ denota el conjunto de nodos x que tienen enlaces direccionales hacia un nodo j).

Difusión de la información en Twitter

Características de la difusión de información en la red de información de Twitter → red de seguidores/seguimientos.

- La información que se comparte en Twitter tiene características de gran diversidad. De acuerdo con este hecho, cada mensaje se difundirá de manera distinta por la red.
- Consecuentemente, se esperan diferentes comportamientos en la difusión dependiendo de las características del mensaje.

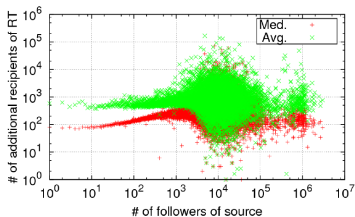
Además la información puede difundirse por redes de distintas morfologías y características

Mecanismos que proporciona Twitter para difusión de información en la red de seguidores/seguimientos

- Retweets
- Hashtags

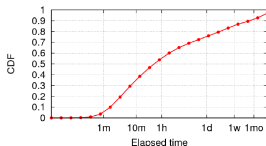
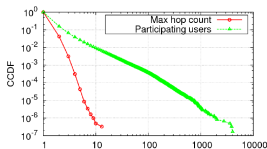
Retweets

- ¿Cuántos usuarios que no son seguidores del autor pueden recibir un tweet mediante el mecanismo de retweet?



Fuente: [2]

- ▶ **Observación:** Hasta ≈ 1000 seguidores de la fuente, # de receptores aprox. constante \rightarrow *Potente mecanismo* (independientemente del número de seguidores que el autor tenga, el mensaje tiene gran n° de receptores no seguidores). Además, lo hace a gran velocidad.



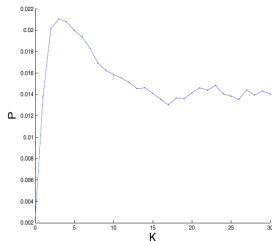
Hashtags. Difusión por temas

Vemos los *mecanismos que rigen la difusión de información por temas*

- Diversos motivos de participación en debates \Rightarrow Descripción probabilística \Rightarrow **stickiness** (pegajosidad)
 - ▶ ¿Permitirán las diferencias en estos valores caracterizar un cierto tipo de mensaje o existen mecanismos más complejos?
- Se construye la estructura de red de interacción a partir de menciones @-X.
 - ▶ Enlace direccional $X \rightarrow Y$ si X menciona t veces $Y \Rightarrow$ Se identifica que X presta atención a Y .
 - ▶ *Conjunto vecino*: conjunto de usuarios con quien X establece vínculos del tipo anterior.
- Conforme los usuarios de la vecindad de X mencionan un H por primera vez, estudiamos la *probabilidad de que X lo haga antes del vecino $(k + 1)$ -ésimo.*

Curvas de influencia $p(k)$

Curvas de influencia $p(k)$: fracción de usuarios X que adoptan el hashtag H antes del vecino $(k + 1)$ -ésimo.

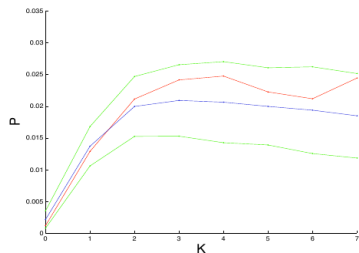


Fuente: [5]

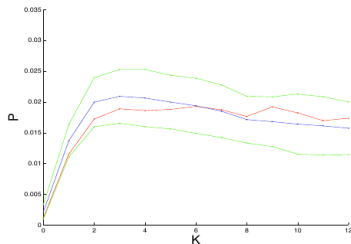
$$p(k) = \frac{I(k)}{E(k)} = \frac{\# \text{ de usuarios } k \text{ expuestos que adoptan } H}{\# \text{ de usuarios } k \text{ expuestos}}$$

- **stickiness:** $M(P) = \max_{k \in [0, K]} P(K)$
- **persistencia:** $F(P) = \frac{A(P)}{R(P)} = \frac{\text{Área } p(k)}{R(P) = K \cdot \max_{k \in [0, K]} P(K)}$

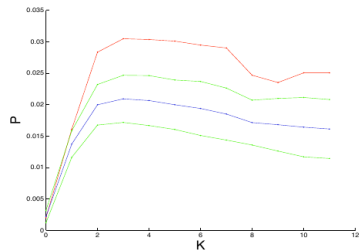
Curvas de influencia $p(k)$ por categorías



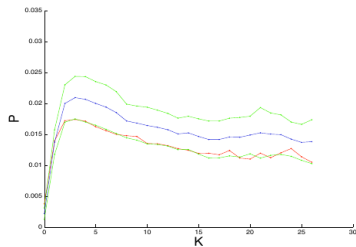
(a) Celebrity



(b) Sports



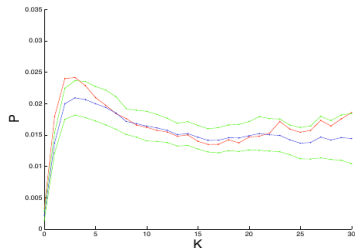
(c) Music



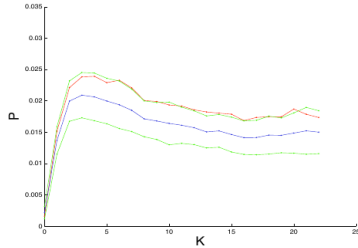
(d) Technology

Fuente: [5]

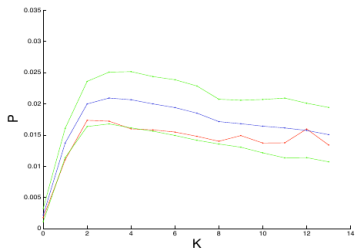
Curvas de influencia $p(k)$ por categorías



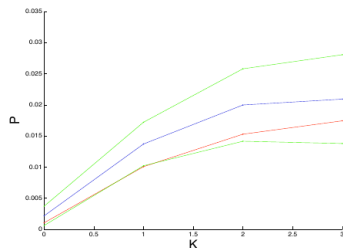
(e) Idioms



(f) Political



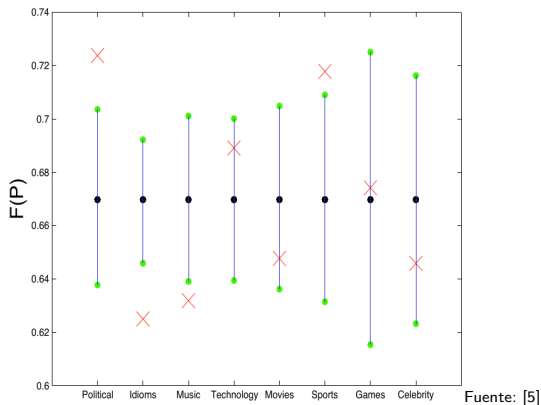
(g) Movies



(h) Games

Fuente: [5]

Valores de persistencia por categorías



Tipo de H	Med. Menciones	Med. Usuarios	Med. Menciones/user
$\forall H$	93,056	15,418	6,59
Política	132,180	13,739	10,17
Deportes	98,234	11,329	9,97
<i>Idioms</i>	99,317	26,319	3,54
Películas	90,425	15,957	6,57
<i>Celebrity</i>	87,653	5,351	17,68
Tecnología	90,462	24,648	5,08
Juegos	123,508	15,325	6,61
Música	87,985	7,976	10,39

Fuente: [5]

Mediana para número de menciones, número de usuarios y número de menciones por usuario para las categorías

Conclusiones

- Se encuentran dos tipos de redes simultáneamente en Twitter. En cada una de ellas se difunde la información de manera distinta.
 - ▶ **Red social:** Vínculos de amistad entre usuarios
 - ▶ **Red de información:** Red seguidores, seguimientos. Heterogeneidad. Cores
- En la *red social*, los vínculos de amistad son de principal importancia para optimizar la difusión de la información.
- En la *red de información*, se encuentran principalmente dos mecanismos
 - ▶ *Retweets*: difusión rápida en entorno cercano aun sin establecer vínculos con los receptores e independiente de los seguidores/seguimientos del autor.
 - ▶ *Hashtags*: Distinta **influenciabilidad** sobre vecinos dependiendo de temática del *H*, caracterizada por *stickiness* y *persistencia*.

Control y detección de spam e información maliciosa en Twitter

Los estudios expuestos pueden ayudar enormemente a mejorar e impulsar las cualidades de las redes sociales para obtener ciertos objetivos. No obstante, algunos usuarios utilizan las características de las redes sociales para beneficiarse económicamente mediante el *spam* o el *hacking*, es decir, utilizan las redes sociales para difundir información maliciosa para los usuarios. Por otro lado se encuentra la difusión de información maliciosa de carácter delictivo, como el terrorismo, extorsión o violencia de género entre muchos otros.

Es por ello que resulta trascendental desarrollar mecanismos que permitan discernir la información beneficiosa y respetuosa con la ley y las normas de uso de la comunidad del spam y demás tipos de información maliciosa. Dado que el control humano de la información que fluye en la red es prácticamente imposible, el desarrollo de mecanismos que disciplinan esta información se presenta imponente ante la comunidad científica.¹

¹AA Amleshwaram, N Reddy, S Yadav et al; " *CATS: Characterizing Automation of Twitter Spammers*" (2013).

Twitter, salud y prevención

Los investigadores han encontrado en las redes sociales una herramienta imprescindible para detectar estas situaciones de peligro. Para ello, estudian cómo discernir la información relevante de la prescindible en estos casos, utilizando las redes sociales a modo de *sensores* donde la información publicada por los usuarios sometidos a los peligros existentes pueden facilitar enormemente las posibles tareas de extinción y/o rescate en la zona afectada. Nos referimos aquí más concretamente a atentados terroristas, terremotos, tornados, incendios forestales y demás catástrofes de estas características.²³⁴

²Sakaki, M Okazaki, Y Matsuo et al; "*Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors*" (2010).

³Aron Culotta; "*Towards detecting influenza epidemics by analyzing Twitter messages*" (2010).

⁴J. P. Michael, M. Dredze; "*You Are What You Tweet: Analyzing Twitter for Public Health*" (2011).

Competición de memes y el fenómeno viral

El sorprendente crecimiento de las redes sociales y el protagonismo que éstas han tomado en la vida diaria de los usuarios ha hecho que la densidad de información en la red aumente considerablemente. A esto se suma la necesidad de los usuarios de que los demás presten atención a esa información preferentemente a la que publican otros usuarios de la red. Es de esta forma como se produce una competición en la red entre las informaciones con el fin de abarcar el mayor número de usuarios posible, además de con la mayor persistencia, llegando a hacerse muy popular en el caso de los *memes*. Esto es lo que se conoce comúnmente como *fenómeno viral*.

Este fenómeno de competición resulta interesante para algunos sectores de la comunidad científica, que desarrollan modelos matemáticos y numéricos para intentar comprender mejor la naturaleza de este proceso.^{5 6}

⁵James P. Gleeson, Jonathan A. Ward, Kevin P. O'Sullivan, and William T. Lee; " *Competition-Induced Criticality in a Model of Meme Popularity*" PRL 112, 048701 (2014).

⁶L. Weng, A. Flammini, A. Vespignani, F. Menczer; " *Competition among memes in a world with limited attention*" Nature 2:335 (2012)

Twitter y política. Predicciones electorales

Muchos grupos de investigación se han lanzado a Twitter para intentar realizar predicciones electorales, ideológicas y de movimiento social a partir de la información que se difunde. Varios artículos publicados han combinado técnicas parecidas a las empleadas en algunos apartados de este trabajo (relaciones entre usuarios o con ciertos mensajes) con otras técnicas para predecir personalidades o corrientes ideológicas para predecir (en muchos casos con éxito) resultados electorales en distintos países como Bélgica, Reino Unido o Alemania, entre otros, o diversas corrientes ideológicas o movimientos sociales como el 15M. ^{7 8}

⁷Andranik Tumasjan, Timm O. Sprenger, Philipp G. Sandner, Isabell M. Welpe; "Predicting Elections with Twitter: What 140 Characters Reveal about Political Sentiment" AAI (2010).

⁸M. D. Conover, J. Ratkiewicz, M. Francisco, B. Gonçalves, A. Flammini, F. Menczer; "Political Polarization on Twitter" AAI (2011).

Bibliografía

- [2] Bernardo A Huberman, Daniel M Romero, Fang Wu; "*Social networks that matter: Twitter under the microscope*". First Monday (2008): Vol. 11, 1.
- [3] H. Kwak, C. Lee, H. Park, S. Moon; "*What is Twitter, a Social Network or a News Media?*". IW3C2 April 26-30 (2010).
- [4] Daniel M. Romero, Jon Kleinberg; "*The Directed Closure Process in Hybrid Social-Information Networks, with an Analysis of Link Formation on Twitter.*". Fourth International AAI Conference on Weblogs and Social Media (2010).
- [5] Daniel M. Romero, Brendan Meeder, Jon Kleinberg; "*Differences in the Mechanics of Information Diffusion Across Topics: Idioms, Political Hashtags, and Complex Contagion on Twitter.*". WWW Conference Comittee (IW3C2) (2011).

