

# **Campañas Electorales Via E-mail: ¿Exito o Condena?**

Bonacina, Antonella  
Danón, Alejandro  
Triantaphyllis, Alexander

Universidad de San Andrés  
Maestría en Economía  
19 de Noviembre de 2007

*Candidates for political office are using unsolicited bulk e-mails to reach the electorate. Commonly known as "political spam," this campaign tactic is an inexpensive supplement to television, radio, and print ads. Advocates claim that campaigning via the internet reduces candidates' dependence on fundraising, but critics detest political spam as the latest nuisance.<sup>1</sup>*

## **I. Introducción**

Este trabajo se inspira en los modelos de contagio, en particular tiene como eje central el modelo de Watts, ya que pretende estudiar la efectividad de una campaña electoral a través del “contagio” de los potenciales votantes vía e-mails.

La pregunta central a responder es cuál es el porcentaje inicial de e-mails que debe enviar el candidato que adoptará esta estrategia de campaña para obtener una determinada cantidad de votos en un período de tiempo previo a las elecciones. Para responder esta pregunta será necesario conocer cuales son las características de los votantes y de la red a través de la cual se relacionan.

En la sección II presentamos la motivación de este trabajo, en donde ponemos en evidencia la creciente tendencia mundial en la utilización de Internet, y en particular, el envío de e-mails como estrategia de campaña electoral.

En la Sección III describimos el modelo, los supuestos utilizados y los parámetros que lo caracterizan.

En la Sección IV se exponen los resultados que surgen de la simulación, habiendo sometido al modelo a un análisis de sensibilidad, destacando los resultados robustos y los hechos estilizados que se puedan observar.

En la Sección V se detallarán las conclusiones más relevantes, pretendiendo responder a la pregunta central del trabajo.

---

<sup>1</sup> <http://www.law.duke.edu/journals/dltr/articles/2003dltr0001.html>

## **II. Motivación**

Las campañas políticas han aumentado en complejidad en la última década y esto se corresponde principalmente al aumento de las variantes para acumular partidarios y votantes. Un medio relativamente nuevo para llevar a cabo las campañas políticas es Internet y, en particular, la opción de utilizar los correos electrónicos

Las campañas por mail han ganado popularidad por sus ventajas en cuanto a tiempo, velocidad de alcance, cobertura, menor uso de personal, menores costos directos y también por ser muy efectivas para llegar a una gran cantidad de votantes<sup>2</sup>. Con respecto a los costos de una campaña de medición, el costo de un correo electrónico es aproximadamente dos centavos (de dólares), mientras que un correo tradicional tiene un costo alrededor de 40 centavos (de dólares).

Según algunos expertos, el uso de e-mails pueden llegar a cambiar de gran forma no solo las campañas sino también las políticas luego implementadas, al disminuir importancia de los Fondos de Campaña. Los candidatos no tendrían ya que financiarse mediante grupos de intereses particulares, y además, partidos más pequeños podrían lograr una mayor dimensión.<sup>3</sup>

El uso del Internet se hizo una herramienta muy importante en el periodo previo a las elecciones del año 2004 en los Estados Unidos. Candidatos como Howard Dean, quien lideraba las elecciones primarias del partido demócrata en 2004, se considera como el pionero en implementar una campaña haciendo uso de internet, especialmente correos electrónicos para ganar apoyo. La lista de direcciones de correos electrónicos de la campaña que realizó Howard Dean comenzó con un grupo de menos de 1.000 personas hasta una lista de más de 500.000 a través de aproximadamente un año y medio.<sup>4</sup>

Cabe mencionar que el uso de Internet ha sido probablemente el medio más importante en las campañas de los candidatos a presidente para las elecciones del 2008 en Estados Unidos. Al respecto, podemos destacar la página web techPresident.com, que tiene estadísticas sobre la cantidad de apariciones en *YouTube* y la cantidad de

---

<sup>2</sup> <http://www.emaildoctor.info/article012.html>

<sup>3</sup> Idem

<sup>4</sup> [http://www.lyris.com/resources/casestudies/casestudy\\_dean.html](http://www.lyris.com/resources/casestudies/casestudy_dean.html)

seguidores en *Facebook* que tiene cada candidato.<sup>5</sup> Un candidato que ha crecido drásticamente por Internet es Ron Paul, un candidato Republicano que logra U\$\$ 4.000.000 de fondos en línea en un día<sup>6</sup>.

Actualmente los Candidatos políticos tienen sitios Web en donde hay links para registrarse, con la opción de suscribirse al newsletter del candidato. A este proceso le sucede la creación de una base de datos con correos electrónicos.

Sin embargo el uso de e-mails como estrategia electoral puede traer consigo algunos riesgos identificados y otros que aún no han sido detectados. Obtener una lista con direcciones de e-mails por otros medios, que no sea la suscripción voluntaria, puede ser percibido como *spamming*, amenazando el nivel de confianza que la gente tiene en un candidato.<sup>7</sup> En 2003, el equipo de Howard Dean admitió haber hecho *spamming* por accidente, una novedad controversial en su época, que resultó de haber contratado una firma dedicada a este tipo de campañas.<sup>8</sup>

Tan importante como el *timing* de los correos electrónicos, es decir el momento en el que se envían los e-mails, es la estrategia del contenido, o el estilo, de los mails. Por ejemplo, los *fundraising mails* son más propensos a cansar a los votantes y generar una imagen negativa del candidato.

Es importante destacar el hecho de que en la red existen individuos que son claves por el número de contactos que manejan, y por ello se hace clave la posibilidad de identificarlos. La idea de maximizar la distribución de propaganda es semejante al intento de maximizar la eficacia de la distribución de una inmunización, un asunto muy importante en el mundo de la medicina actual. En el contexto medicinal, existe el concepto de “super-spreaders,” individuos que tienen una red social grande y por lo tanto son más susceptibles a ser infectados y también tienden a infectar a más gente una vez infectados, por la misma razón. Entonces, en términos de utilizar inmunizaciones para evitar la diseminación de una enfermedad, la siguiente cita describe tal proceso:

---

<sup>5</sup> <http://techpresident.com/>

<sup>6</sup> *If his campaign had taken place in the pre-Internet era, it might have gone the way of his 1988 Libertarian campaign for president, as a footnote to history. But because of the Internet's low-cost ability to connect grass-roots supporters with one another — in this case, largely iconoclastic white men — Paul's once-solo quest has taken on a life of its own. It is evolving from a figment of cyberspace into a traditional campaign ... [Paul] said it proved his campaign was more than 'a few spammers.'... There is even talk that Paul could influence the primary in New Hampshire, where he could draw votes from Senator John McCain of Arizona* <http://www.iht.com/articles/2007/11/11/america/11paul.php>

<sup>7</sup> <http://www.emaildoctor.info/article012.html>

<sup>8</sup> [http://www.news.com/2100-1028\\_3-5065141.html](http://www.news.com/2100-1028_3-5065141.html)

*Human networks of acquaintances, computer networks like the Internet, and interacting protein networks in the body, all share a characteristic layout: most of the elements have only a few links to others, while a few individuals have a very large number of links. If one of these highly connected individuals in a human network becomes infected, she can become a "super-spreader," infecting all of her contacts and efficiently distributing the disease. This structure suggests a deceptively simple solution to the vaccination question: immunizing all the super-spreaders in a network slows or stops the spread of a disease as effectively as destroying a country's highway interchanges would stop traffic.<sup>9</sup>*

Aplicando la misma idea al concepto de aumentar la proporción de votantes que sean partidarios de un candidato político, los “super-spreaders” son los individuos que deberían ser explotados para la maximizar la expansión de información positiva sobre el candidato en forma mas eficiente.

En resumen, las campañas políticas por mail es un fenómeno que esta dando sus primeros grandes pasos. Nuestra principal motivación es que a través de una simulación en MATLAB lograr un pequeño aporte en el conocimiento de este fenómeno.

---

<sup>9</sup> <http://www.worldchanging.com/archives/000212.html>

### **III. El Modelo**

Un candidato K pretende lograr el mayor el número de votos en las próximas elecciones para Intendente en un pueblo de N habitantes llamado Tangolandia. Para ello decide utilizar como estrategia de campaña el envío de e-mails, aprovechando las escalas que brinda la red, y así promover sus ideas y persuadir a los receptores del e-mail (votantes). El candidato decide contratar a tres expertos en el tema (alumnos de la Materia Racionalidad Muy Limitada) para que lo asesoren con su campaña.

Los asesores le informan que como primer paso debe contar con una base de datos con direcciones de e-mails. Estas bases se adquieren fácilmente en el mercado, pero bases mas grandes tienen un mayor costo. El candidato le pregunta a sus asesores a qué porcentaje ( $\alpha$ ) de la población debe mandar e-mails, para que a través del contagio que facilita la red, obtenga una determinada cantidad de votos que le sirvan para ganar las elecciones, o por lo menos ir a segunda vuelta. *Por lo tanto, la pregunta que van a tratar de responder los investigadores es el tamaño de la base de datos ( $\alpha$ ) que debería considerar comprar el Candidato.*

El tamaño de la red es N, que representa al electorado.

Los expertos le explican al candidato K que existen varias variables que caracterizan a la red y a los individuos que forman parte de la misma:

- Una de estas variables es el número de conexiones promedio que tienen los votantes ( $z$ ). Si la red esta muy conectada el candidato necesitará un  $\alpha$  menor para llegar a gran parte de la población aunque esto no signifique convencerlos, como veremos a continuación. Ya que la red esté muy conectada puede llegar a jugar en contra del Candidato, haciendo más riesgosas sus intervenciones.

Otras variables tienen que ver con características de los votantes:

- Cuantos de sus contactos deberían enviarle un e-mail para contagiarse (*thresh*), que está relacionado con la simpatía que pueda despertar el candidato a través de otros medios, con la competencia de otros partidos, o con la eficacia que logre a través del contenido del mail.

- El grado de tolerancia de los individuos al correo en exceso, que pueden llegar a considerar como “basura” (*trash*), y en este caso el individuo puede llegar a desafiliarse en el caso de estar afiliado.

Estas dos variables, *thresh* y *trash* representan dos fuerzas que actúan en el sentido contrario cuando aumenta el número de e-mails en circulación.

Vamos a suponer que:

- Todos los simpatizantes del candidato (afiliados al partido, partidarios) envían e-mails a sus contactos.

- Todos los individuos que reciben el mail en el momento inicial pasan a ser partidarios. Estos pueden considerarse los “militantes”.

- Los e-mails recibidos por un individuo no se acumulaban de un periodo a otro, es decir los individuos no tienen “memoria”.

- Todos los individuos tienen idéntico *thresh* y *trash* y son constantes en el tiempo.

*Alternativa: dejar sin efecto los primeros dos supuestos nos parece irrelevante ya que sería equivalente a cambiar  $\alpha$  o thresh.*

*Levantar el tercer supuesto requeriría reprogramar el modelo en una manera más complicada que incluya una variable de stock de e-mails recibidos. Esto puede modificar los resultados del modelo ya que afecta al proceso de convertirse al partido o abandonarlo, haciendo muy relevante la inclusión de la variable tiempo.*

*En el modelo el candidato puede observar cual es el porcentaje de contagiados una vez alcanzado el punto fijo. Sin embargo, también puede observar cual fue el máximo porcentaje de votantes que se alcanzó en el proceso hasta llegar al estado estacionario. Si estas dos variables son significativamente diferentes da la señal de la importancia de la variable tiempo, ya que al Candidato le debería interesar poder responder la pregunta ¿Cuál es el período exacto en el que este máximo se alcanzó? y de esta forma manejar cuando debería ser el momento óptimo para lanzar su campaña.*

A continuación describimos en forma esquemática la rutina del modelo:

## **A. Rutina del Modelo**

### **1.- Envío de E-Mails en el periodo cero (ver Apéndice “Convertidos en período cero”)**

Construimos un vector aleatorio, con una variable binaria, que indica 1 si el individuo recibió el mail.

En este modelo vamos a suponer que los individuos que reciben mail se “convierten al partido”, y además van a enviar mail a sus contactos.

### **2.- Redes de Conexiones (Ver Apéndice “Red”)**

Construimos una matriz de tamaño  $N \times N$ , simétrica y aleatoria, que indica las conexiones entre los individuos. Esta matriz se construye de tal forma que el número promedio de conexiones de los individuos sea  $Z$ . Este parámetro es muy importante ya que describirá el grado de conexión de la red.

*Alternativa: plantear matrices de contactos aleatorios pero con puntos de contactos no independientemente distribuidos, con autocorrelación espacial, y características propias de la red de interés, la gran red, Internet. A partir de esta modificación, observar cómo cambian las conclusiones para distintas formas y tamaños de la red de contactos.*

### **3.- Proceso de Contagio y Descontagio (Ver Apéndice “Campaña de Contagio” y “Comportamiento del Electorado”)**

Se inicia el proceso de contagio. Los individuos que recibieron e-mails en el momento cero los reenvían a sus contactos.

En los períodos siguientes estos contactos se “convierten” si el porcentaje de sus propios contactos que le enviaron mail es mayor que “thresh”. Esto se puede interpretar de la siguiente forma: al individuo le importa la opinión de sus contactos (su entorno) y no la de toda la población.



Por otro lado, los individuos convertidos siguen recibiendo e-mails, para estos comienza a jugar el “trash”. Si el porcentaje de sus propios contactos que le enviaron mail es mayor que “trash” optará por desafiliarse.

#### **4.- Punto Fijo**

El proceso 3 se repite hasta alcanzar un Punto Fijo, es decir, hasta que ya no aparecen nuevos contagiados ni individuos que reciben e-mails en forma excesiva y se desafilian del partido.

Debido al mecanismo que opera en el proceso de contagio es posible que no se alcance un punto fijo, es decir que el proceso continúe en forma indefinida. Es por ello, y debido a que las elecciones ocurren en un periodo finito, incorporamos un máximo al número de periodos que pueden transcurrir. El mismo se establece a través de un parámetro “maxstep”.

#### **5.- Estadísticas y principales resultados del modelo**

El modelo se ejecuta 30 veces de forma de generar resultados que sean robustos ante cambios en las condiciones iniciales, que son las que introducen la aleatoriedad al modelo, junto con la matriz de conexiones.

En **cada iteración** los resultados que se generan son los siguientes:

- **Size:** porcentaje de individuos que van a votar al candidato K al alcanzar el punto fijo o el “maxstep” impuesto.
- **Time:** periodo en que se alcanza el punto fijo o en caso de no alcanzarse el “maxstep”.
- **Maxsizestep:** máximo porcentaje de votantes del candidato que se alcanzó en la iteración.

A partir de las **30 iteraciones** se pueden construir las siguientes estadísticas.

- **Msize:** promedio de “size”.

- **Mtime**: promedio de “time”.
- **Msizestep**: promedio de “maxsizestep”.
- **Mshowmaxstep**: promedio de “showmaxstep”.
- **Mmtime**: máximo valor de “time”.
- **Mmax**: máximo valor de “size”.
- **Pmax**: porcentaje de iteraciones que alcanzaron el “maxsize”.
- **Sdtave**: desviación estándar de “time”.
- **Sdsize**: desviación estándar de “size”.

## **6.- Análisis de Sensibilidad (Ver Apéndice “Gráficos de Campaña de Contagio”)**

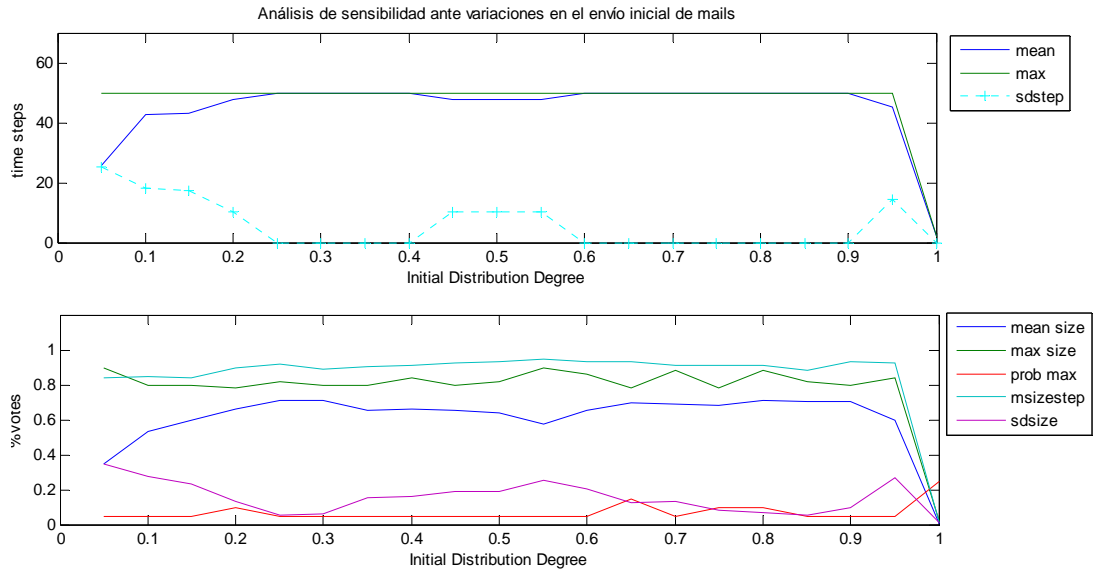
Los resultados obtenidos de ejecutar el programa son evaluados para distintos valores de los parámetros de forma de poder estudiar en profundidad el modelo. Y así observar cuales son los parámetros, y sus valores críticos, que alteran significativamente los resultados y la estrategia que debiera adoptar el Candidato.

Evaluamos el comportamiento ante variaciones de:

- Porcentaje de e-mails que envía el candidato K en el momento inicial ( $\alpha$ ).
- Número de contactos promedio de los agentes (z).
- Proporción de contactos que deben mandarle mail a un agente para que éste se convierta (thresh).
- Proporción de e-mails que el agente juzga como excesiva de desafiliarse en el caso de estar convertido (trash).
- Número máximo de periodos que se permiten para que transcurran los contagios (maxstep). Éste se hace efectivo al no alcanzar un punto fijo.

## IV. Resultados

**Benchmark: N=50, Z=5, Thresh=0.3, Trash=0.8, MaxStep=50**



La elección de estos valores de los parámetros responde a las siguientes razones:

- Un valor superior de MaxStep no produce cambios en los resultados. Es decir para aquellos valores en los que no se alcanza un punto fijo para valores menores a 50, la simulación no alcanza puntos fijos. Esto es muy importante ya el mismo se fijó arbitrariamente.

- Con respecto al umbral de predisposición hacia el candidato (thresh), se producen resultados interesantes para valores entre 0.1 y 0.6 de thresh.

- El valor de trash de 80% responde a que el mismo tiene que ser superior a thresh para que tenga sentido el modelo y para que se produzca cierta actividad, por otro lado valores cercanos a 100% es un modelo donde el umbral no cumple ninguna restricción.

**A partir de la simulación del Benchmark los resultados son los siguientes:**

- Como es de esperar el porcentaje de votos aumenta a medida que aumenta el porcentaje de mails enviados en el momento inicial hasta un  $\alpha=25\%$ . En este valor alcanza un máximo de 41%. Luego la media de esta variable se mantiene relativamente estable. Cuando  $\alpha$  se aproxima a 100% no se produce contagio y el número de step desciende a 1. Esto último debido a que el porcentaje de mails enviados supera el grado de tolerancia al correo basura (trash), y en el primer step todos los individuos se desafilian.

- En promedio el máximo porcentaje de votos que se alcanza dentro de cada iteración (msizestep) es cercano al 90% para todo  $\alpha$  mayor al 0.5. Además el máximo porcentaje logrado en el último periodo es un poco menor, 80%, y la probabilidad no cambia demasiado.

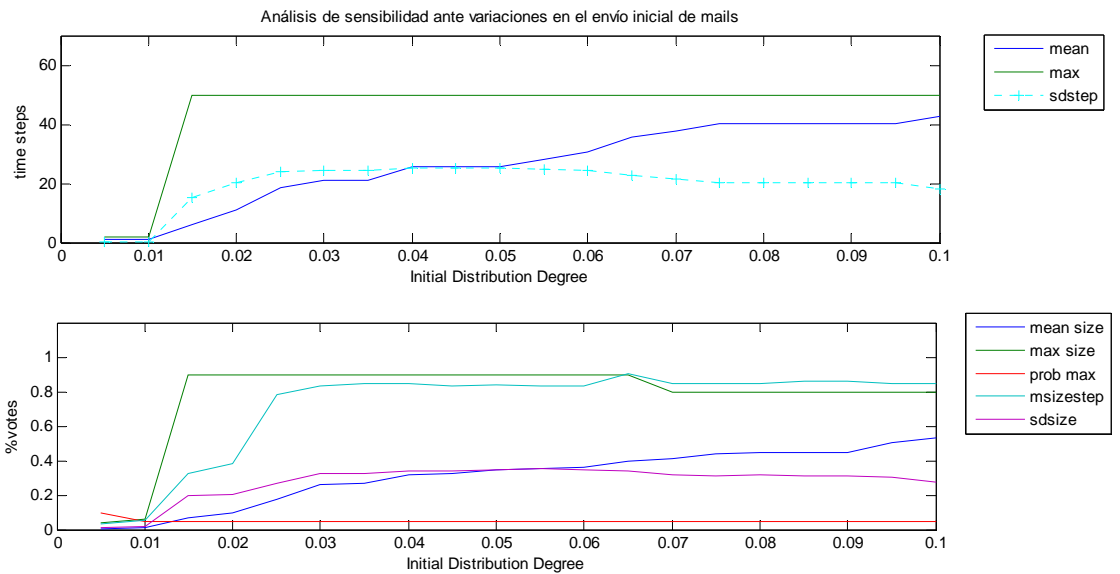
- Con respecto al período en el que el sistema alcanza un punto fijo se observa que para  $\alpha$  menores que 25% el mismo es menor a 50. Sin embargo para valores por arriba de este valor es mayor que 50, y como expresamos anteriormente, en este caso la simulación no alcanzaba un punto fijo. Como mencionamos, los resultados son robustos a cambios en el parámetro max step.

En resumen,

- Un  $\alpha$  superior a 25% no produce cambios en los resultados. La lección de ello es que el  $\alpha$  óptimo es menor a este valor, aunque el candidato sea muy adverso al riesgo, en el sentido que prefiera más confianza en los resultados expuestos, ya que la desviación estándar no disminuye para  $\alpha$  más elevados.

- La media del máximo porcentaje de votos que alcanza en cada iteración, esta por arriba de mean size indicando que es importante para el Candidato tener en cuenta el periodo en que se manda el mail, ya que ocurren máximos que no son en el periodo final.

A continuación ampliamos el análisis pero examinando en profundidad los cambios que ocurren para valores bajos de  $\alpha$  (0.5% a 10%), el cual consideramos que tendría sentido económico para el Candidato.



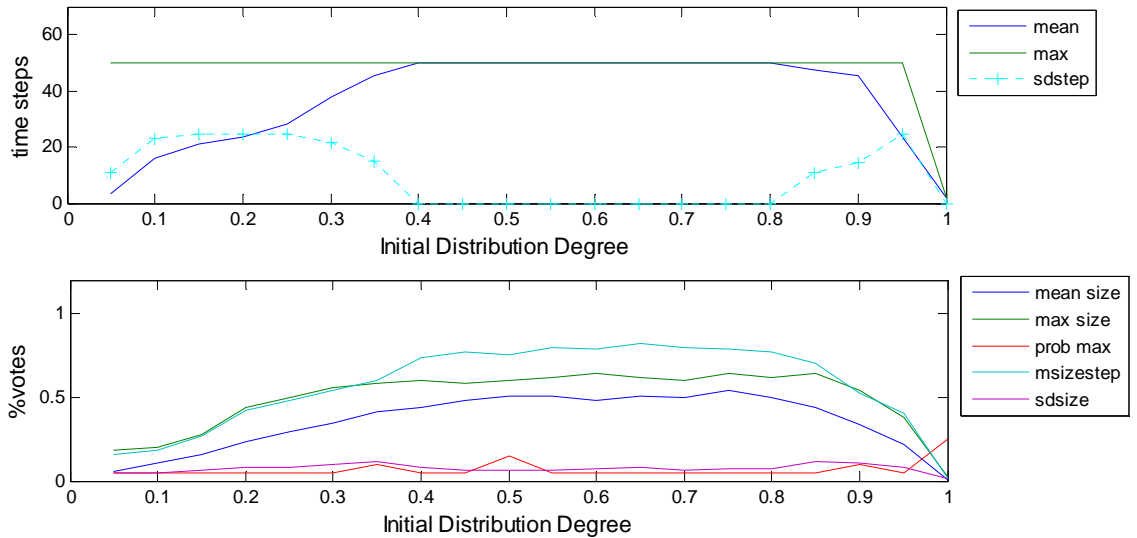
- Se destaca que si bien los cambios en la media del porcentaje de votantes es continua, la media del tamaño máximo alcanzado en una iteración y el máximo porcentaje de votos al final del período cambian en forma brusca cuando el porcentaje de envío inicial de mails cambia de 1% a 2%. Si bien la probabilidad de que ocurra este máximo es baja, es la misma que para los otros porcentajes de  $\alpha$ .

Además si el Candidato está atento al periodo en que se alcanza el máximo size, puede sacarle un rédito importante a un  $\alpha$  pequeño. Ya que *msizestep* alcanza valores de 80% para valores de  $\alpha$  de 2.5%.

**a. Cambios en Tresh**

i) A continuación presentamos para el caso de **thresh=0.6**

Análisis de sensibilidad ante variaciones en el envío inicial de mails. Tresh=60%



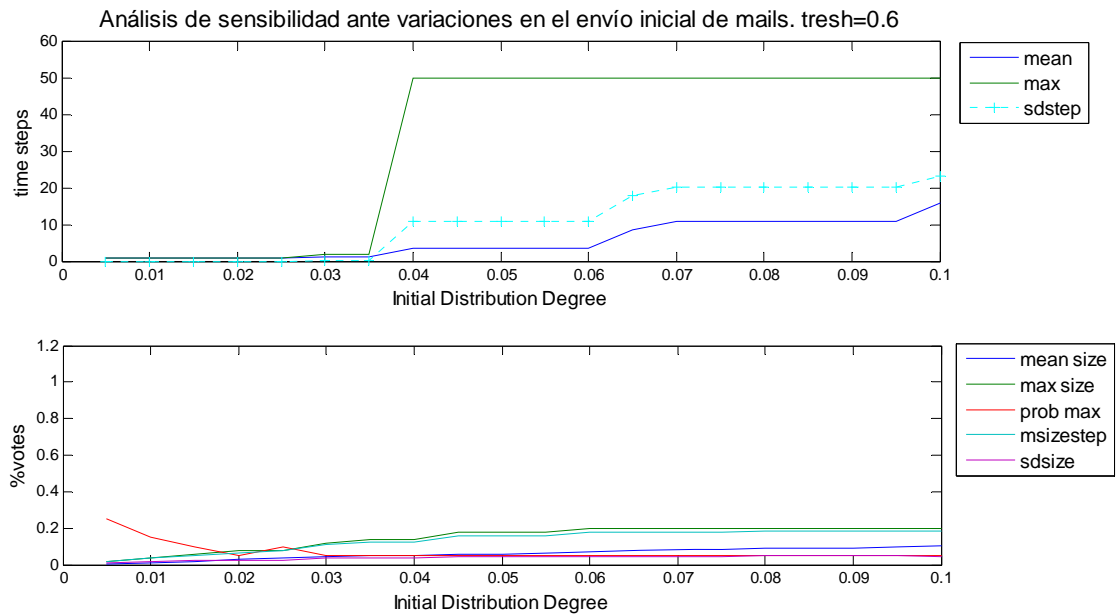
Respecto del Benchmark se observa que:

- La forma de la curva de porcentaje medio de votos cambia, adquiriendo una forma más acampanada, y el máximo es alcanzado para un 53% de votos promedio (menor que en el caso anterior). esto es de esperar porque al aumentar el thresh es similar a que disminuya la simpatía por el Candidato.

- El punto de partida es inferior al benchmark, crece levemente, alcanza su máximo y comienza a caer antes que en el caso base y menos abruptamente.

- Además la variabilidad en el porcentaje de votos promedio es menor.

A continuación ampliamos el análisis pero examinando en profundidad los cambios que ocurren para valores bajos de  $\alpha$  (0.5% a 10%).

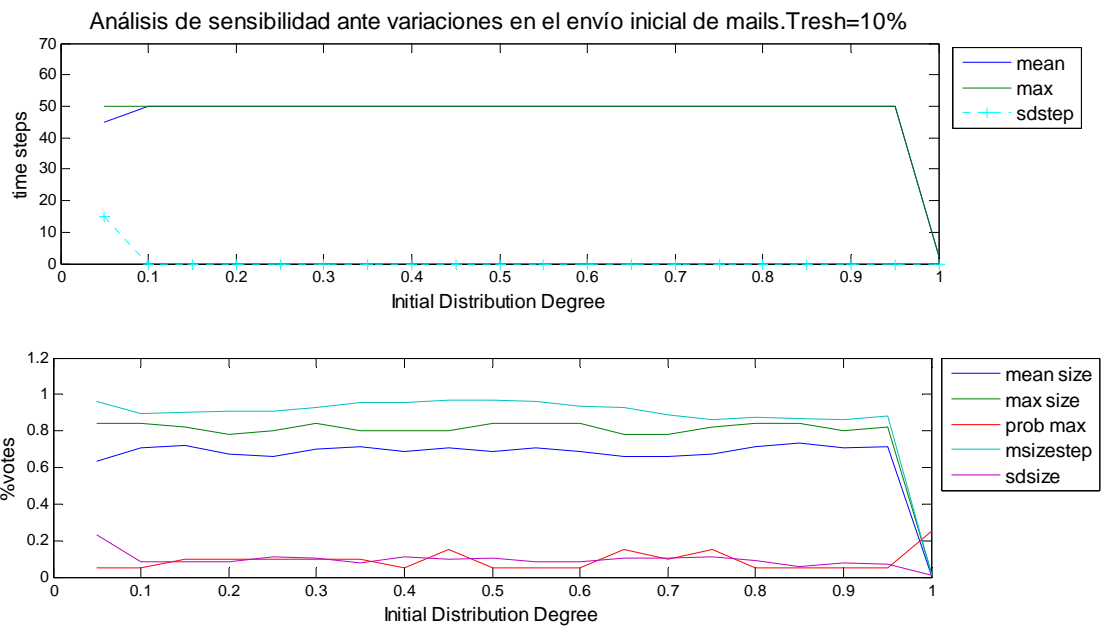


- Si analizamos la distribución del porcentaje de votos para el rango de  $\alpha$  inferior al 10% ya no notamos la discontinuidad del caso anterior.

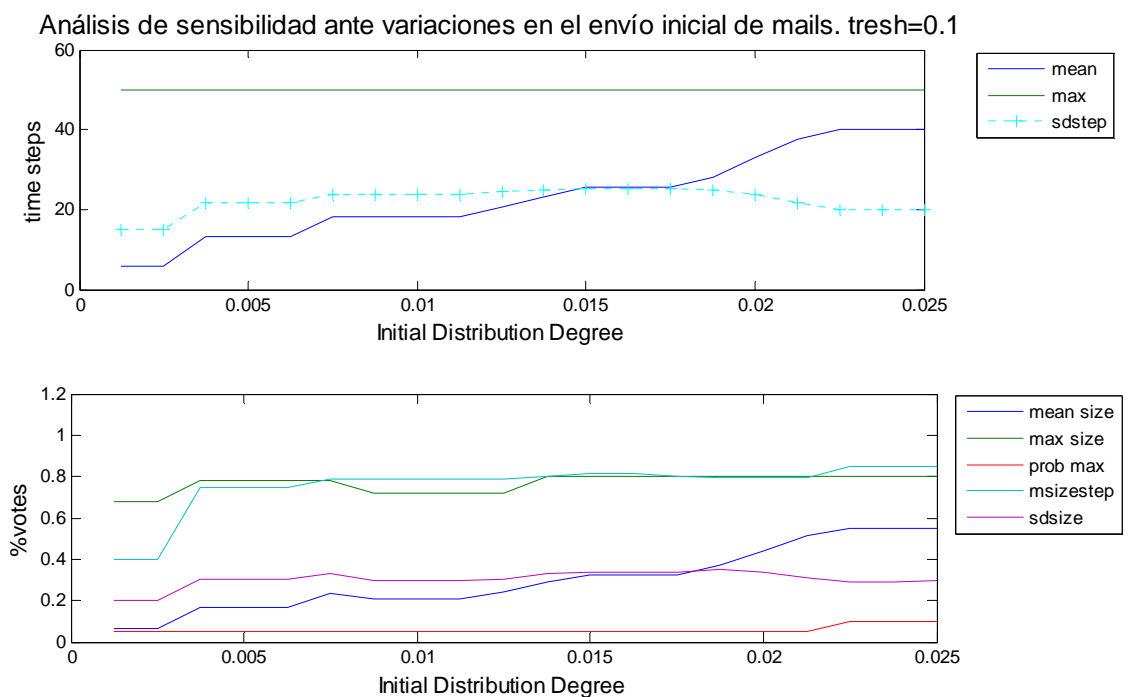
- Por último, ya no se observan iteraciones o dentro de las iteraciones, sucesos en donde se contagie toda la población.

ii) A continuación presentamos para el caso de **thresh=0.1**

Si analizamos para valores de thresh menores al del caso base se observa que el porcentaje medio de votos oscila entre un 60% y 70% para todos los valores de  $\alpha$  y cae abruptamente al llegar a un  $\alpha$  de 100%.



Es importante recordar que no se alcanza un punto fijo, pero como ya mencionamos el análisis es robusto al valor de max step. Se observa que el máximo porcentaje de votos alcanzado en una iteración en promedio es del 90% aproximadamente para cualquier valor de  $\alpha$  distinto de 1, mientras que el máximo valor del porcentaje de votos es de 80% (aunque la probabilidad de alcanzarlo es muy baja).





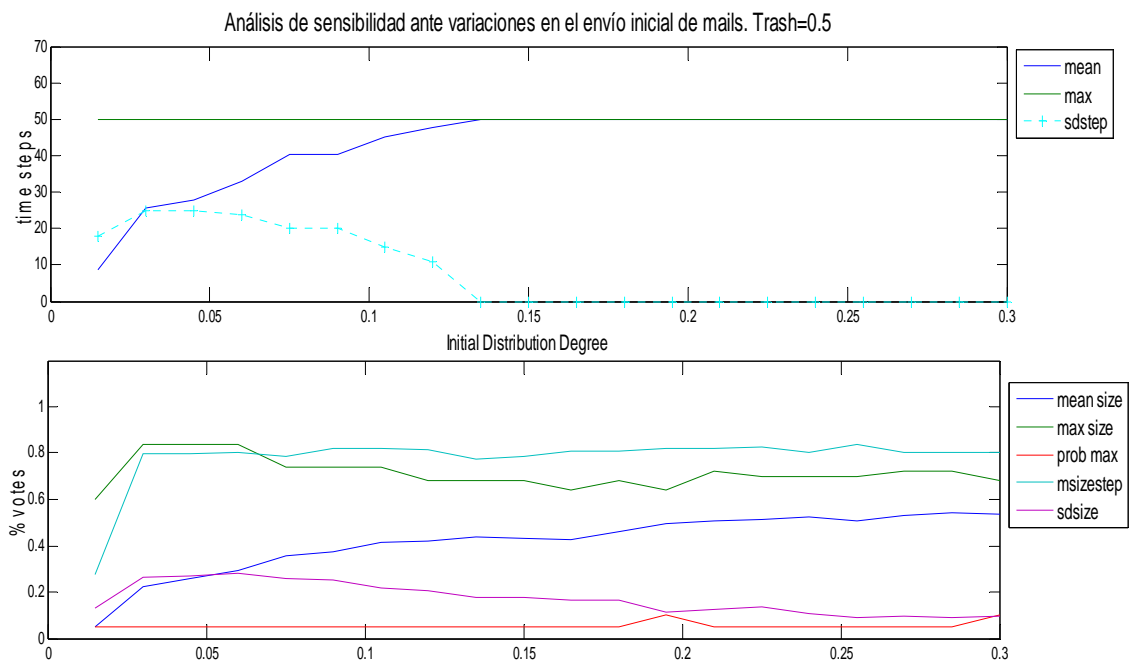
Con un thresh de 0.1 la posibilidad de “avalancha” (contagiar al 80% de la población) se hace presente para  $\alpha$  muy bajo, 0.12% a un 0.5%. Esto deja en claro la importancia que tiene el thresh.

## b. Cambios en el parámetro Trash

A continuación agregamos al análisis del benchmark la comparación para valores del trash de 0.5 y de 1.

### i) Trash=0.5

El análisis lo realizamos para  $\alpha$  menores a 0.3 debido a que los resultados no cambian para alfa mayores, salvo para alfa mayores a 0.85, en donde el % de votantes cae en forma continua hasta cero. Sin embargo no consideramos que este valor tenga significancia en el análisis.

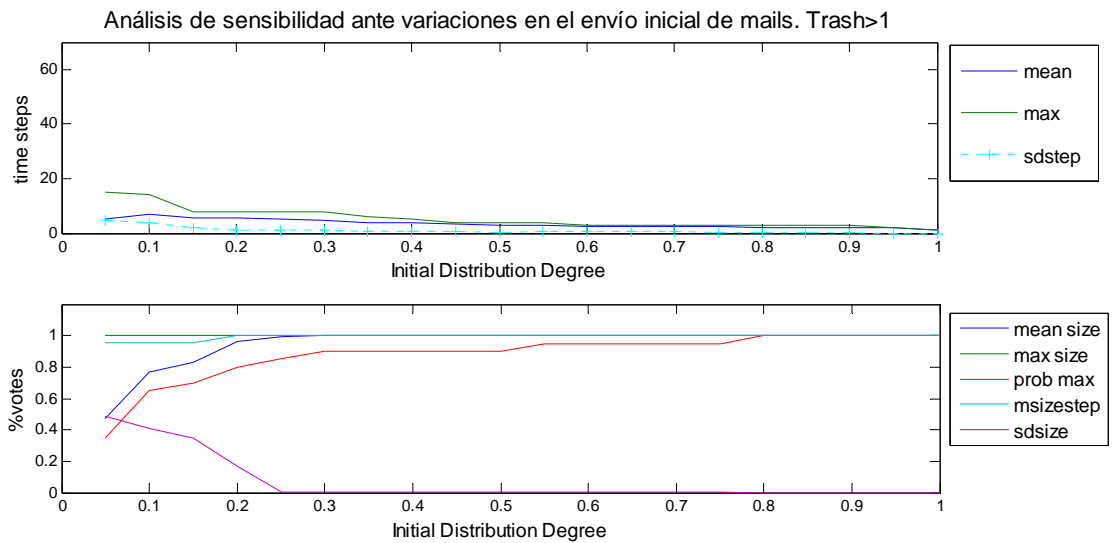


- Respecto del caso básico llama la atención que los resultados no se modifiquen demasiado.

- El cambio más importante es que para un menor  $\alpha$  el programa no alcanza un punto fijo. Esto se debe a que al ser menor el trash y más cercano al thresh se produce un mayor número de cambios de estado entre los individuos, sin posibilidad de alcanzar un punto fijo el sistema.

- Si embargo los valores respecto del porcentaje de votos alcanzados no se modifican en forma sustancial, ni tampoco el  $\alpha$  donde se alcanzan los mayores valores.

ii) Trash=1



Con trash mayor que uno, lo cual implica que no existe posibilidad de rechazo al candidato por el número de mails recibidos, los resultados varían notablemente y este resultado valida la innovación realizada por nuestro modelo.

Con respecto al porcentaje de votos logrados:

- Con un  $\alpha$  mayor a 0.25 ya se logra llegar a toda la población en todas las iteraciones, lo cual era imposible en el benchmark. Además este porcentaje no cae para los valores de  $\alpha$  cercanos a uno.

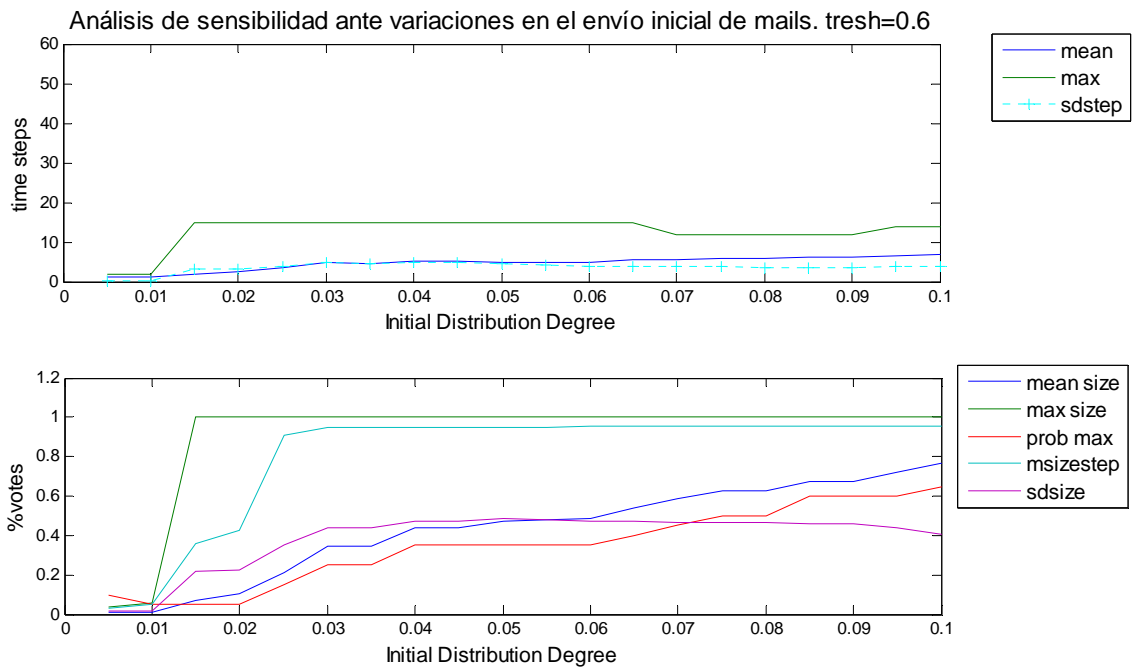
Con respecto al número de periodos para alcanzar el punto fijo:

- en primer lugar no existe posibilidad de no alcanzar puntos fijos.
- El número de step necesarios para alcanzar el punto fijo es menor a 15 en todos los casos. Y desciende en forma continua.

- Con un alfa mayor a 0,5 el número de step es menor a 3 en todos los casos. Es decir rápidamente se alcanza a toda la red.

- Por lo tanto como era de esperar el problema de que el sistema no alcanzó puntos fijos está ligado al parámetro trash. Es decir a la posibilidad de que algunos individuos se conviertan y se desconviertan.

Para valores bajos de  $\alpha$  (menores a 0.1) se observa lo siguiente:

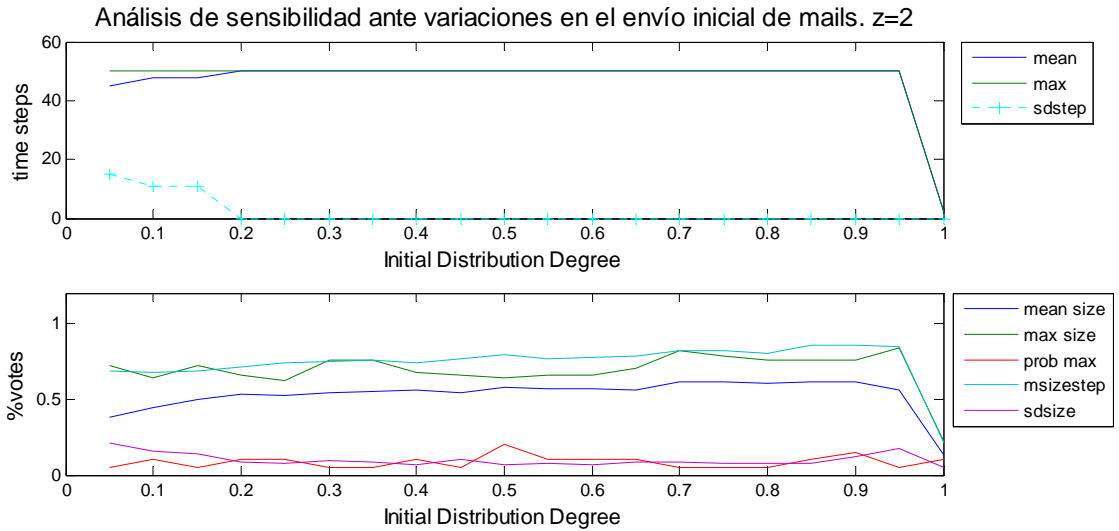


- Se observa una discontinuidad cuando  $\alpha$  pasa de 0.01 a 0.015. Los valores asociados a posibles avalanchas de contagios aumentan rápidamente. Sin embargo, el promedio de votantes logrados al final del periodo y el promedio del step donde se alcanza el punto fijo no cambian demasiado.

- Con un  $\alpha$  de 0.015 ya existe una probabilidad no nula de contagiar a todo el sistema, y esta probabilidad aumenta en forma continua.

**c. Cambios en Z**

i) A continuación presentamos para el caso de **z=2**



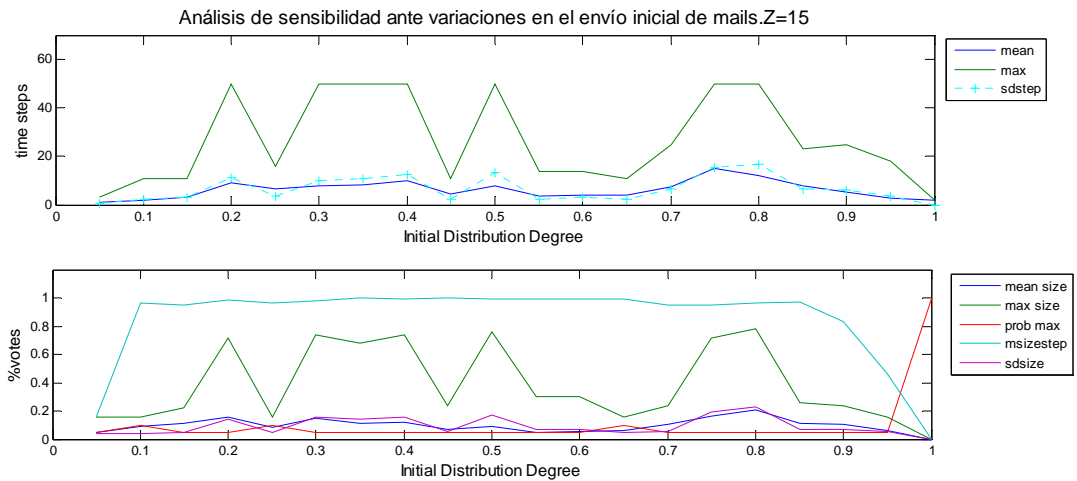
- El porcentaje promedio de votos crece suave y monótonamente con  $\alpha$ . Sin embargo el máximo se encuentra en un  $\alpha$  mayor.

- El máximo valor alcanzado de porcentajes de votos se encuentra por debajo del caso base para todos los valores de  $\alpha$ .

- Los resultados son los esperados ya que al disminuir la conexión en la red, con un thresh y trash dado, el esfuerzo del candidato debe ser mayor para llegar a los individuos.

ii) A continuación presentamos para el caso de **z=15**

En el siguiente gráfico analizamos el comportamiento de las series para valores de Z por arriba de 15.



- Se observa que el porcentaje promedio de votos es casi nulo para todos los valores de  $\alpha$ .

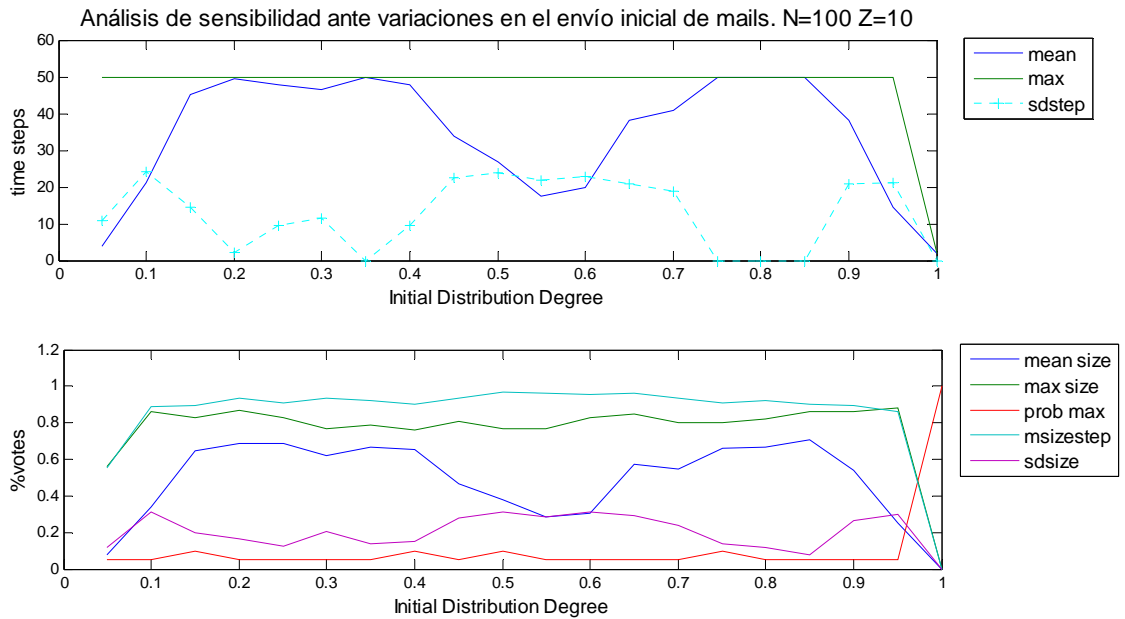
- El número promedio de pasos en los que los alcanza esta por debajo de 13 en todos los casos. El máximo valor del porcentaje de votos al final del periodo oscila entre 30% y 70% para los distintos valores del porcentaje de envío inicial. Además se observa que dentro de cada iteración se alcanzan máximos que alcanzan a toda la red.

- Lo observado se puede explicar debido que al estar conectada toda la red con un  $\alpha$  bajo se alcanza a todos los individuos. Sin embargo el trash hace que esto juegue en contra del Candidato, produciendo malos resultados. Entonces en algún periodo puede producirse una avalancha de contagios, para luego producirse una avalancha de abandonos al partido.

Hemos presentado los distintos resultados ante cambios en la distribución inicial de mails para tres valores de  $Z$  (2, 5, 15), los cuales consideramos, de acuerdo al estudio realizado, resumen los tres principales tipos de comportamientos de acuerdo al análisis que hemos efectuado.

**d. Cambios en N**

A continuación agregamos al análisis del benchmark la comparación con otros tamaños de la red: N= 100, pero aumentando en la misma proporción el z (z=10) para mantener el grado de conexión de la red.



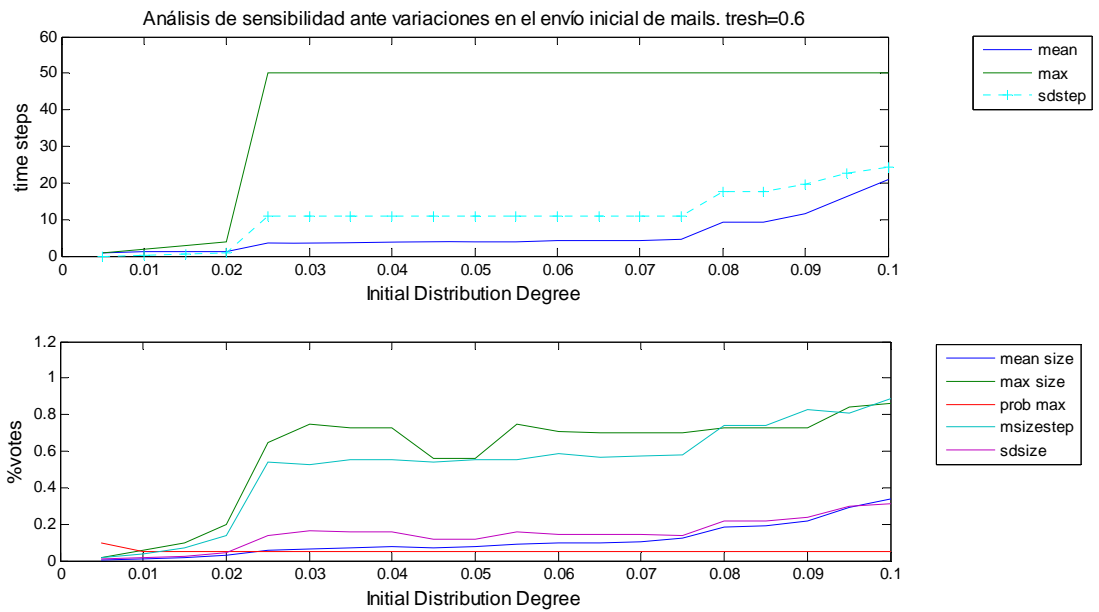
El resultado obtenido es alentador ya que el comportamiento de las series no difiere demasiado del benchmark.

Con respecto al comportamiento del porcentaje de votantes logrados:

- La serie parece más sensible ante cambios de  $\alpha$  pero estos comportamientos se producen para los mismos valores de  $\alpha$ .

- El número de votantes promedio alcanza valores cercanos al máximo con un  $\alpha$  de 0.25.

Con respecto a la discontinuidad en los máximos para valores de alfa pequeños:



La posibilidad de alcanzar un gran número de votantes con alguna probabilidad positiva ocurre con un  $\alpha$  un poco mayor que en el benchmark, de 2.5%.

El aumento del valor de  $\alpha$  no es tan intuitivo. Esto quizás responde a que con un número mayor de individuos es más difícil de mandar mail justo a los “super-spreaders” del sistema.



## **V. Conclusiones**

A lo largo de este trabajo el interés se centró en ver cuál es el porcentaje inicial de mails que un candidato debería enviar al electorado para obtener un determinado porcentaje de votos en las elecciones o para tener “alguna posibilidad” de contagiar a toda la red con un porcentaje pequeño de mails.

Análogamente, este modelo puede aplicarse para otros fines, por ejemplo si el interés radicaría en publicitar algún producto, dar a conocer alguna información, etc.

Se partió analizando un caso base (Benchmark), que resultó el relevante de acuerdo a las distintas alternativas evaluadas, y a partir del mismo se introdujeron modificaciones para estudiar el efecto de distintos valores de los parámetros sobre nuestras variables de interés.

**Las principales conclusiones respecto del comportamiento de las variables ante una disminución en el grado de simpatía al candidato (aumente del thresh), para dados valores de los demás parámetros, son:**

- Disminuye el promedio del porcentaje de votos logrados para todo  $\alpha$ .
- Aumenta el  $\alpha$  con el que se logra el máximo porcentaje de votantes y con el que existen probabilidades positivas de lograr avalanchas.
- El Tresh es uno de los parámetros más importantes del modelo, y además presenta una característica que lo diferencia de los demás, podemos considerarlo “endógeno” a diferentes alternativas que tiene el candidato en las que debería centrar su atención y recursos. Una lección de estrategia para el candidato es que no solo debería concentrarse en cuantos mails debe enviar sino también en medios para intentar “bajar el thresh”, como por ejemplo mejorar la calidad del mail, complementar con otras formas de publicidad, estar atento a la popularidad de otros partidos, etc.

**Respecto del grado de tolerancia de los individuos al envío en exceso de e-mails (Trash) concluimos que:**

- Al disminuir el trash el programa no alcanza un punto fijo para un menor  $\alpha$ . Esto se debe a que al ser menor el trash y más cercano al thresh se produce un mayor número de cambios de estado entre los individuos, sin posibilidad de alcanzar un punto fijo el sistema.
- Con trash mayor que uno, lo cual implica que no existe posibilidad de rechazo al candidato por el número de mails recibidos, los resultados varían notablemente, validando la importancia de la introducción de esta innovación al modelo de Watts. En este caso, un  $\alpha$  mayor a 0.25 ya se logra llegar a toda la población en todas las iteraciones, lo cual era imposible en el benchmark. Además, siempre se alcanzan puntos fijos.
- Por lo tanto como era de esperar el problema de que el sistema no alcanzé puntos fijos está ligado al parámetro trash. Es decir a la posibilidad de que algunos individuos se conviertan y se desconviertan.
- Asimismo esto destaca la importancia de considerar cuando se envía el mail, ya que los resultados varían en el tiempo el rango de variabilidad en el porcentaje de contagiados se modifica no monótonamente durante el transcurso de los periodos.

**En referencia al grado de conexión de la red (Z) concluimos que:**

- Los cambios en z no afectan de forma lineal a los resultados del modelo, para dados valores de los demás parámetros.
- Disminuir el valor de Z con respecto al caso base ( $Z=5$ ), disminuye el porcentaje de votos logrados para valores de  $\alpha$  menores a 1. Por lo tanto, al disminuir la conexión en la red respecto de  $z=5$ , con un thresh y trash dado, el esfuerzo del candidato debe ser mayor para llegar a los individuos.
- Por otro lado, si Z aumenta demasiado, el porcentaje promedio de votos alcanzados es casi nulo para todo  $\alpha$ . Lo observado se puede explicar debido que al estar conectada toda la red con un  $\alpha$  bajo se alcanza a todos los individuos. Sin embargo el trash hace que esto juegue en contra del Candidato, produciendo malos resultados. Entonces en algún periodo puede producirse una avalancha de

contagios, para luego producirse una avalancha de abandonos al partido. Es probable que en la realidad el  $z$  haya aumentado mucho en la última década.

**Al aumentar el tamaño de la red (N), el resultado obtenido es alentador ya que el comportamiento de las series no difiere demasiado del benchmark.**

Lo interesante de los resultados obtenidos de las simulaciones es que pueden dar una orientación al candidato en materia de estrategia a seguir. Como observamos en algunos casos las trayectorias de las series analizadas presentaron una discontinuidad para un  $\alpha$  de un 1%. A partir de este valor existen posibilidades, aunque pequeñas, de avalanchas de contagio, y esta probabilidad no aumenta para pequeños aumento de alfa.

Además el modelo muestra la relevancia de una dimensión diferente de análisis, el tiempo. La imposibilidad de alcanzar puntos fijos y la posibilidad de que los máximos no se alcancen en los periodos finales sino en periodos menores indican que el Candidato debe estar atento al periodo en que se alcanza el máximo porcentaje de votos y por ende cuando debería largar su campaña, para sacarle un rédito importante a un  $\alpha$  pequeño.

Otra lección importante para el candidato es que si bien existen ventajas en planear como estrategia de campaña electoral el envío de mails, al aprovechar la tremenda escala que brinda la “gran red”, facilitando la rápida diseminación de su imagen, también existen fuerzas que le juegan en contra como la falta de tolerancia de los individuos al envío excesivo de mails. Una variable que como citamos en la introducción se ha instalado en el debate público y ya ha tenido consecuencias en las últimas elecciones de Norteamérica.

## **V. Apéndice**

### **A. “Convertidos en período cero”**

```
function Uconvertido = convertido(N, alpha)
Uconvertido = zeros(1,N);
Urecibemail=rand (1,N);
recibemail=find (Urecibemail< alpha);
norecibemail=find (Urecibemail> alpha);
Urecibemail(recibemail)=1;
Urecibemail(norecibemail)=0;
Uconvertido= Urecibemail
end
```

### **B. “Red”**

```
function adj = adj_rand(N,z)
adj = zeros(N);
nlinks = N*z/2;
while nlinks>0,
    x= floor(rand(1,2)*N) + 1;
    while adj(x(1),x(2))==1,
        x= floor(rand(1,2)*N) + 1;
        while x(1)==x(2),
            x= floor(rand(1,2)*N) + 1;
        end
    end
    adj(x(1),x(2))=1;
    adj(x(2),x(1))=1;
    nlinks = nlinks - 1;
end
```

### **C. “Comportamiento del Electorado”**

```
function [Uconvertidonew, Hubo_conversiones_en_el_step] =
convert(Uconvertido)
global A phi trash
```

```
Uconvertidonew = Uconvertido;
Hubo_conversiones_en_el_step = 0;
yaconv = find(Uconvertido==1);
noconv = find(Uconvertido==0);
    for i=1:length(noconv),
        x = noconv(i);
        vecinos = find(A(x,:)==1);
        if length(vecinos)>0,
            conv = mean(Uconvertido(vecinos)==1);
            if conv > phi(i),
                Uconvertidonew(x) = 1;
                Hubo_conversiones_en_el_step = 1;
            end
        end
    end
end
    for i=1:length(yaconv),
        y = yaconv(i);
        vecinos = find(A(y,:)==1);
        if length(vecinos)>0,
            conv = mean(Uconvertido(vecinos)==1);
            if conv > trash(i),
                Uconvertidonew(y) = 0;
                Hubo_conversiones_en_el_step = 1;
            end
        end
    end
end
end
```

#### **D. “Campaña de Contagio”**

```
function [mtime, mmtime, msize, msizestep, mshowmsizestep, mmax, pmax,
sdtave,sdsizsize] = campaign(N, z, thresh, alpha, trashesc, maxstep)
close all;

global A phi trash;
num_ave = 20;
rand('state',0);
phi = ones(1, N)*thresh;
trash = ones(1,N)*trashesc
```

```
maxstep=maxstep;
save = [];
tave = [];
savestep=[];
maxsizesteps= [] ;
showmaxstep=[];
savemaxsizesteps= [];
saveshowmaxstep= [];

%% MAIN LOOP
i=1;
while i<=num_ave,
    adj = adj_rand(N,z);
    A = adj;
Uconvertido = convertido(N, alpha)
    Hubo_conversiones_en_el_step = 1;
    step = 0;
    while Hubo_conversiones_en_el_step > 0 & step < maxstep
[Uconvertido, Hubo_conversiones_en_el_step] = convert(Uconvertido);
        savestep=[savestep sum(Uconvertido)/N];
        step=step+1;
    end
    maxsizesteps=max(savestep);
    showmaxstep = find (savestep == max(savestep));
    savemaxsizesteps =[savemaxsizesteps maxsizesteps];
    saveshowmaxstep=[saveshowmaxstep showmaxstep];
    save=[save sum(Uconvertido)/N];
    tave=[tave step];
    i=i+1;
end

mtime = mean(tave);
msize = mean(save);
msizestep=mean(savemaxsizesteps);
mshowmsizestep=mean(saveshowmaxstep);
mmtime= max(tave);
mmax = max(save);
pmax = mean(save == mmax);
sdtave = std(tave);
sdsizestep = std(save);
```

## **E. “Gráficos de Campaña de Contagio”**

### **a. Variaciones en $\alpha$**

```
function [y1,y2,y3,y4, y5, y6, y8, y9] = campaign_plots_alpha (N,  
thresh, z, alphamax, trashesc, maxstep)  
y1=[];  
y2=[];  
y3=[];  
y4=[];  
y5=[];  
y6=[];  
%y7=[];  
y8=[];  
y9=[]  
  
for i=1:20,  
    x = i*alphamax/20;  
    [mtime, mmtime, msize, msizestep, mshowmsizestep, mmax, pmax,  
sdtave, sdsized] = campaign(N, z, thresh, x, trashesc, maxstep);  
    y1 = [y1; [x mtime]];  
    y2 = [y2; [x mmtime]];  
    y3 = [y3; [x msize]];  
    y4 = [y4; [x mmax]];  
    y5 = [y5; [x pmax]];  
    y6 = [y6; [x msizestep]];  
    %y7 = [y7; [x mshowmsizestep]];  
    y8 = [y8; [x sdtave]];  
    y9 = [y9; [x sdsized]]  
end  
  
subplot(2,1,1), plot(y1(:,1),y1(:,2),y2(:,1),y2(:,2),y8(:,1),y8(:,2),  
'c+');  
% todos Steps  
title('Análisis de sensibilidad ante variaciones en el envío inicial  
de mails.');
```

```
axis([0 alphamax 0 60])
legend('mean', 'max', 'sdstep');

subplot(2,1,2), plot(y3(:,1),y3(:,2),y4(:,1),y4(:,2),y5(:,1),y5(:,2),
y6(:,1),y6(:,2),y9(:,1),y9(:,2));
% son todos size
legend('mean size', 'max size', 'prob max', 'msizestep', 'sdsized' );
ylabel('%votes');
xlabel('Initial Distribution Degree');
axis([0 alphamax 0 1.2])
```

## **b. Variaciones en Tresh**

```
function [y1,y2,y3,y4, y5, y6, y8, y9] = campaign_plots_thresh (N,
threshmax, z, alpha, trashesc, maxstep)
y1=[];
y2=[];
y3=[];
y4=[];
y5=[];
y6=[];
%y7=[];
y8=[];
y9=[];

for i=1:20,
    x = i*threshmax/20;
    [mtime, mmtime, msize, msizestep, mshowmsizestep, mmax, pmax,
sdtave, sdsized] = campaign(N, z, x, alpha, trashesc, maxstep);
    y1 = [y1; [x mtime]];
    y2 = [y2; [x mmtime]];
    y3 = [y3; [x msize]];
    y4 = [y4; [x mmax]];
    y5 = [y5; [x pmax]];
    y6 = [y6; [x msizestep]];
    %y7 = [y7; [x mshowmsizestep]];
    y8 = [y8; [x sdtave]];
    y9 = [y9; [x sdsized]]
```



end

```
subplot(2,1,1), plot(y1(:,1),y1(:,2),y2(:,1),y2(:,2),y8(:,1),y8(:,2),  
'c+');  
% todos Steps  
title('Análisis de sensibilidad ante variaciones en el umbral de  
adversión al candidato');  
ylabel('time steps');  
xlabel('Adversion Degree');  
axis([0 threshmax 0 170])  
legend('mean', 'max', 'sdstep');
```

```
subplot(2,1,2), plot(y3(:,1),y3(:,2),y4(:,1),y4(:,2),y5(:,1),y5(:,2),  
y6(:,1),y6(:,2),y9(:,1),y9(:,2));  
% son todos size  
legend('mean size', 'max size', 'prob max', 'msizestep', 'sdsizes' );  
ylabel('%votos');  
xlabel('Adversion Degree');  
axis([0 threshmax 0 1.2])
```

### **c. Variaciones en Trash**

```
function [y1,y2,y3,y4, y5, y6, y8, y9] = campaign_plots_trash (N,  
thresh, z, alpha, trashescmax, maxstep)  
y1=[];  
y2=[];  
y3=[];  
y4=[];  
y5=[];  
y6=[];  
%y7=[];  
y8=[];  
y9=[]  
  
for i=1:20,  
    x = i*trashescmax/20;  
    [mtime, mntime, msize, msizestep, mshowmsizestep, mmax, pmax,  
sdtave, sdsizes] = campaign(N, z, thresh, alpha,x,maxstep);  
    y1 = [y1; [x mtime]];
```

```

y2 = [y2; [x mmtime]];
y3 = [y3; [x msize]];
y4 = [y4; [x mmax]];
y5 = [y5; [x pmax]];
y6 = [y6; [x msizestep]];
%y7 = [y7; [x mshowmsizestep]];
y8 = [y8; [x sdtave]];
y9 = [y9; [x sds size]]
end

subplot(2,1,1), plot(y1(:,1),y1(:,2),y2(:,1),y2(:,2),y8(:,1),y8(:,2),
'c+');
% todos Steps
title('Análisis de sensibilidad ante variaciones en la tolerancia de
correo basura');
ylabel('time steps');
xlabel('Tolerance Degree');
axis([0 trashescmax 0 170])
legend('mean', 'max', 'sdstep');

subplot(2,1,2), plot(y3(:,1),y3(:,2),y4(:,1),y4(:,2),y5(:,1),y5(:,2),
y6(:,1),y6(:,2),y9(:,1),y9(:,2));
% son todos size
legend('mean size', 'max size', 'prob max', 'msizestep', 'sds size' );
ylabel('%votos');
xlabel('Tolerance Degree');
axis([0 trashescmax 0 1.2])

```

#### **d. Variaciones en Z**

```

function [y1,y2,y3,y4, y5, y6, y8, y9] = campaign_plots_conexiones(N,
thresh, kmax, alpha, trashesc, maxstep)
y1=[];
y2=[];
y3=[];
y4=[];
y5=[];
y6=[];
%y7=[];

```

```
y8=[];
y9=[];

for i=1:20,
    x = i*kmax/20;
    [mtime, mmtime, msize, msizestep, mshowmsizestep, mmax, pmax,
sdtave, sds size] = campaign(N, x, thresh, alpha, trashesc, maxstep);
    y1 = [y1; [x mtime]];
    y2 = [y2; [x mmtime]];
    y3 = [y3; [x msize]];
    y4 = [y4; [x mmax]];
    y5 = [y5; [x pmax]];
    y6 = [y6; [x msizestep]];
    %y7 = [y7; [x mshowmsizestep]];
    y8 = [y8; [x sdtave]];
    y9 = [y9; [x sds size]]

end

subplot(2,1,1), plot(y1(:,1),y1(:,2),y2(:,1),y2(:,2),y8(:,1),y8(:,2),
'c+');
% todos Steps
title('Análisis de sensibilidad ante variaciones en el porcentaje de
conectados');
ylabel('time steps');
xlabel('Conection Degree');
axis([0 kmax 0 170])
legend('mean', 'max', 'sdstep');

subplot(2,1,2),
plot(y3(:,1),y3(:,2),y4(:,1),y4(:,2),y5(:,1),y5(:,2),y6(:,1),y6(:,2),y
9(:,1),y9(:,2));
% son todos size
legend('mean size', 'max size', 'prob max', 'msizestep', 'sds size');
ylabel('%votos');
xlabel('Conection Degree');
axis([0 kmax 0 1.2])
```