

UN ALGORITMO PARA EVALUAR LA INFLUENCIA DE LA CULTURA POLÍTICA DE LOS VOTANTES EN LAS DECISIONES DE VOTO EN ESPAÑA

M.^a DOLORES LÓPEZ
SAGRARIO LANTARÓN

Universidad Politécnica de Madrid

JAVIER RODRIGO

Universidad Pontificia Comillas de Madrid

1. INTRODUCCIÓN.—2. EL MODELO: 2.1. *Encuestas de opinión*.—3. EL ALGORITMO Y LA SIMULACIÓN: 3.1. *Idea gráfica del algoritmo*. 3.2. *Simulación a partir de un ejemplo de las políticas nacionales de España. Metodología y datos*. 3.3. *Implementación del algoritmo*.—4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.—5. CONCLUSIONES.—6. REFERENCIAS.

RESUMEN

Este trabajo analiza los efectos que las opiniones de tipo cuantitativo pueden tener en las competiciones electorales y en las políticas ofrecidas por los partidos. Este análisis está basado en la Teoría Espacial de Voto y usa un algoritmo geométrico de localización para buscar la mejor posición de un partido, dentro de unos márgenes de flexibilidad, en un espacio de políticas bidimensional. Más específicamente el algoritmo identifica la posición, dentro de un dominio circular predefinido, que atrae el mayor número de votantes. El análisis se pone en práctica a través de un ejemplo basado en la encuesta de opinión y política fiscal núm. 2615 (julio 2005) realizada por el CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas).

Palabras clave: Competición política, investigación operativa, encuestas de opinión, simulación, modelos políticos.

ABSTRACT

This article analyses the effects that quantitative voter opinion surveys may have on electoral outcomes and the policies offered by parties. Our analysis is based on the Spatial Theory of Voting, and uses a geometric localization algorithm to look for the best position of one party in a two-dimensional policy plane, within some margin of political flexibility. More specifically, the algorithm identifies the position within a predefined circular domain that attracts the greatest number of voters. These considerations are demonstrated in a simulated survey of voter opinions concerning quantitative budget data, which is partially based on a CIS (Sociological Investigations Centre of Spain) survey of Public Opinion and Fiscal Politics (n.º 2615, July 2005).

Key words: Political competition, operational research, opinion surveys, computer simulation, political modelling.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajos que estudian competición política y elecciones están basados en la Teoría Espacial de Voto, que fue desarrollada inicialmente por Black (1958) y Downs (1957) y mejorada posteriormente por las contribuciones de Hinich y Pollard (1981), Shepsle y Weingstag (1981), Enelow y Hinich (1982), Hinich y Munger (1994), entre otros. También existe una amplia literatura empírica, donde estos métodos teóricos han sido comprobados. Enelow y Hinich (1984) y Ghobarah (1998) estudiaron las elecciones presidenciales en US aplicando el método de Cahoon-Hinich (Cahoon and Hinich, 1976; Cahoon *et al.*, 1978). Lin, Chu y Hinich (1996) aplicaron metodología estadística para modelar las elecciones presidenciales en Taiwan. Pappi y Eckstein (1998) aplicaron una aproximación similar en Alemania. Varias técnicas alternativas han sido también usadas en la literatura, por ejemplo los trabajos de Rusk y Weisberg (1972) y Hinich (2005) sobre datos de encuestas de Turquía.

Este artículo presenta un modelo electoral empírico basado en una encuesta de opinión pública y políticas fiscales llevada a cabo en España. En lugar de adoptar la aproximación estadística usual, se aplican técnicas geométricas para encontrar la posición óptima de los partidos políticos. Cada partido busca ganar el máximo número de votantes, y uno de ellos puede cambiar la política que ofrece con algunas restricciones. La base teórica para el algoritmo aquí presentado ya fue desarrollada por los autores (Abellanas *et al.*, 2006; Lillo *et al.*, 2007; López y Rodrigo, 2008).

Muchos trabajos estadísticos intentan estudiar las intenciones de los votantes. En ellos se utilizan las encuestas de opinión como medio de recabar información sobre temas como los servicios recibidos por la sociedad a cambio de los impuestos, la gestión de los servicios públicos, el fraude fiscal, la popularidad de los políticos, etc. Sin embargo, no se han realizado muchas encuestas cuantitativas sobre estos temas. En nuestra opinión, esto es una consecuencia del hecho de que la mayoría de los ciudadanos viven en una ignorancia casi total sobre estos problemas. Por supuesto, los partidos políticos tienden a revelar poca información en temas de valoración. Pero a pesar de esto, el desarrollo de un país mejora el nivel cultural de sus ciudadanos, que así adquieren la capacidad de responder a requerimientos en temas especializados. En países del «primer mundo», hay alguna demanda de información objetiva en temas de la economía pública.

La meta de este trabajo es mostrar, a través de un ejemplo concreto, la clase de influencia que tal información puede tener en la adopción de estrategias políticas para las elecciones. En particular, el objetivo es conocer si las decisiones de voto y los resultados electorales son significativamente diferentes cuando los ciudadanos tienen acceso a más información con un enfoque más elevado en temas económicos y políticos.

Otro objetivo de este trabajo es remarcar la relevancia de la comunicación entre ciudadanos y políticos, ya que permite que los programas electorales se adapten al máximo número de votantes. A través de las encuestas de opinión, los temas que preocupan a la ciudadanía pueden ser detectados. Los partidos pueden entonces cambiar hasta cierto punto sus políticas y mejorar sus futuros resultados electorales.

Por ejemplo, el problema del terrorismo se ha convertido recientemente en una preocupación primordial para los ciudadanos de España. Las respuestas de los partidos a esta amenaza, puede ser decisiva en la intención de voto. En esta situación, podrían ser útiles para los partidos cuestiones cuantitativas en las encuestas como «¿Qué porcentaje del presupuesto de Defensa emplearía para luchar contra el terrorismo?».

En la sección 2 se presenta el modelo teórico necesario para este estudio. La sección 3 desarrolla un algoritmo que busca la posición óptima para un partido, sometido a unas restricciones ideológicas, que son cuantificadas. También se realiza una simulación de la situación en España, basada en una encuesta de opinión. La sección 4 resume los resultados obtenidos en la simulación y comenta la importancia de los mismos.

A través del artículo se asume un modelo simplificado bipartidista, dado que en la mayoría de los países democráticos hay dos partidos poderosos que atraen a una mayoría decisiva de votantes. Se considera un modelo ideológi-

co bidimensional, es decir, los partidos eligen sus políticas respecto a dos temas. Aunque este modelo puede ser fácilmente generalizado a más de dos temas, la propuesta es detectar los elementos más decisivos en la elección dada y trabajar exclusivamente con estos elementos para definir un modelo político apropiado.

2. EL MODELO

Este estudio utiliza técnicas de la Geometría Computacional y está basado en un modelo previamente desarrollado por los autores (Abellanas *et al.*, 2006). El modelo ha sido modificado para ajustarse a las peculiaridades de la competición política.

Los puntos en el plano de políticas representan las posibles opciones políticas de los partidos y votantes en dos temas diferentes. Se asume que la distancia euclídea entre dos puntos refleja con precisión la afinidad de las dos políticas representadas por esos puntos.

Se supone que p y q son los dos partidos políticos y que sus políticas centrales están localizadas en los puntos (p_1, p_2) y (q_1, q_2) . Sean (v_{i1}, v_{i2}) $i = 1, \dots, n$ las coordenadas de los n votantes. Se asume que cada partido captura aquellos puntos que están más cercanos a su posición que a la del otro partido. Para contabilizar los puntos ganados por cada partido se traza la mediatriz del segmento que une a las posiciones de los dos partidos. Esta mediatriz divide el plano en dos semiplanos, cada partido conseguirá los puntos localizados en el semiplano que contiene a su posición. El ganador será el partido que consiga más puntos (Serra y Reville, 1994; Smid, 1997; Aurenhammer y Klein, 2000; Okabe *et al.*, 2000; Roemer, 2001).

Una ligera variación en los programas de los partidos puede ser introducida con la finalidad de obtener un mayor número de votantes. Se permite solamente a un partido, por ejemplo al partido p , relajar su posición. Es decir, se puede mover dentro de un disco cerrado con centro en su política inicial (p_1, p_2) y radio r (flexibilidad política del partido). Se busca la posición óptima dentro de este dominio, la que le aproxima a un mayor número de votantes.

Se ha desarrollado un algoritmo para buscar esta posición mediante la adaptación de técnicas conocidas de la Geometría Computacional (Abellanas *et al.*, 2006; Preparata y Shamos, 1985).

Existe un amplio rango de artículos relacionados con este tipo de problemas en la literatura (Eisets *et al.*, 1993; Ghosh and Harche, 1993). La originalidad del algoritmo presentado consiste en la consideración del entorno

que restringe las políticas a adoptar y en el tratamiento discreto del problema de maximización.

Se ha centrado el estudio en dos temas cuya importancia es evidente en las encuestas de opinión realizadas en España en un determinado período. Se quiere enfatizar que no se consideran necesariamente estos temas como decisivos en el resultado global de las elecciones. En cualquier caso, se cree que son de suficiente trascendencia para merecer análisis por parte de los partidos políticos. El algoritmo presentado permite estudiar la influencia de las estrategias de los partidos en la decisión de voto de los ciudadanos.

Obsérvese que la selección del margen de flexibilidad r está condicionada por aspectos internos del partido. Básicamente depende de la facción dominante (reformistas, oportunistas o militantes) dentro del partido. Una mayoría de oportunistas acarrea que se permita un mayor valor para r dado que esta facción se preocupa básicamente de ganar las elecciones, no tanto de la ideología. En cambio, un partido con preponderancia de militantes acarrea menos flexibilidad política ya que ellos desean políticas lo más cercanas posibles a la política ideal del partido (Roemer, 2001). En cualquier caso, el valor de r está restringido por la siguiente condición: El entorno del partido que se mueva no puede contener la posición del otro partido.

2.1. Encuestas de opinión

En España, las encuestas y estudios estadísticos sobre una gran cantidad de temas, han sido llevadas a cabo por entidades como el CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas), INE (Instituto Nacional de Estadística) o CEACS (Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Sociales).

Como ejemplo típico de las encuestas disponibles hoy en día, se considera la encuesta núm. 2615 del CIS (<http://www.cis.es>) que analizaremos en este trabajo. Por un lado, sus resultados serán utilizados para simular alguna información que no está incluida en este tipo de encuestas y que resultan relevantes para el presente estudio, por otro lado, permite mostrar la falta de información y preparación de los ciudadanos en ciertas áreas y la necesidad de otro tipo de estudios.

3. EL ALGORITMO Y LA SIMULACIÓN

Volviendo al modelo presentado en la sección previa, se quiere encontrar la posición óptima para el partido p dentro del entorno allí definido. En la

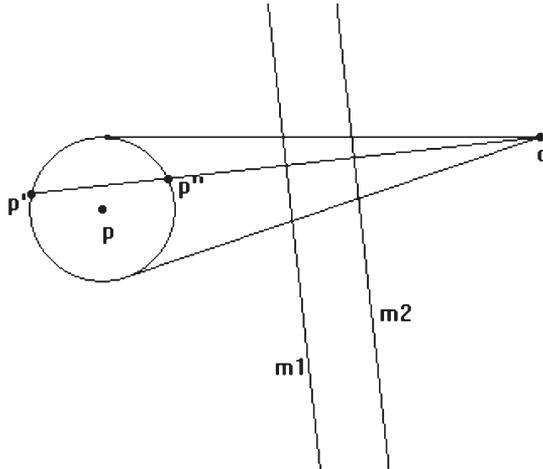
subsección 3.1 se ha desarrollado un algoritmo para encontrar una posición óptima. Para aplicar este algoritmo se ha analizado un ejemplo de competición política en España entre los dos partidos mayoritarios: El PP (conservadores) y el PSOE (progresistas). Se usan datos generados por la encuesta de opinión descrita en la sección 2.1.

3.1. Idea gráfica del algoritmo

El algoritmo está basado en las siguientes ideas:

1. Existe una posición óptima para p en la frontera de su entorno y entre las dos rectas tangentes trazadas desde q a la circunferencia (arco de la frontera visible desde q). Para ver esto, se considera un punto p' que no esté en ese conjunto y el segmento que conecta p' y q . Sea p'' el punto en dicho segmento que esté en el conjunto considerado. La mediatriz del segmento $p'q$, m_2 , es paralela a la del segmento $p'q$, m_1 , pero más cercana a q (Figura 1). Por tanto, la ganancia para el primer partido en la posición p'' es mayor o igual que la obtenida en la posición p' .

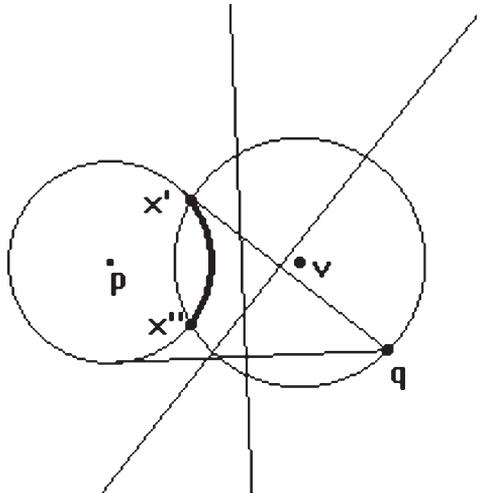
FIGURA 1. Zona donde están localizadas las situaciones óptimas para p



2. Se busca una intersección de círculos. Por un lado el entorno de p , por otro, el círculo centrado en la posición de cada votante v_i y que pasa por la posición del partido q . En la zona de intersección el primer partido captura a v_i , dado que para cualquier punto de esta zona, la distancia

entre v_i y ese punto es menor que la distancia entre v_i y la posición de q (Figura 2).

FIGURA 2. Zona de captura del punto v para p



La mejor región para p dentro de su entorno será el arco de máxima intersección entre las zonas citadas en el punto 2 dentro de la parte visible definida en el punto 1 (Abellanas *et al.*, 2006).

3.2. Simulación a partir de un ejemplo de las políticas nacionales de España. Metodología y datos

Para poner en práctica el modelo y algoritmo presentados en las secciones anteriores, se utilizará un ejemplo de la política española basado parcialmente en los datos de la encuesta del CIS (sección 2.1). Con estos datos se pretende llevar a cabo una búsqueda de la mejor política a ofrecer por cada partido en relación con dos temas específicos, y evaluar los beneficios de tener esta información antes de un proceso electoral.

Desgraciadamente, este tipo de encuestas no contienen algunas preguntas que pueden ser claves para detectar los temas relevantes para los ciudadanos y para proporcionar alguna información cuantitativa sobre sus opiniones y los posibles efectos en su intención de voto. Preguntas como las que siguen podrían paliar estas carencias:

1. Elija dos servicios que considere de alta prioridad de la siguiente lista: Educación, Obras Públicas, Defensa, Sanidad, Vivienda, Justicia, Trabajo y Asuntos Sociales, Transporte y Comunicaciones, Medio ambiente.

2. Conociendo que el Gobierno actual dedicó los siguientes porcentajes del presupuesto total a estos servicios en 2005, en su opinión, ¿qué porcentajes debería dedicárseles?

3. ¿Afectaría a su decisión de voto el conocer previamente cuánto dinero dedicarían los partidos políticos a cada uno de estos servicios? Si es así, ¿qué margen de diferencia respecto a la cantidad que le parece ideal dedicar admitiría al partido para darle su voto?

Con las respuestas a preguntas como éstas se puede fijar el plano de políticas, eligiendo dos temas de especial interés para los ciudadanos y se posicionarán las preferencias de los votantes y las políticas a ofrecer por los partidos en dichos temas.

Para dar respuesta a las preguntas sin traicionar los resultados de la encuesta, se han simulado dichas respuestas por métodos aleatorios tomando para ello, como información de partida, los porcentajes de las respuestas a las siguientes preguntas incluidas en el estudio del CIS:

— Pregunta número 8: Como Ud. sabe, el Estado destina el dinero que los españoles pagamos en impuestos a financiar los servicios públicos y prestaciones de las que venimos hablando. Dígame, por favor, si cree que el Estado dedica demasiados, los justos o demasiados pocos recursos a cada uno de los servicios que le voy a mencionar:

Enseñanza, Obras Públicas, Protección al desempleo, Defensa, Seguridad ciudadana, Sanidad, Cultura, Vivienda, Justicia, Seguridad Social/pensiones, Transporte y comunicaciones, Protección del medio ambiente

— Pregunta número 32: Cuando se habla de política se utilizan normalmente las expresiones izquierda y derecha. En esta tarjeta hay una serie de casillas que van de izquierda a derecha. ¿En qué casilla se colocaría Ud.? (PEDIR AL ENTREVISTADO QUE INDIQUE LA CASILLA EN LA QUE SE COLOCARÍA Y REDONDEAR EL NÚMERO CORRESPONDIENTE).

	Izquierda (1-2)	(3-4)	(5-6)	(7-8)	Derecha (9-10)	N.S.	N.C.	Total
%								
(N)								

— Pregunta 33: ¿Me podría decir a qué partido o coalición votó Ud. en las elecciones generales de marzo de 2004?

PSOE, PP, IU (ICV en Cataluña), CiU, ERC, PNV, BNG, CC, EA, CHA, Na-Bai, Otros partidos, No tenía edad para votar, En blanco, No votó, No recuerda, N.C.

Las respuestas a la pregunta 8 permiten elegir como temas que definen el espacio de políticas los porcentajes de los presupuestos del Estado invertidos en Educación y Sanidad.

Siguiendo como guía las respuestas dadas a las preguntas 8, 32 y 33, el método de generación de respuestas a las otras dos preguntas simuladas y con ello la elección de posición de los votantes, es el siguiente:

— Con el porcentaje de votantes que contestaron que están de acuerdo con la inversión del Gobierno en los temas elegidos, se generan posiciones de votantes cercanos a la inversión realizada por el Gobierno.

— Con el porcentaje de votantes que contestaron que querrían mayor inversión en alguno de los temas elegidos, se generan posiciones de votantes superando la inversión del Gobierno.

— Con el porcentaje de votantes que contestaron que querrían menor inversión en alguno de los temas elegidos, se generan posiciones de votantes por debajo de la inversión del Gobierno.

Las políticas iniciales de los partidos han sido tomadas como sigue:

— Para el PP (Partido Popular), es la inversión media en Educación y Sanidad respectivamente durante los ocho años de gobierno de este partido.

— Para el PSOE (Partido Socialista Obrero Español), es la inversión media en Educación y Sanidad respectivamente durante los dos primeros años de mandato de este partido posteriores al gobierno del PP.

Observación: Como la simulación está basada en una encuesta real, se podrían elegir cualesquiera otros ítems que los partidos consideren relevantes para los ciudadanos en un período electoral, tales como Justicia, Defensa,...

Conocer el número de personas entrevistadas y sus respuestas a las cuestiones permite simular el problema a nivel nacional.

Este ejemplo pone de manifiesto que es necesaria alguna preparación de los ciudadanos para proporcionar respuestas significativas a las preguntas propuestas. Es muy importante para ellos tener alguna información sobre los compromisos políticos realizados por los partidos en temas presupuestarios y otros aspectos de interés. Se quiere remarcar que estos elementos pueden jugar un papel en la intención de voto de los ciudadanos.

3.3. Implementación del algoritmo

El algoritmo ha sido implementado en el lenguaje de programación C. Los *inputs* son las localizaciones de los dos partidos, los radios de flexibilidad política para uno de los partidos y las localizaciones de los votantes v_i , $i=1, \dots, 2276$ (número de encuestados en el estudio del CIS). Los *outputs* son el número de votantes que cada partido captura siempre, el número de votantes que cambian su voto después de que un partido cambie su política a una posición óptima y esa posición política óptima.

El programa está disponible a través de los autores (marilo.lopez@upm.es).

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Siguiendo las líneas marcadas en la sección 3, se han realizado diversos ejemplos con los mismos datos relativos a los votantes, pero modificando el parámetro de flexibilidad de los partidos con el objetivo de mostrar cómo puede influir en el resultado una mayor o menor flexibilidad de las posiciones de los partidos respecto de las políticas elegidas.

Se consideran:

— El plano de políticas que está definido como el presupuesto total dedicado a los programas de Educación y Salud, cada uno de ellos expresado como un porcentaje del gasto total del Gobierno. Estos números son derivados de los Presupuestos Generales Consolidados del Gobierno para políticas de gasto, que listan 26 partidas presupuestarias.

— Las políticas ofrecidas por el primer partido (PSOE) y el segundo (PP), que han sido determinadas con los porcentajes medios dedicados a esas dos políticas calculadas del gasto medio total durante los dos años de gobierno del PSOE (2005, 2006) y los ocho del PP (1997, 2004): $p=(0.6, 1.4)$, $q=(1.6, 8.9)$.

Estas cantidades fueron extraídas de los capítulos 1 al 8 de los Presupuestos Generales Consolidados del Gobierno (1997-2006), ver http://www.igae.meh.es/Internet/Cln_Principal/ClnPresupuesto/PresupuestosGeneralesEst/PresupuestosGeneralesEstado/. Como se están comparando dos períodos diferentes debería notarse que los dos partidos afrontaron diferentes circunstancias cuando formaron sus políticas.

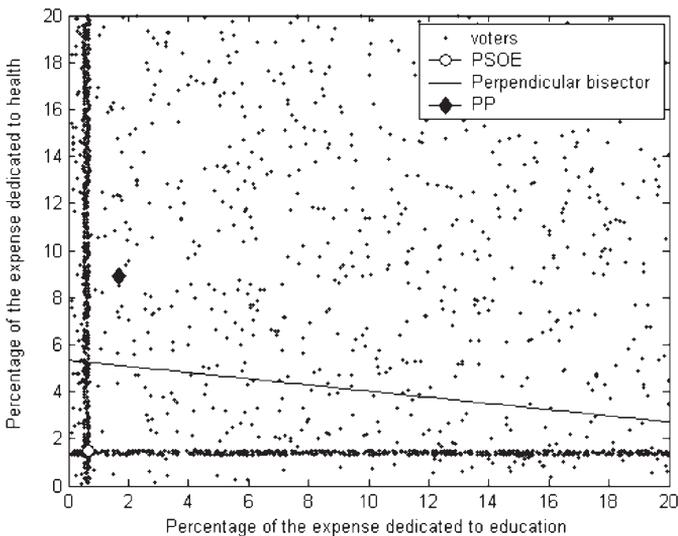
— El entorno de flexibilidad política, que ha sido variado en los diversos estudios realizados.

— Las preferencias políticas de los votantes. Se muestra una representación gráfica de estas preferencias simuladas, así como de las posiciones de

los partidos, en la figura 3. En particular, se consideran las siguientes categorías:

- Votantes que preferirían más inversiones en Educación y Sanidad (puntos dispersos).
- Votantes que están de acuerdo con una de las políticas pero preferirían más o menos inversión en la otra (puntos alineados en bandas estrechas).
- Votantes que están básicamente de acuerdo con las inversiones del Gobierno actual (los puntos acumulados en la parte inferior izquierda).

FIGURA 3. *Representación gráfica de la población simulada*



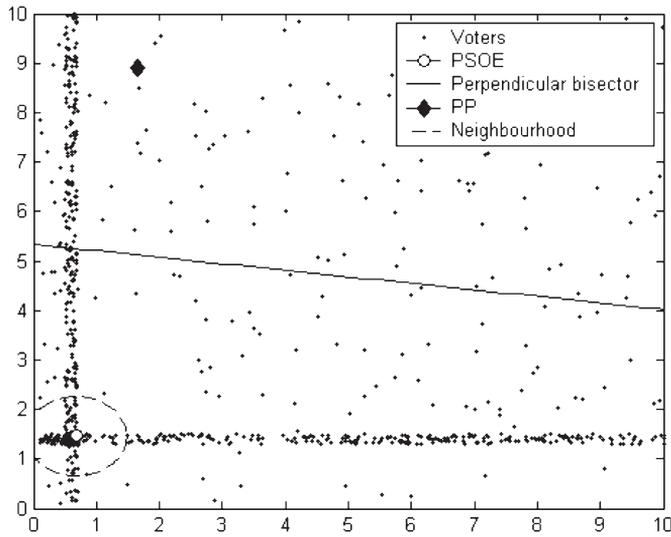
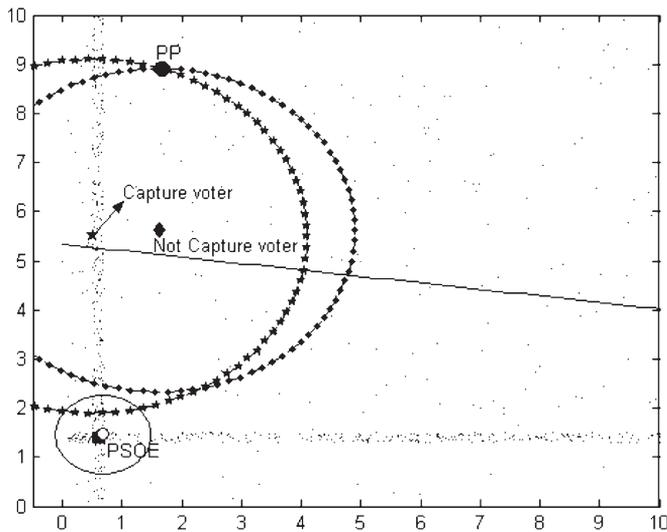
Para estudiar el efecto de la variación política en la captura de los votantes, se permite un margen de flexibilidad del 0,8 por 100 a uno de los partidos (Figura 4). La ejecución del algoritmo demuestra que existen votantes que no serán capturados por dicho partido incluso con esta flexibilidad (Figura 5).

Sin considerar una variación de las políticas, se encontró que las intenciones de voto reflejando sólo las políticas en Educación y Sanidad, daría la victoria al PSOE (1.277 votantes) frente al PP (999 votantes).

A continuación se presentan los resultados obtenidos cuando uno de los partidos modifica sus políticas.

Estudio 1: Flexibilidad para el partido ganador (PSOE)

Se permite flexibilidad política del 0,8 por 100 al partido. Esto le hace aumentar su ganancia hasta 1.312 votantes. Esta situación óptima la alcanza-

FIGURA 4. *El entorno de flexibilidad para el primer partido*FIGURA 5. *La posibilidad de captura de dos votantes con flexibilidad política*

ría situándose en el arco de circunferencia delimitado por los puntos $(x_1, x_2) = (1, 32; 1, 73)$ y $(x_1, x_2) = (1, 37; 1, 59)$, con $(x_1 - 0, 6)^2 + (x_2 - 1, 4)^2 = (0, 8)^2$. Esto

supone un gasto en Educación, x_1 , entre el 1,32 por 100 y el 1,37 por 100 y en Sanidad, x_2 , entre el 1,59 por 100 y 1,73 por 100.

Estudio 2: Flexibilidad para el partido perdedor (PP)

En esta simulación se tratan varios márgenes de flexibilidad:

— Se permite una flexibilidad política del 0,6 por 100 al partido. Esto le hace aumentar su ganancia hasta 1.078 votantes (sigue perdiendo).

— Flexibilidad del 0,8 por 100. Aumenta su ganancia hasta 1.138 votantes. Se produce un empate técnico. Esta situación óptima la alcanzaría situándose en el arco de circunferencia delimitado por los puntos $(x_1, x_2) = (2,25; 8,44)$ y $(x_1, x_2) = (2,28; 8,48)$.

— Flexibilidad del 0,9 por 100. Aumenta su ganancia hasta 1.166 votantes. Pasa a ser partido vencedor. Esta situación óptima la alcanzaría situándose en el arco de circunferencia delimitado por los puntos $(x_1, x_2) = (2,312, 8,350)$ y $(x_1, x_2) = (2,316, 8,355)$, o en el arco delimitado por $(x_1, x_2) = (2,332, 8,377)$ y $(x_1, x_2) = (2,339, 8,386)$, con $(x_1 - 1,66)^2 + (x_2 - 8,91)^2 = (0,9)^2$.

5. CONCLUSIONES

Se ha creado un algoritmo geométrico eficiente para localizar la política óptima de un partido que se permite cierta flexibilidad en sus propuestas, en un modelo discreto de competición electoral. A este partido se le permite cambiar su posición en un plano de políticas dentro de un cierto margen para incrementar su ganancia de votantes cuyas preferencias están determinadas por medio de la distancia euclídea. El algoritmo geométrico y la limitación llevada a cabo en la elección de las políticas, representan una nueva visión dentro de la Teoría Espacial de Voto. Dicho algoritmo ha sido implementado en C y aplicado con éxito a una competición electoral simulada en el entorno político español. Los datos usados en la simulación fueron recogidos de una encuesta de opinión llevada a cabo por el CIS, generándose algunas características adicionales a partir de ellos.

Los estudios y simulaciones relacionadas con la Teoría Espacial de Votos han afrontado tradicionalmente las siguientes dificultades:

— Existen muy pocos datos cuantitativos sobre opiniones en el marco político de los ciudadanos.

— Los partidos políticos son reacios a comprometerse en cuestiones de valoración, no existiendo en sus programas electorales compromisos cuantitativos, por ejemplo en la línea de gasto público e inversiones.

— A veces, los ciudadanos carecen de preparación para entender cuestiones económicas o no están interesados en ellas.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, el presente trabajo ha intentado resolver estos problemas generando los datos omitidos a través de la simulación anteriormente comentada. Los resultados obtenidos del estudio pueden ser resumidos como sigue:

Cuando se prepara una campaña electoral, el conocimiento cuantitativo previo de las opiniones de los ciudadanos podría ayudar a los partidos a elegir sus ofertas políticas óptimas. Esta idea es probada a partir del ejemplo desarrollado. Si se asume que el gasto en Educación y Sanidad es una alta prioridad para los ciudadanos (algo basado parcialmente en la encuesta del CIS), se encuentra que una variación de sólo el 0,9 por 100 en las inversiones propuestas por el partido perdedor puede cambiar el resultado electoral a su favor. Este ejemplo puede ser generalizado fácilmente a numerosos campos de la economía y la política.

No se ha tratado de analizar todos los temas que pueden influir en el voto, por su abundancia y diversidad. Se ha restringido el estudio a aquellos elementos que se han detectado de especial importancia para los ciudadanos en un período específico. Se podría también limitar el análisis al sector de los votantes indecisos, si pudiesen ser identificados.

De igual forma, el algoritmo podría extenderse para trabajar con más de dos temas relevantes. Esta generalización estaría basada en la intersección de dominios de mayor dimensión y es directa desde un punto de vista matemático y computacional.

A pesar de este análisis, hay que notar que crear un modelo realista de decisión de voto es un problema difícil. La naturaleza contingente de las consideraciones políticas y la incertidumbre respecto a la toma de decisiones por parte de los ciudadanos, complica aún más este problema.

En cualquier caso, se cree que este artículo modela de forma correcta la reacción de los votantes a las decisiones políticas de importancia, siempre que éstos tengan la preparación y el interés necesarios para entender esta información.

6. REFERENCIAS

- ABELLANAS, M.; LILLO, I.; LÓPEZ, M.; RODRIGO, J. (2006): «Electoral strategies in a dynamical democratic system. Geometric models», *European Journal of Operational Research* 175: 870-878.
- AURENHAMMER, R.; KLEIN, R. (2000): «Voronoi Diagrams», en J.-R. SACK and URRUTIA (editors), *Handbook of Computational Geometry*. Elsevier Science Publishers B.V. North-Holland, Amsterdam.

- BLACK, D. (1958): *The Theory of Committees and Elections*, Cambridge University Press, Cambridge.
- CAHOON, L.; HINICH, M. (1976): *A Method for Locating Targets Using Range Only*, IEEE Trans. On Information Theory, IT-22 (2): 217-225.
- CAHOON, L.; HINICH, M. (1978): ODRESHOOK, P.: «A statistical Multidimensional Scaling Method Based on The Spatial Theory of Voting», en *Graphical Analysis Representation on Multivariate Data*. (Editors) P.C. Warg. Academic Press, New York.
- CIS: *Sociological Investigations Center of Spain*. Opinion surveys. Study núm. 2615. Available online: <http://www.cis.es>.
- CONSOLIDATED GENERAL GOVERNMENT BUDGET (1997-2006): Available online: http://www.igae.meh.es/Internet/Cln_Principal/ClnPresupuesto/PresupuestosGeneralesEst/PresupuestosGeneralesEstado/
- DOWNES, A. (1957): *An Economic Theory of democracy*, Harper and Row, New York.
- EISETS, H. A.; LAPORTE, G., THISSE, J. H. (1993): «Competitive Location Models: a Framework and Bibliography». *Transportation Science* 27: 44-54.
- ENLOW, J.; HINICH, M. (1982): «Ideology, Issues and the Spatial Theory of Elections», *American Political Science Review*, 76: 493-501.
- ENLOW, J.; HINICH, M. (1984): *The Spatial Theory of Voting: An Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge.
- GHOBARAH, H. (1998): «A Statistical Assessment of Spatial Model of ideology», *Political Methodology Summer Meeting*, San Diego.
- GHOSH, A.; HARCHE, F. (1993): «Location - allocation Models in the Private Sector: Progress, Problems and Prospects», *Location Science*, 1: 81-106.
- HINICH, M.; POLLARD, W. (1981): «A new Approach to the spatial Theory of Electoral Competition», *American Journal of Political Science*, 25: 323-341.
- HINICH, M.; MUNGER, M. (1994): *Ideology and Theory of political Choice*, The University of Michigan Press, Michigan.
- HINICH, M. (2005): «A New Method for Statistical Multidimensional Unfolding», *Communications in Statistics-Theory and Method*, 34: 2299-2310.
- LIN, T.; YUN-HAN, C.; HINICH, M. (1996): «Conflict Displacement and Regime Transition in Taiwan. A Spatial Analysis», *Work Politics*, 48: 453-81.
- LILLO, I.; LÓPEZ, M. D.; RODRIGO, J. (2007): «Competición política bipartidista. Estudio geométrico del equilibrio en un caso ponderado», *Documento de trabajo núm. 321/2007*. Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS).
- LÓPEZ, M. D.; RODRIGO, J. (2008): «Generación del concepto de equilibrio en juegos de competición política», *Documento de trabajo núm. 373/2008*. Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS).
- OKABE, A.; BOOTS, B.; SUGIHARA, K.; CHIU, S. (2000): *Spatial Tessellations Concepts and Applications of Voronoi diagrams*. John Wiley & Sons, Chichester.
- PAPPI, F.; ECKSTAIN, G. (1998): «Voters' Party Preference in Multiparty Systems and Their Coalitions and Spatial Implications: Germany After the Unification». *Public Choice* 97: 229-55.

- PREPARATA, F.; SHAMOS, M. (1985): *Computational Geometry. An introduction*. Springer-Verlag, New York.
- ROEMER, J. (2001): *Political Competition*, Harvard University Press, Boston.
- RUSK, J.; WEISBERG, H. (1972): «Perception of Presidential Candidates», *Midwest Journal of Political Science*, 16: 388-410.
- SERRA, D.; REVELLE, C. (1994): «Market Capture by two Competitors: The preemptive location problem», *Journal of Regional Science*, 34: 549-561.
- SHEPSLE, K.; WEINGAST, B. (1981): «Structure Inducted Equilibrium and Legislative Choice», *Public Choice* 37: 503-19.
- SMID, M. (1997): «Closest point problems in Computational Geometry», en J.-R. SACK, J. URRUTIA, *Handbook on Computational Geometry*. Elsevier Science, Amsterdam.