

# Fronteras electorales

## Lecciones de la redistribución en México para California

Alejandro Trelles y Diego Martínez\*

**Resumen:** Después de casi 200 años de que se acuñara el término *gerrymandering* en Massachusetts, el trazo distrital sigue siendo un proceso complejo y politizado que incide en la conformación del poder legislativo y en el tipo de representación al que tienen acceso los ciudadanos en el mundo. En esta investigación describimos el proceso de redistribución en California y nos preguntamos qué sucedería si dicho proceso estuviese en manos de una comisión autónoma. Utilizamos el caso mexicano para desarrollar un escenario hipotético en donde minimizamos el sesgo partidista. A partir de un modelo de optimización combinatoria —desarrollado por el IFE en 2005—, redistribuimos los 53 distritos federales de California y encontramos evidencia sistemática del sesgo partidista que favorece al partido mayoritario encargado de aprobar la cartografía electoral.

*Palabras clave:* redistribución, representación, algoritmo de optimización, negociación legislativa, partidos políticos, elecciones, autonomía, *gerrymandering*.

*Electoral Boundaries: Lessons for California from Mexico's Redistricting Experience*

**Abstract:** Almost two hundred years after the term *gerrymandering* was first used in Massachusetts, redistricting remains a complex and politicized process that affects the way the legislative branches are conformed and the quality of political representation around

---

\* Alejandro Trelles, es Maestro en Ciencia Política por la Universidad de Pittsburgh en donde actualmente se encuentra realizando estudios de doctorado. 4600 W. Posvar Hall Pittsburgh, PA, 15260. Tel: + (412) 979 07 15. Correo electrónico: lat44@pitt.edu. Diego Martínez, es Licenciado en Ciencia Política por el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Río Hondo 1, Colonia Progreso Tizapán, 01080, México, D. F. Correo electrónico: martinez.cantu@gmail.com.

Agradecemos el consejo de Federico Estévez, Eric Magar, Jeff Weldon, Alejandro Poiré, Alonso Lujambio y Horacio Vives; el apoyo invaluable de Luis Ruvalcaba, Miguel Ángel Rojano, Carlos Barros, Arturo Sánchez, Jesús Cantú, Roberto Gil y Edgar Moreno, así como los comentarios de Micah Altman, Michael McDonald, Gary Cox, Andrew Gelman, Gary King, Scott Morgenstern y Scott Desposato. Este trabajo se desprende de la tesis de licenciatura de Alejandro Trelles y Diego Martínez (2007), “Fronteras electorales, aportaciones del modelo de redistribución mexicano al estado de California”, México, ITAM.

Artículo recibido el 9 de septiembre de 2008 y aceptado para su publicación el 28 de marzo de 2012.

the world. In this paper, we describe the redistricting process in California and ask how it would work if it were to be implemented by an independent agent (instead of the local legislature or a bipartisan commission). Using a simulated annealing redistricting algorithm we create a hypothetical scenario that reduces significantly partisan bias in the state. Developed by the Mexican Federal Electoral Institute in 2005, this optimization model allowed us to recreate California's 53 Congressional districts and to analyze their racial and electoral composition. We found systematic evidence that the majority party in local legislature ends up with electoral benefits every time districts are drawn.

*Keywords:* redistricting, representation, optimization algorithm, legislative bargaining, political parties, elections, autonomy, gerrymandering.

## Trazos invisibles

Los distritos electorales son una de las divisiones más importantes en los sistemas contemporáneos de representación democrática pero, paradójicamente, son las fronteras menos conocidas. Este trabajo se centra en este tipo de divisiones. Aproximadamente cada década —después del levantamiento censal—, cerca de 40 países suelen renovar sus mapas distritales con el fin de garantizar la equidad poblacional y mantener vigente el principio de “un hombre, un voto” (Oliva, 2004; Handley y Grofman, 2008). Este proceso resulta fundamental para los sistemas de representación porque garantiza que los votos de todos los ciudadanos tengan el mismo peso, pero también porque incide en los niveles de competitividad electoral, en el acceso de grupos minoritarios al Congreso y en el tipo de políticas que se debaten en el poder legislativo (Handley y Grofman, 2008). Dicha renovación es un proceso complejo y politizado que conlleva la tarea de reagrupar un gran número de subdivisiones en función de las restricciones que determinan los actores encargados del trazo distrital (Altman, 1998).

La politización del trazo distrital se documentó por primera vez en 1812 cuando el entonces gobernador de Massachusetts, Elbridge Gerry, modificó la cartografía distrital con el objetivo de beneficiar a su partido en la arena electoral y se acuñó el término *gerrymandering* (Cox y Katz, 2002). Hoy por hoy, la redistribución sigue siendo un proceso politizado —en los ámbitos local y nacional en muchos países—, del cual los actores involucrados buscan beneficiarse. En la mayor parte de los casos en donde las fronteras electorales se redefinen en el seno del poder legislativo, y los beneficiarios del trazo distrital son los encargados de aprobarlo, hay un conflicto de interés. En muchos países, los recintos legislativos se convierten en el centro de disputa entre el partido que cuenta con la mayoría legislativa y los partidos mi-

noritarios que tratan de evitar que sus electores sean divididos en muchos distritos o agrupados en uno solo (Cox y Katz, 2002; Reynoso, 2004).

En este contexto, la descentralización del proceso de redistribución y el uso de agentes autónomos en algunos estados y países —como las cortes, institutos o comisiones electorales— han probado ser una solución efectiva para disminuir el sesgo partidista y conformar distritos más equitativos de acuerdo con los principios que cada sociedad se autoimpone. En los últimos 20 años, los procesos de redistribución en México han resultado sumamente exitosos (Trelles y Martínez, 2007; Lujambio y Vives, 2008). A pesar de que el sistema de representación se vio afectado durante muchos años por la hegemonía del partido autoritario, los resultados de la redistribución en 1996 y en 2005 fueron reconocidos y avalados por todos los actores gracias a la autonomía del órgano electoral, la presencia de los partidos políticos como observadores, la claridad de los criterios normativos y el uso de herramientas computacionales. En 2005, por ejemplo, se crearon por primera ocasión 28 distritos de mayoría indígena y se resguardó la integridad de 650 municipios en once estados a lo largo del país (Trelles y Martínez, 2007). Al final, estas condiciones ayudaron para que los distritos fueran más representativos, ya que se garantizó el equilibrio poblacional, se eliminó el sesgo partidista, se trazaron distritos más compactos, aumentaron los niveles de competitividad y se crearon las condiciones para incrementar la participación de grupos minoritarios en la geografía electoral.

En este trabajo simulamos el rol de una comisión autónoma y utilizamos el modelo de optimización combinatoria —desarrollado por el Instituto Federal Electoral (IFE) en 2005 conocido como recocido simulado o *simulated annealing*— para redistribuir los 53 distritos federales de California. A partir de un análisis contrafáctico de resultados electorales, encontramos evidencia sistemática que muestra cómo el sesgo partidista favorece al partido mayoritario encargado de aprobar la cartografía electoral. Elegimos a California por ser uno de los estados de la Unión Americana en donde, durante las últimas dos décadas, se ha discutido intensamente el efecto de la politización y la imparcialidad en el trazo distrital. En la década de 1990, la Suprema Corte del estado tuvo que intervenir y trazar los distritos ante la imposibilidad de que los actores políticos llegaran a un acuerdo. Además del debate público en torno al trazo distrital, las características sociodemográficas de California —es el estado más poblado y rico de Estados Unidos, pero también uno de los más diversos en su composición étnica y con mayores niveles de desigualdad social— hacen de esta entidad un caso muy

atractivo para implementar un modelo que resultó exitoso en un país tan diverso, complejo y politizado como México.

El artículo está estructurado de la siguiente forma. En la primera parte introducimos al lector en el contexto histórico de la redistribución en Estados Unidos y California. En la segunda parte describimos el modelo, los alcances y los criterios normativos que utilizamos. A su vez, explicamos brevemente las variables que se incluyeron en el algoritmo y cómo fueron ponderadas. En la tercera parte analizamos los resultados cartográficos y los contrastamos con la redistribución de California realizada en 2001. Posteriormente, presentamos los resultados del modelo y analizamos la conformación distrital en función de la población, la composición racial y de los resultados electorales. Concluimos con algunas reflexiones sobre las aportaciones del modelo y los efectos que tiene la descentralización del proceso de redistribución en la democracia representativa.

## **Polarización y descentralización en Estados Unidos y California**

A diferencia de países como México, Estados Unidos no cuenta con una autoridad autónoma encargada de regular el trazo distrital a escala nacional o en cada entidad. La tradición federal depositó en cada legislatura local la responsabilidad de renovar las fronteras electorales del Congreso y del senado local, así como de la Casa de Representantes en el ámbito nacional. Hoy por hoy, las legislaturas locales en 40 estados (80%) están a cargo del trazo distrital, en siete estados (Arizona, Hawaii, Idaho, Minnesota, Nueva Jersey, Washington y recientemente California) se han instituido comisiones bipartidistas independientes, y sólo en tres estados (Florida, Iowa y Maine) se han creado autoridades autónomas para redistribuir (Purdue University Libraries, 2009).

Este escenario ha generado enfrentamientos constantes entre los grupos parlamentarios en la mayoría de los estados. Cuando no hay acuerdo entre los partidos dentro de la asamblea, o entre el gobernador y la bancada mayoritaria en el legislativo, el poder judicial interviene y determina la validez del mapa propuesto. Las cortes tienen la facultad de vetar las propuestas de redistribución, ordenar el trazo de un nuevo proyecto o delegar a una comisión de especialistas la creación de un nuevo mapa electoral. En este sistema, la mayoría de los legisladores locales tiene la capacidad de decidir qué tipo de electores podrán votar por ellos —y por los congresistas

en la escala federal— en la siguiente elección y, por lo tanto, la redistribución se convierte en un proceso altamente politizado (Cox y Katz, 2002).

El debate en torno a la despolitización de este proceso en algunos estados como Texas, California, Florida, Pennsylvania y Ohio cobró fuerza en la última década (Friedman y Holden, 2006). Mientras algunos actores afirman que la creación de comisiones autónomas serviría para paliar el conflicto de interés, otros opinan que difícilmente se puede contar con un órgano autónomo aislado del interés partidista (Rossiter *et al.*, 1998). El caso de Iowa resulta emblemático. Es un estado con aproximadamente 3 000 000 de habitantes —94 por ciento de la población es blanca y la división administrativa es similar a un tablero de ajedrez— que cuenta con una comisión independiente desde 1980. Despertó inquietudes en distintas entidades, ya que la intervención de un agente autónomo ha afectado la creación de distritos electorales compactos, competitivos y con una desviación poblacional menor al uno por ciento (Iowa Legislature, 2008; Mehaji, 2011).

En contraste, California es uno de los estados que más ha experimentado enfrentamientos por el proceso de redistribución en Estados Unidos. Además de ser la entidad más poblada, de contar con una composición étnica altamente heterogénea, divisiones administrativas irregulares y conflictos relacionados con los derechos de votación, los partidos políticos no han optado por delegar a un agente independiente el trazo distrital (Weisbard y Wilkinson, 2005). En 1990, por ejemplo, California recibió siete distritos adicionales a escala federal por el crecimiento poblacional en la entidad. En ese entonces, los demócratas controlaban la legislatura local y, después de que el proyecto de redistribución fue vetado en tres ocasiones por el gobernador, la Suprema Corte del estado atrajo el caso e instruyó a una comisión de jueces independientes para que realizara el trazo distrital (Edsall, 1991).

Una década más tarde, en 2001, ambos partidos decidieron que lo mejor para el estado sería que el nuevo mapa preservara el equilibrio partidista y decidieron trazar distritos que privilegiasen a los legisladores en el cargo (*Incumbent Protection Plan*). El resultado fue un mapa electoral de *gerrymandering* bipartidista en donde la mayoría de los distritos eran fuertemente dominados por uno de los dos partidos (Finnegan, 2001). En la elección federal de 2004, sólo tres de los 53 distritos se ganaron con un margen menor a 60 por ciento de los votos. En noviembre de 2005, los ciudadanos votaron en un plebiscito (*Proposition 77*) por la creación de una comisión de jueces retirados que llevara a cabo esta delicada tarea, pero la propuesta fue rechazada. A finales de 2008 fue aprobada la Propuesta 11 (*Voters First Act*), que delega a

una comisión bipartidista independiente la responsabilidad del trazo distrital. Dicha comisión, compuesta por ocho miembros partidistas, aprobó en agosto de 2011 un escenario con distritos más competitivos que sería puesto a prueba en la elección federal de 2012 (California Redistricting Commission, 2011). La comisión tenía la encomienda de trazar los distritos tomando en cuenta lo establecido en el *Voting Rights Act* de 1965, la contigüidad distrital, las divisiones administrativas y la compacidad geométrica, pero el Partido Republicano, inconforme con el resultado, cuestionó la imparcialidad de la comisión, señalando un sesgo a favor del Partido Demócrata y contempla así llevar el caso a la Corte (Merl y Mishak, 2011).

A pesar de que se han realizado esfuerzos importantes para despolitizar el proceso de redistribución en California, los partidos políticos no han logrado conformar un marco normativo que establezca con claridad qué criterios deben prevalecer en la redistribución y si el proceso debe quedar aislado del interés partidista. Ante este escenario, algunas preguntas subsisten: ¿Cómo funcionaría una comisión independiente (sin actores o representantes partidistas) en California? ¿Qué efectos tendría la aplicación de un modelo aleatorio de redistribución como el que se utilizó en México en 2005? ¿Cuál sería la diferencia entre un trazo distrital automatizado y uno orientado por los resultados electorales anteriores?

### Algunos criterios normativos en Estados Unidos

En la década de 1960, el sistema político de Estados Unidos sufrió cambios importantes. La dinámica partidista en el Congreso cambió significativamente, la Suprema Corte falló a favor de la inclusión de los grupos minoritarios en el sistema representativo y se vivió una “revolución” en la reasignación legislativa (Cox y McCubbins, 1993; Cox, 1997; Aldrich y Rohde, 1997; Altman, 1998; Cox y Katz, 2002). En este contexto, la redistribución se convirtió en un mecanismo indispensable para equilibrar el sistema político norteamericano. Para Cox y Katz (2002), los dos eventos de mayor impacto en el sistema electoral de Estados Unidos —durante la segunda mitad del siglo xx— fueron la obligación de incluir el criterio de “un hombre, un voto” en el trazo distrital y la protección de la representación de las minorías a través del *Voting Rights Act* de 1965.

Otro fallo central de la Suprema Corte de Estados Unidos fue la justificación del *gerrymandering* partidista en Davis contra Bandemer (1986). Dos dé-

cadav más tarde, en 2006, la Corte reconoció la importancia de empezar a definir criterios técnicos para identificar cuando una propuesta de redistribución atentara contra algún criterio constitucional como el equilibrio poblacional o la representación de grupos minoritarios. A su vez, otros criterios como la competitividad electoral y la simetría partidista también fueron discutidos por la Suprema Corte (Gelman y King, 1994; Grofman y King, 2007).

Al establecer criterios técnicos la Corte buscaba determinar si la representación de los ciudadanos se distorsionaba al tener distritos asimétricos.<sup>1</sup> La mayoría de los ministros respaldó la idea de que la asimetría partidista, por sí misma, no era una medida confiable para detectar una actitud partidista inconstitucional en el trazo distrital (Grofman y King, 2007). Hoy por hoy, el debate sigue sobre la mesa porque, a pesar de las aportaciones de expertos en la materia, no hay un criterio técnico absoluto que identifique cuándo la asimetría partidista traspasa los criterios constitucionales (LULAC *vs.* Perry, 2006).

Distintos autores han analizado el efecto que tuvo la inclusión del criterio de protección a grupos minoritarios —especialmente de población afroamericana— en los procesos de redistribución, en la representación legislativa y en el tipo de políticas que se promueven en el Congreso (Cameron *et al.*, 1996; Petrocik y Desposato, 1998; Lublin, 1999; Leveaux y Garand, 2001; Desposato y Petrocick, 2003; Crisp y Desposato, 2004). Estos autores argumentan que al maximizar la representación de un grupo minoritario a través del trazo distrital se puede garantizar que ciertos grupos obtengan un escaño, pero no necesariamente que puedan ejercer presión para aprobar políticas favorables para dicho grupo. Para Cameron *et al.* (1996), un escenario legislativo con tres representantes demócratas afroamericanos y siete republicanos blancos, no necesariamente es más eficiente —en términos de los intereses de la minoría— que uno con nueve representantes demócratas blancos y uno republicano.

A pesar de la discusión técnica que se ha generado en los últimos 20 años, los criterios normativos que prevalecen ante los ojos de la Corte siguen siendo esencialmente los mismos: equilibrio poblacional, respeto por las minorías y continuidad distrital. Otros criterios, como la compacidad geométrica o la integridad municipal, también han sido valorados en las revisiones de la Suprema Corte cuando la oposición ha impugnado el resultado (Altman,

---

<sup>1</sup>El concepto de simetría partidista se refiere al equilibrio generado cuando un partido recibe, de manera proporcional, un número de escaños similar a la votación obtenida.

1998). Todavía queda pendiente desarrollar un método, basado en criterios uniformes y objetivos, que identifique cuando un agente encargado del trazo distrital atente contra uno de estos principios (Grofman y King, 2007).

## Un modelo de optimización combinatoria como alternativa

Todo proceso de redistribución requiere ser adaptado a los accidentes de cada localidad. Para autores como Altman *et al.* (2005b) el uso de modelos aleatorios disminuye sustancialmente el *gerrymandering* partidista en los procesos de redistribución. Países como Portugal y algunos estados en Estados Unidos —como Texas— empezaron a utilizar modelos de optimización combinatoria, similares al utilizado en este trabajo, para la redistribución local.<sup>2</sup> Resulta necesario distinguir, como lo hace Cain (2004), entre justicia de procedimiento y justicia sustancial. Los modelos aleatorios pueden ser justos en el procedimiento, por su construcción y por las variables que lo componen, pero injustos en sustancia porque pueden beneficiar a alguno de los actores involucrados. Los modelos aleatorios no pueden resolver en su totalidad los conflictos que se presentan en un proceso de redistribución, pero sí pueden matizar las ventajas de un actor mayoritario al aprobar un plan distrital.

El modelo de optimización desarrollado por el IFE fue creado con la finalidad de no beneficiar de forma arbitraria a ninguno de los partidos políticos por medio del trazo distrital (Instituto Federal Electoral, 2005; Trelles y Martínez, 2007). El Comité Técnico de Redistribución, compuesto por seis especialistas, diseñó un modelo basado en cuatro restricciones estructurales (equilibrio poblacional, compacidad geométrica, integridad municipal y tiempos de traslado) y dejó fuera cualquier variable que pudiese ser utilizada para crear distritos partidistas (resultados electorales anteriores, composición socioeconómica de las secciones, conformación racial de la población). En esta investigación, respetamos los criterios que utilizó el comité de especialistas en México, los criterios que la Suprema Corte de Estados Unidos ha establecido como indispensables y el contexto sociodemográfico del estado de California. Al igual que el Comité Técnico de Redistribución mexicano buscamos crear un escenario electoral hipotético libre de sesgos partidistas con el fin de poder compararlo con el mapa electoral de 2001.

---

<sup>2</sup>Para una breve reseña del uso de sistemas computacionales y algoritmos de optimización en Estados Unidos, véanse Altman *et al.* (2005a, 2005b) y Districting for ArcGIS (2009).

## Criterios normativos y la información que utilizó el modelo

En este trabajo utilizamos tres de los cuatro criterios que usó el IFE en 2005: *a)* el equilibrio poblacional, *b)* la compacidad geométrica, y *c)* la integridad municipal. El criterio que valora los tiempos de traslado al interior de los distritos fue descartado porque respondía más a las necesidades de organización del proceso y distribución de los materiales electorales, que a la dinámica electoral en cada distrito.<sup>3</sup> Usamos el mismo sistema de jerarquía aprobado por el Consejo General del IFE para las tres variables del modelo: la población tuvo el mayor peso, seguida por la compacidad geométrica y, después, por la integridad municipal.

Los criterios de población y de integridad municipal están contemplados en el marco normativo mexicano —en el acuerdo del IFE— y en la Constitución del estado de California. La compacidad geométrica no suele tomarse en cuenta en esta entidad, pero es un criterio que la Suprema Corte de Estados Unidos ha reconocido en la última década y que otros estados de la unión americana lo han incluido en el marco normativo que regula el trazo distrital. Decidimos incluir este criterio porque en México fue la segunda variable más importante, después de la poblacional, en la última redistribución. A su vez, fue uno de los elementos técnicos más importantes para que los partidos políticos tuvieran la seguridad de que el trazo distrital no beneficiaba a algún partido de forma premeditada.

Al igual que en el proceso mexicano, mantuvimos intactas las demarcaciones con alta concentración de población minoritaria y no distorsionamos la integración poblacional de los cuatro municipios protegidos por el *Voting Rights Act* de 1965: Kings, Merced, Monterey y Yuba. Sin embargo, no conformamos distritos con mayorías étnicas, como se hizo en México con la población indígena, por la diversidad demográfica de California (más de la mitad de la población pertenece a una raza distinta a la blanca). La comisión técnica encargada del trazo distrital podría resguardar la representación de las minorías raciales.

La máxima desviación poblacional que permitimos en nuestro modelo, al igual que en México, fue de (+/-) 15 por ciento. Sabemos que desviaciones de esta magnitud serían razón suficiente para que los partidos políticos

<sup>3</sup>La flexibilidad del algoritmo permite incluir información sobre el sistema de transporte y vialidades en el estado de California. La puerta queda abierta para incluir esta, o cualquier otra restricción en trabajos posteriores.

impugnarán el modelo y, subsecuentemente, para que la Suprema Corte del estado rechazara el resultado. Elegimos este margen porque buscamos simular los efectos que tendría un modelo de redistribución similar al utilizado en México. Después de realizar distintas corridas, con márgenes de desviación menores, decidimos presentar los resultados con la desviación mencionada, ya que no se presentaron cambios sustanciales y la desviación distrital promedio que obtuvimos con el modelo fue aproximadamente de (+/-) 2 por ciento (véase el anexo 1).<sup>4</sup>

En la cartografía electoral las subdivisiones más pequeñas suelen ser las manzanas, seguidas por las secciones —*census blocks* y *census tracts* en Estados Unidos. En este trabajo la unidad de análisis que utilizamos fueron las secciones (*census tracts*). Elegimos estas unidades porque son las piezas del rompecabezas más pequeñas —en las que hay información electoral y sociodemográfica disponible— para crear y comparar escenarios hipotéticos con eficiencia.<sup>5</sup> Cada sección tiene aproximadamente 4 000 habitantes y en California hay cerca de 8 250 secciones. Los algoritmos de optimización son procesos complejos que responden a lógicas distintas. Por un lado, responden a las características demográficas y a las divisiones administrativas y, por el otro, al interés de los distintos actores políticos.<sup>6</sup> En ese sentido, los problemas de optimización se convierten en procesos que generan un resultado que maximiza las restricciones impuestas, pero siempre con el costo asociado de castigar algunas variables a cambio de premiar a otras (Papadimitriou y Steiglitz, 1998).

<sup>4</sup> Históricamente, las cortes en Estados Unidos han permitido desviaciones poblacionales de hasta (+/-) 3 por ciento. Permitir un margen de (+/-) 15 por ciento no significa que todos los distritos tendrán esa desviación, sino que el margen de optimización combinatoria es más flexible. Como lo describimos más adelante, el algoritmo está programado para castigar aquellas configuraciones con desviaciones elevadas.

<sup>5</sup> La información sociodemográfica la obtuvimos de la página del Buró del Censo de Estados Unidos (<http://www.census.gov/>) y los resultados electorales a través del Instituto de Estudios Gubernamentales (IGS) de la Universidad de California en Berkeley (<http://swdb.berkeley.edu/>). Utilizamos los resultados electorales del año 2000 para el modelo, ya que era el desagregado más actualizado a nivel sección al momento de realizar esta investigación.

<sup>6</sup> Por distintos actores políticos nos referimos a los partidos que buscan maximizar los niveles de votación a nivel nacional, a los legisladores que intentan reelegirse con el mayor margen posible y a las distintas instituciones —como las cortes electorales— encargadas de vigilar que la conformación poblacional en cada distrito respete el principio de representación conocido como “un hombre, un voto”.

## Análisis del sistema

El recocido simulado, o *simulated annealing*, es un algoritmo de optimización combinatoria basado en el comportamiento físico que se sigue en el templeado de los metales. Fue desarrollado por Marshal Rosenbluth y Nichoals Metropolis en los años cincuenta (Metropolis *et al.*, 1953). En la década de 1980, algunos investigadores interesados en análisis geoespacial empezaron a utilizar este tipo de algoritmos para resolver problemas de optimización (Kirkpatrick *et al.*, 1983). El modelo busca aumentar el costo —la temperatura— de la función objetivo y, después de un periodo de enfriamiento, busca aquellos valores que minimizan el costo de la función. El proceso se repite hasta que se encuentra un resultado óptimo (Kirkpatrick *et al.*, 1983; Gutiérrez *et al.*, 1998; Macmillan, 2001; Antoniano, 2006; Joshi *et al.*, 2009). La definición del algoritmo se basa en cuatro componentes básicos: *a)* el espacio de configuraciones, *b)* el modelo de transiciones, *c)* la función de costo, y *d)* el esquema de enfriamiento.<sup>7</sup>

El *espacio de configuraciones* se refiere al universo de soluciones válidas entre las cuales el modelo busca un resultado óptimo. En este caso establecimos que una configuración válida es una partición del conjunto  $U$  de unidades geográficas en  $N$  subconjuntos o distritos, en donde toda unidad geográfica pertenece a un único distrito y cada distrito presenta continuidad geográfica.

El *modelo de transiciones* es el conjunto de reglas que permiten generar una configuración a partir de otra, lo cual permite que las vecindades de conjuntos se puedan generar en un solo paso. Las transiciones permiten introducir el componente aleatorio en la optimización sucesiva, donde una transición es el cambio en un distrito a partir del cambio de una sola unidad geográfica. En el modelo, una unidad sólo se puede mover a un distrito contiguo y el distrito al que pertenecía dicha unidad debe permanecer continuo.

La *función de costo* es el marco para evaluar una configuración. Representa la suma ponderada de funciones parciales que responden a los criterios que son impuestos por el agente encargado del trazo distrital. El modelo asocia un valor a cada configuración y busca un resultado óptimo que minimice el costo de la función.

Por último, el *esquema de enfriamiento* es una serie de reglas que permiten que el modelo ajuste la temperatura y encuentre una solución óptima. Este

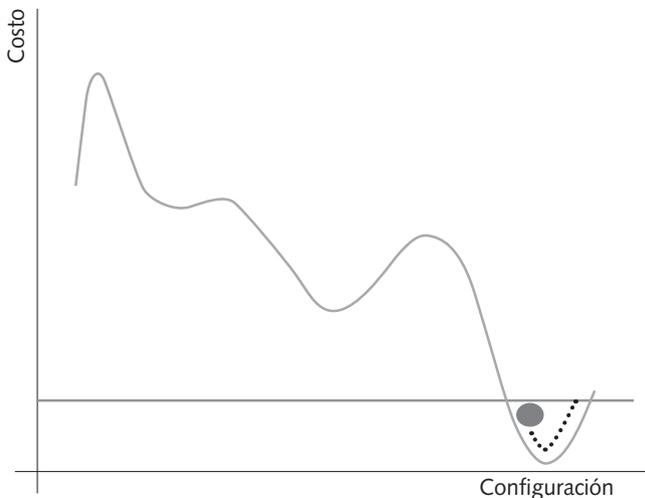
<sup>7</sup>Para un análisis detallado sobre el uso del recocido simulado en los procesos de redistribución, véase Antoniano (2006), “El recocido simulado aplicado al problema de redistribución electoral”.

componente incluye factores como la temperatura inicial, los cambios en la temperatura, el número de iteraciones —o longitud del ciclo interno— y el criterio para detener el algoritmo cuando se encuentra una solución óptima (Antoniano, 2006).

El modelo comienza la búsqueda de una solución óptima al elevar la temperatura inicial —que depende de las variaciones que genera la función de costo. Para el modelo no importa que en un inicio empeoren los resultados, ya que el algoritmo permite todos los cambios de estado que se encuentren dentro del espacio de configuraciones. Conforme la temperatura descende, las restricciones del algoritmo no permiten movimientos que rebasen el valor asociado al último costo máximo de la función y sólo admite aquellos cambios dentro del límite de temperatura. Al disminuir el costo durante el enfriamiento, el resultado de la función se aproxima a cero. Cuando el sistema ya no encuentra cambios favorables se detiene y llega a un punto de congelación (véase la gráfica 1).

La función de costo es el “corazón” del modelo (véase el anexo 2). Es la responsable de evaluar los movimientos realizados al interior del sistema y de validar o penalizar cada uno de ellos a través de tres componentes centrales. En el modelo la variable poblacional tuvo el mayor peso, y le otorga-

GRÁFICA 1. Evolución del recocido simulado



Fuente: Elaboración propia.

mos un ponderador de  $\alpha_1 = .5$ ; seguido por la compacidad geométrica, con un ponderador  $\alpha_2 = .3$  y, por último, la integridad municipal con un ponderador  $\alpha_3 = .2$ . Al igual que el modelo utilizado por el IFE en 2005, la función de costo encontró un mínimo cuando la desviación poblacional de la mayoría de los distritos se acercaba a la media poblacional de la entidad (población estatal / 53 distritos), cuando los distritos adoptaban una forma geométrica compacta y cuando los municipios que tuvieran la población suficiente para formar un distrito no fueran fragmentados.

### Función de costo

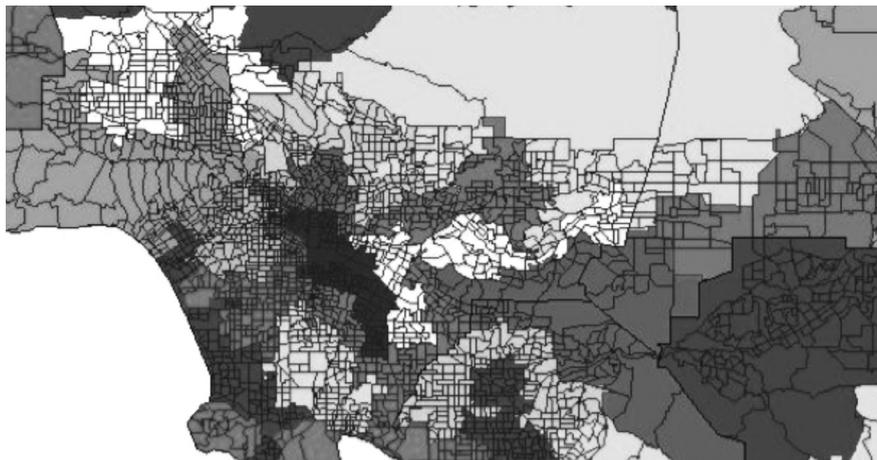
$$C(E) = \sum_{i=1}^3 \alpha_i C_i(E) = \alpha_1 C_1(E) + \alpha_2 C_2(E) + \alpha_3 C_3(E)$$

El primer componente de la función de costo ( $C_1$ ) representa el promedio de las desviaciones poblacionales asociadas a los distritos con respecto a la media estatal. Cuando se reducen dichas desviaciones, se minimiza el costo de la función. El segundo componente ( $C_2$ ) se refiere a la compacidad geométrica. Esta medida busca minimizar el costo de la función a través de formas geométrica regulares y compactas. Dicha medida se inspiró en los trabajos efectuados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para resolver problemas de parcelación territorial. Por el método conocido como *convex hull algorithm*, se obtuvo el polígono convexo que contenía a cada distrito a través de los rectángulos que envolvían las secciones y se comparó el área de las secciones en el distrito (AD) con el área ocupada por las secciones invasoras (AI) (Avis *et al.*, 1997). Por último, el componente de la función de costo ( $C_3$ ) asociado con la integridad municipal tuvo como objetivo evitar la formación de escenarios en los que un solo municipio quedara dividido en más distritos de los que le corresponden. Si el distrito respeta los límites administrativos del municipio (se encuentra dentro o empata a la perfección), el costo de la función disminuye.

### Análisis de los resultados cartográficos

En este apartado comparamos los resultados cartográficos del modelo propuesto con la redistribución de California en 2001. En la mayoría de los dis-

MAPA 1. Acercamiento de la zona de Los Ángeles, 2001



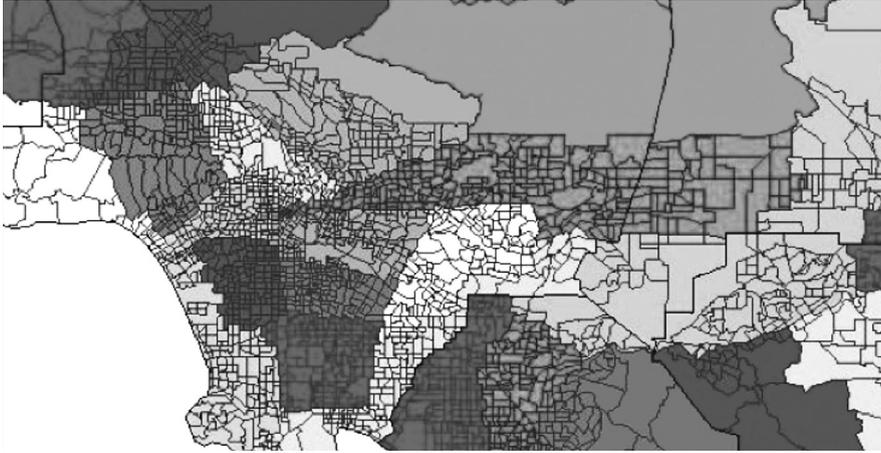
Fuente: Elaboración propia.

tritos las fronteras sufrieron cambios importantes. En general, los resultados del modelo ofrecen distritos más compactos y eliminaron las formas irregulares que prevalecían en las zonas urbanas de la distritación de 2001. La Suprema Corte ha utilizado como criterio técnico la compacidad distrital para detectar si hubo *gerrymandering* partidista (Altman, 1998). Realizamos algunos acercamientos en las zonas que en la última década han tenido conflictos por el trazo distrital y las comparamos con los resultados del modelo.

Le otorgamos importancia al criterio de la compacidad geométrica por dos razones. En primero, porque buscamos simular las condiciones de redistritación prevalecientes en México en 2005 y, en segundo, porque la compacidad geométrica es una variable que disminuye sustancialmente la probabilidad de encontrar trazos partidistas que agrupen o dividan bastiones de forma arbitraria. Como podemos observar en el mapa 1,<sup>8</sup> que abarca la zona de Los Ángeles, existen cinco distritos vigentes que se fragmentan en tres condados colindantes con Los Ángeles: Ventura, Orange y San Bernardino. En cambio, el mapa 2 muestra los resultados del modelo en donde sólo existen dos distritos que comparten territorio con el condado de Ventura (al norte de Los Ángeles). Los demás están ubicados en su totalidad dentro del condado de Los Ángeles. Esto se debe a la asignación que realizamos al interior de los municipios.

<sup>8</sup> Los mapas de esta publicación pueden ser consultados a color en la página de uno de los autores: [www.alejandrotrelles.com](http://www.alejandrotrelles.com).

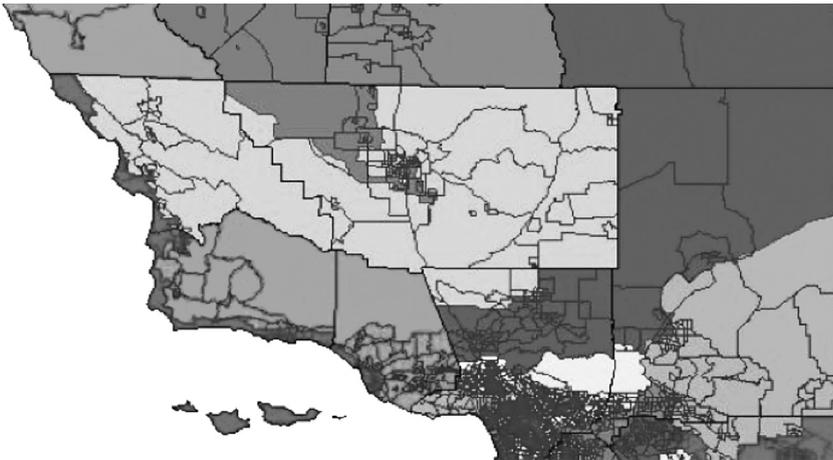
**MAPA 2.** Acercamiento de la zona de Los Ángeles modelo



*Fuente:* Elaboración propia.

Los mapas 1 y 2 muestran cómo las fronteras distritales del modelo delimitan unidades con formas significativamente más regulares que las del esquema vigente. A su vez, los resultados del modelo se apegan más al criterio de la integridad municipal —considerado en la Constitución de California— al sólo compartir dos distritos con un municipio, en lugar de compartir cinco distritos con tres municipios.

**MAPA 3.** Zona *Ribbon of Shame*, 2001



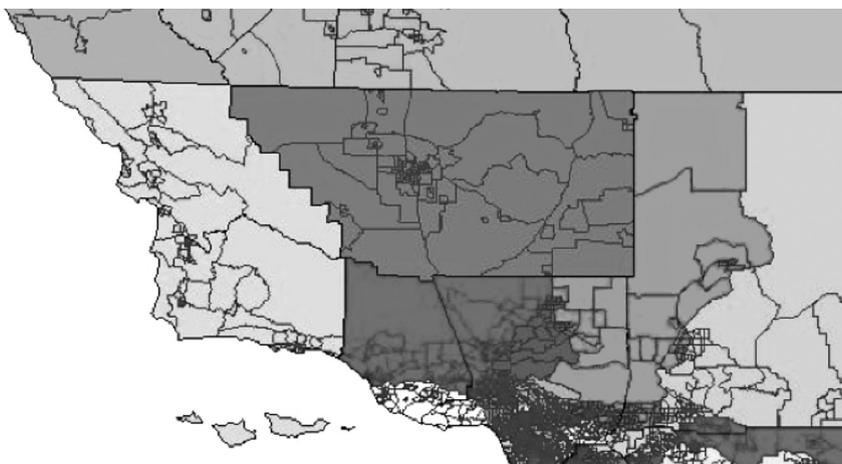
*Fuente:* Elaboración propia.

El mapa 3 muestra el *Ribbon of Shame*, un distrito conocido por su kilométrica extensión. Es una franja costera desplegada a lo largo de tres condados distintos que tiene partes en las que su grosor oscila entre los 100 y los 500 metros. Este distrito tiene más de 60 años y concentra marinas, comunidades playeras, población dedicada a la pesca y, en general, una subcultura distinta al resto de la zona. Este es un ejemplo de cómo la compacidad puede pasar a un segundo plano cuando se le da más peso a los intereses comunitarios y a su representación.

En el modelo, la misma zona se divide a lo largo de tres distritos con una forma geométrica compacta. Es importante reiterar que el modelo no consideró intereses sociales, económicos, raciales o culturales; privilegió las variables con las que fue programado. Si el comité técnico decide tomar características socioeconómicas o políticas en el trazo distrital, lo puede hacer a través de la función de costos, pero la dinámica distrital sería distinta a la que presentamos en este ejercicio.

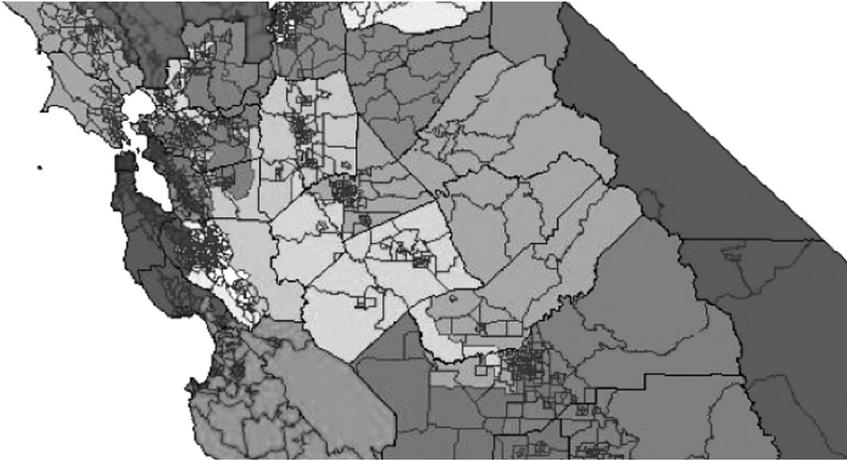
En el esquema distrital de 2001, cerca del área de San Francisco, podemos observar un distrito en el noroeste que se despliega a lo largo de cuatro condados y que va, de sur a norte, de Contra Costa a Alameda, luego a Sacramento y de ahí a Solano. A su vez, el resto de los distritos de la zona tienen formas irregulares y abarcan grandes extensiones. El distrito en el centro del mapa 5, constituido en su mayor parte por los condados de Sta-

MAPA 4. Zona *Ribbon of Shame* modelo



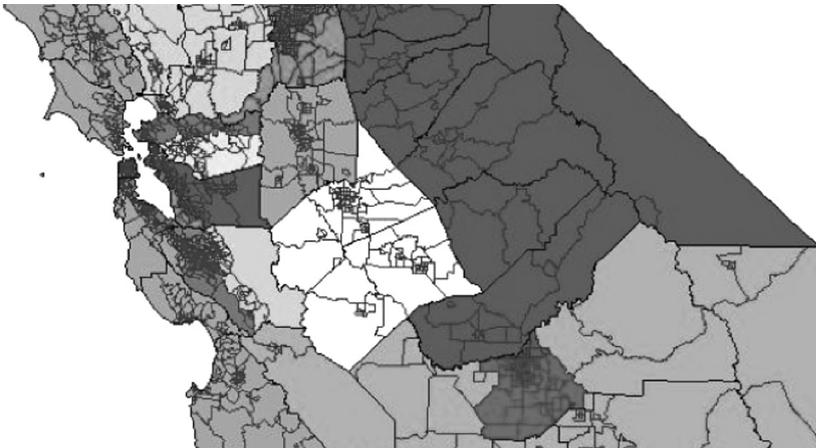
Fuente: Elaboración propia.

MAPA 5. Distrito de dos colas plan 2001



*Fuente:* Elaboración propia.

MAPA 6. Distrito de dos colas plan modelo



*Fuente:* Elaboración propia.

nislauis al norte, y Merced al sur, tiene dos colas que se incrustan en las zonas urbanas de los condados de San Joaquín en el norte, y de Madera y Fresno en el sur.

En el esquema distrital del modelo, la zona se divide en varios distritos que se ciñen de manera más precisa a las fronteras de cada uno de los condados y con formas más regulares. En el mapa 6, el modelo corrige las irre-

gularidades del “distrito de dos colas” y da lugar a nuevos distritos más compactos, uno de ellos conformado por Merced y Stanislaus (el distrito más claro en el centro del mapa).

## Análisis de los resultados del modelo

En este apartado analizamos la conformación distrital en función de la población, la composición racial, los resultados electorales y la competitividad en los distritos. Para estos últimos dos casos, utilizamos las elecciones presidencial y la legislativa para controlar el efecto de factores como el *incumbency advantage* o el *coattail effect* en ambas pistas.

### Características demográficas de California

La población del estado de California en el año 2000 era de 33 871 648 habitantes (Buró del Censo de Estados Unidos, 2006). Eso significa que cada uno de los 53 distritos del estado debería tener una población con una media poblacional de 639 088 habitantes para que se cumpliera a la perfección el principio de “un hombre, un voto”. En la distritación realizada en 2001, la desviación poblacional fue de cero en todos los distritos. La finalidad de este criterio, como hemos mencionado, es que los ciudadanos tengan la misma representación en el Congreso. Los legisladores saben que si la desviación poblacional es mayor a uno por ciento, el partido de oposición puede impugnar el mapa distrital y la corte tiene incentivos para declararlo inconstitucional.

En contra de esta visión, consideramos que el equilibrio poblacional *perfecto* es un criterio que afecta sustancialmente la forma geográfica de los distritos cuando la desviación poblacional es cercana a cero. Esta condición ha servido para justificar la creación de distritos como el *Ribbon of shame* y el *gerrymandering* partidista en muchas entidades. Al final, los mapas distritales son sólo trazos imaginarios cuyo fin es generar núcleos de representación cada década. Después de que los mapas han sido trazados, el equilibrio “perfecto” pierde vigencia casi de manera inmediata por los flujos demográficos —natalidad, mortandad y migración— naturales de cada municipio o región. A diferencia de los resultados *perfectos* en el equilibrio poblacional de la distritación de California realizada en 2001, nuestro modelo arrojó distritos con una desviación poblacional promedio de 2.36 por ciento como se muestra en el

CUADRO 1. Población de California, 2000

Población total	Blancos	Hispanos	Asiáticos	Afroamericanos	Otros
33 871 648	15 816 790	10 966 556	3 648 860	2 181 926	1 257 516
	46.70%	32.38%	10.77%	6.4%	3.71%

Fuente: Elaboración propia.

anexo 1. Sólo dos distritos tuvieron desviaciones poblacionales mayores a 10 por ciento, uno de 10.45 por ciento y otro, el más grande, con -11.81 por ciento. La desviación poblacional más pequeña fue de 0.01 por ciento (anexo 1).

La composición racial de California es una de las más heterogéneas del país. Como podemos observar en el cuadro 1, los grupos minoritarios —no blancos— son la mayoría de la población; 53.30 por ciento de los habitantes, según la información censal de 2000, pertenecen a una clasificación distinta a la de raza blanca. El grupo étnico más numeroso, después del blanco (46.70%), es el hispano. Casi 11 000 000 de habitantes (32.38%) son identificados en esta categoría. El tercer lugar lo ocupan los habitantes asiáticos con poco más de 3 500 000 (10.77%). En cuarto lugar, los habitantes de origen afroamericano suman poco más de 2 000 000 (6.44%). Por último, los habitantes con origen étnico distinto a los cuatro grupos mencionados anteriormente suman poco más de 1 000 000 (3.71%).<sup>9</sup>

El respeto a la representación de grupos minoritarios es uno de los criterios más importantes cuando la corte califica una redistribución en Estados Unidos. El *Voting Rights Act* de 1965 busca salvaguardar la representación de los grupos minoritarios, ya que los bastiones electorales de las minorías eran atomizados o concentrados en el menor número de distritos posible para disminuir su presencia en el legislativo. Con el paso del tiempo, estos grupos han incrementado sustancialmente su representación en la legislatura local y federal.

A diferencia de países como México, el vínculo entre los grupos minoritarios y los representantes —a través de la reelección legislativa— ha justificado que ambos partidos políticos busquen delimitar distritos en función

<sup>9</sup>La clasificación racial en cinco grupos fue hecha para simplificar el análisis. El grupo de “otros” incluye a personas de distintos orígenes étnicos: indio americano, nativo de Alaska, nativo de Hawai, nativo de alguna isla del pacífico o alguna otra raza. Al igual que la información poblacional, los datos étnicos pueden consultarse en la página del Buró del Censo de Estados Unidos.

del origen étnico de la población para asegurar su permanencia en el cargo. A su vez, la participación electoral ha sido otro aspecto por el cual los partidos contemplan la distribución racial en el trazo distrital. Los grupos “minoritarios” tienden a participar menos que la población blanca (Norris, 2002) y un gran número de habitantes de origen hispano en California carece de derechos políticos por falta de ciudadanía. Al final, cada partido busca maximizar su votación y garantizar que sus políticos vuelvan a reelegirse cuando trazan un nuevo mapa distrital. Esta circunstancia ha generado que la composición étnica se convierta en una herramienta más para crear distritos seguros cuando se renuevan las fronteras electorales (Gelman y King, 1994).

El modelo no permitió resguardar el interés de ciertos grupos para formar distritos mayoritarios. Una forma de hacerlo es agrupando las unidades geoestadísticas de la población que se busca proteger y programar el modelo para que no fraccione esa región. En este análisis se permitió que todas las unidades geoestadísticas, excepto las de los cuatro condados protegidos por el *Voting Rights Act* de 1965 (Monterey, Merced, Kings y Yuba), formaran parte del universo posible de combinaciones. Monterey tiene una población de 401 762 habitantes (62.86% de un distrito). Merced tiene 210 554 habitantes (32.95% de distrito); seguido por el condado de Kings con una población de 129 461 habitantes (20.26% de distrito) y, por último, Yuba con 60 219 habitantes (9.42% de distrito). Estos condados jugaron como piezas enteras en el algoritmo y su población es mayoritariamente hispana.

## Integración racial de los distritos

En el cuadro 2 podemos observar la composición racial de los 53 distritos actuales (2001) en California. Veinticuatro de los 53 distritos (45.28%) están conformados por más de 50 por ciento de población blanca. Es decir, existe una representación proporcional en la integración distrital, ya que 46.70 por ciento de la población en la entidad es blanca. Otra forma de interpretar esta agregación es a través de los distritos en donde los cuatro grupos minoritarios —hispanos, asiáticos, afroamericanos y otros— tienen una concentración poblacional superior a 50 por ciento. Veintinueve de los 53 distritos del estado (54.72%) caen en este supuesto y sólo el grupo étnico hispano tiene la población suficiente para tener distritos con más de 50 por ciento de población perteneciente a dicho grupo. En el mapa electoral actual de California, como lo muestra el cuadro 2, diez de los 53 distritos (18.86% del

**CUADRO 2.** Integración racial de los 53 distritos en California (plan 2001 y modelo)

<b>Integración racial</b>	<b>Plan 2001</b>	<b>Modelo</b>	<b>Diferencia</b>
Con más de 50% de población blanca	24	23	-1
Con más de 50% de población hispana	10	5	-5
Con más de 25% de población hispana	28	34	6
Con más de 25% de población negra (26, 29 y 34%)	3	1	-2
Con más de 25% de población asiática	4	5	1
Con más de 25% de población de otras razas	0	0	0
No hay grupos raciales mayoritarios	19	25	6
Las minorías raciales son mayoría	29	30	1

*Fuente:* Elaboración propia.

total) son de mayoría hispana. Sin embargo, el porcentaje de estos distritos de mayoría hispana (18.86%) es sustancialmente menor al porcentaje de habitantes hispanos en la entidad (32.38%). Probablemente esto se debe a que la población hispana está asentada de forma uniforme en los condados de la entidad —excepto en zonas urbanas de condados como Los Ángeles— y difícilmente puede ser mayoría en la tercera parte de los distritos. Al desagregar el análisis a categorías en donde los cuatro grupos minoritarios tienen más de 25 por ciento de la población, el número de distritos hispanos aumenta sustancialmente y pasa a 28. Hay cuatro distritos en donde los asiáticos tienen más de 25 por ciento de la población; seguido por los tres distritos en donde hay una concentración de más de 25 por ciento de población afroamericana. El grupo de otras etnias no tiene distritos en este rango.

La dispersión de los grupos minoritarios, sobre todo el hispano, queda evidenciada al pasar a la escala de concentración poblacional mayor a 25 por ciento. La población hispana, al ser el segundo grupo poblacional más grande en California, ha sido objeto de un intenso debate en relación con la representatividad en el Congreso. Al igual que la población afroamericana, la tasa de participación política de los hispanos es baja, muchos no tienen derechos políticos por falta de ciudadanía y, por lo tanto, están subrepresentados en el legislativo.

En el cuadro 2 también podemos observar los resultados del modelo. El número de distritos con más de 50 por ciento de población blanca permane-

ció casi igual. Pasó de 24 a 23 distritos. Esto significa que el número de distritos con más de 50 por ciento de población que pertenece a alguno de los cuatro grupos *minoritarios* tampoco cambió. No obstante, el número de distritos que concentra más de 50 por ciento de la población hispana pasó de diez a cinco distritos. Esta disminución señala el reacomodo en la concentración poblacional del resto de los grupos minoritarios —asiático, afroamericano y otros— en el mapa distrital del modelo. La escala de concentración “mayor a 25%” de los grupos minoritarios, como se muestra el cuadro 2, cambió sustancialmente. Con el modelo propuesto los distritos con más de 25 por ciento de población hispana pasaron de 28 a 34; los distritos con más de 25 por ciento de población asiática pasaron de cuatro a cinco en el modelo; los distritos afroamericanos disminuyeron de tres a uno, y la categoría de “otras razas” permaneció en cero.

Los grupos étnicos más afectados por el modelo fueron los hispanos y los afroamericanos. En el primer caso porque los distritos hispanos con más de 50 por ciento de concentración poblacional pasaron de diez a cinco. Sin embargo, la distribución de la población hispana en distritos con más de 25 por ciento de población también cambió sustancialmente: pasaron de 28 a 34 distritos en el modelo. En el segundo, porque los distritos con más de 25 por ciento de población afroamericana pasaron de tres a uno en el modelo. No obstante, al revisar el porcentaje de población afroamericana en cada distrito nos percatamos que en los tres distritos vigentes con más de 25 por ciento de población afroamericana la concentración era de 26, 29 y 34 por ciento. En cambio, la población afroamericana del único distrito con más de 25 por ciento de este grupo étnico en el modelo era de 44 por ciento.

Los resultados muestran cómo el modelo, en un primer escenario, dejó fuera los intereses de cabildeo de distintos grupos —en este caso los grupos raciales— para ser representados en los congresos. El modelo interpreta los números que procesa como cantidad de personas que habitan en un lugar; no los identifica la raza, el estatus socioeconómico o las preferencias partidistas. No obstante, si el agente encargado del trazo distrital quisiera tomar en cuenta estas características, las podría incluir en el modelo. En el caso del grupo hispano es probable que a través del *lobby* político hayan maximizado su representación en los distritos. En el caso de la población afroamericana, es probable que sus representantes hayan cabildeado para tener una representación significativa en tres distritos en lugar de estar concentrados en un solo distrito como lo muestra el modelo. El grupo étnico asiático obtuvo un distrito adicional en la escala de concentración pobla-

cional mayor a 25 por ciento. Esto se debe probablemente a que el modelo reflejó el tamaño del tercer grupo más numeroso en California después de los blancos y de los hispanos.

En el agregado, la composición distrital de mayoría blanca y los distritos integrados por los cuatro grupos minoritarios no cambió drásticamente. Entendemos que la disminución en el número de distritos de mayoría hispana sería un obstáculo y que los partidos —sobre todo el demócrata— impugnarían el escenario del modelo propuesto ante la corte. Si una comisión autónoma se encargara del trazo distrital, probablemente se vería obligada a considerar a los grupos raciales minoritarios. En ese escenario, la comisión tendría que definir el número mínimo de distritos según el grupo étnico y los mecanismos para buscar la representación de todos los grupos raciales en el Congreso. Como ha ocurrido en otras entidades que han empleado modelos de optimización, este cabildeo puede hacerse una vez que el modelo haya arrojado un primer escenario.

### Integración racial de los distritos y preferencia partidista

A continuación describimos la relación entre la distribución de los grupos étnicos y los resultados electorales. El cuadro 3 muestra la integración racial de los 53 distritos de California trazados en 2001 (utilizando los resultados electorales para el Congreso y para presidente de la elección de 2004) y la integración racial de los 53 distritos del modelo (utilizando los resultados electorales para el Congreso y para presidente de la elección de 2000).

Los resultados muestran la fuerte relación entre raza y preferencia partidista. En la elección para presidente de 2004, la mayoría de los distritos trazados en 2001 con más de 50 por ciento de población blanca votaron por el Partido Republicano. En cambio, los distritos cuya población pertenece en más de 50 por ciento a los cuatro grupos étnicos *minoritarios* votaron por el Partido Demócrata. En la elección para presidente de 2004, los republicanos ganaron 18 de los 24 distritos (75%) en donde la población blanca era mayor a 50 por ciento. En cambio, los demócratas ganaron 25 de los 29 distritos (86.20%) en donde los cuatro grupos minoritarios tenían más de 50 por ciento. Esta tendencia es aún más clara cuando analizamos los distritos con más de 50 por ciento de población hispana. Nueve de los diez distritos fueron ganados por el Partido Demócrata. El comportamiento de los resultados de la votación por raza para el Congreso en 2004 es muy similar a los

**CUADRO 3.** Integración racial desagregada por resultados electorales para presidente y Congreso

Integración racial	Distritos 2001	
	(1) Elección presidencial	(2) Elección Congreso
<b>Blancos &gt; 50%</b>	<b>24 (D:6 R:18)</b>	<b>24 (D:6 R:18)</b>
<b>Minorías raciales &gt; 50%</b>	<b>29 (D:25 R:4)</b>	<b>29 (D:27 R:2)</b>
Hispanos > 50%	10 (D:9 R:1)	10 (D:10 R:0)
Asiáticos > 50%	0	0
Afroamericanos > 50%	0	0
Otros > 50%	0	0
Hispanos > 25%	28	28
Asiáticos > 25%	4	4
Afroamericanos > 25%	3	3
Otros > 25%	0	0
	Modelo	
	(3) Elección presidencial	(4) Elección Congreso
<b>Blancos &gt; 50%</b>	<b>23 (D:9 R:14)</b>	<b>23 (D:11 R:12)</b>
<b>Minorías raciales &gt; 50%</b>	<b>30 (D:21 R:9)</b>	<b>30 (D:18 R:12)</b>
Hispanos > 50%	5 (D:4 R:1)	5 (D:4 R:1)
Asiáticos > 50%	0	0
Afroamericanos > 50%	0	0
Otros > 50%	0	0
Hispanos > 25%	34	34
Asiáticos > 25%	5	5
Afroamericanos > 25%	1	1
Otros > 25%	0	0

*Fuente:* Elaboración propia. *Notas:* (1) Voto por raza en distritos actuales para la elección presidencial de 2004. (2) Voto por raza en distritos actuales para la elección del Congreso de 2004. (3) Voto por raza en distritos actuales para la elección presidencial de 2000. (4) Voto por raza en distritos actuales para la elección del Congreso de 2000.

resultados presidenciales. En distritos blancos ganan los republicanos y en los distritos *minoritarios* ganan los demócratas.

Al no contemplar los rasgos raciales, sociales o partidistas de la población, los distritos del modelo tienen una conformación poblacional más heterogénea porque el algoritmo contemplaba el número de personas, no la distribución por raza. El cuadro 3 muestra los resultados electorales del modelo y, al igual que en 2004, la relación entre raza y preferencia partidista se mantiene en el mismo sentido. En la mayoría de los distritos con más de 50 por ciento de población blanca ganan los republicanos en ambas pistas. En cambio, los demócratas ganan la mayoría de los distritos en donde los cuatro grupos *minoritarios* son más de 50 por ciento de la población. En ese sentido, el Partido Demócrata fue el más afectado por la aleatoriedad del modelo, ya que el número de distritos de mayoría hispana se redujo sustancialmente. Este efecto se reflejó al comparar los resultados para el Congreso del escenario vigente (2001) con los resultados del modelo. En el primer escenario, donde hay un mayor número de distritos hispanos con más de 50 por ciento de población, los demócratas ganaron 33 distritos y los republicanos, 20. En cambio, en nuestro escenario (con un menor número de distritos de mayoría hispana), los demócratas sólo ganaron 29 distritos y los republicanos, 24. En la elección para presidente, los resultados se mantuvieron constantes.

A pesar de este efecto, la distribución de la votación no es tan extrema. En el modelo, a diferencia de los resultados electorales con la distritación vigente (2001), los demócratas obtuvieron más triunfos en distritos con mayoría blanca y los republicanos obtuvieron más triunfos en los distritos en donde las *minorías* son mayoría. Es decir, el modelo generó una distribución más equitativa de los distritos entre partidos en relación con los grupos raciales. En la elección para presidente, los republicanos ganaron catorce de los 23 distritos (61%) de mayoría blanca en el modelo. A su vez, los demócratas ganaron 21 de los 30 distritos (70%) en donde la población *minoritaria* tenía más de 50 por ciento de la población. En el caso de los distritos de mayoría hispana la proporción no cambió. Los demócratas continuaron ganando la mayoría (80%) de los distritos en ambas elecciones.

Después de analizar los resultados del modelo en relación con la integración racial de los distritos creemos que es necesario realizar tres observaciones. En primer lugar, la proporción de distritos con mayoría blanca, frente a los distritos con mayoría de los grupos *minoritarios*, no se vio afectada por el modelo. En segundo, la preferencia partidista de los distritos agrupados por

raza no cambió sustancialmente en el modelo para la pista presidencial, ya que la variación fue sólo de un distrito. En la elección para presidente de 2004, por ejemplo, los demócratas ganaron 31 de los 53 distritos vigentes (2001). En el modelo, los demócratas ganaron 30 de los 53 distritos en la elección presidencial. Por último, la integración racial de los distritos en el modelo es más heterogénea. El modelo sólo tomó en cuenta el número de habitantes, sin importar las características sociales, étnicas o partidistas de los habitantes. En el agregado, el número de distritos mayoritarios —tanto de blancos como de grupos minoritarios— no cambió, pero la concentración de hispanos y afroamericanos se vio afectada porque el modelo no agregó a estos grupos con el fin de maximizar su votación.

En suma, los resultados del modelo muestran que los escenarios electorales que resguardan la conformación de distritos con grupos raciales minoritarios (como el escenario vigente trazado en 2001) favorecen al Partido Demócrata (por la relación entre origen étnico y preferencia partidista). A su vez, los escenarios electorales que no toman en cuenta las características raciales de la población (como el modelo) favorecen al Partido Republicano. Al final, si la representación de los grupos raciales en el trazo distrital es indispensable, como lo indican los 50 años con fallos judiciales a favor del criterio étnico en los procesos de redistribución en Estados Unidos, los actores involucrados en la redistribución se verán obligados a incluir el criterio racial en las distintas etapas del proceso para mantener o modificar el número de distritos minoritarios.

## Análisis electoral

En este apartado describimos los resultados electorales del modelo. Utilizamos las elecciones para presidente y para el Congreso de 2000 y analizamos tres escenarios: *a*) el escenario base en el mapa de 52 distritos trazados en 1992 por una comisión de tres jueces retirados; *b*) un primer escenario hipotético en el mapa electoral trazado por los legisladores en 2001, y *c*) un segundo escenario hipotético basado en los distritos de nuestro modelo. A su vez, analizamos y comparamos la competitividad electoral de los tres escenarios a nivel distrital. Estos escenarios sirvieron para comparar distintos escenarios distritales con la misma información electoral y disminuir el sesgo inducido por el cambio en las candidaturas presidenciales y legislativas.

**CUADRO 4.** Resultados electorales para presidente y para el Congreso

<b>Partido</b>	<b>Distritos 1992</b>	
	<b>(1) Elección presidencial</b>	<b>(2) Elección Congreso</b>
Demócrata	33	32
Republicano	19	20
	<b>Distritos 2001</b>	
	<b>(3) Elección presidencial</b>	<b>(4) Elección Congreso</b>
Demócrata	33	33
Republicano	20	20
	<b>Modelo</b>	
	<b>(5) Elección presidencial</b>	<b>(6) Elección Congreso</b>
Demócrata	30	29
Republicano	23	24

*Fuente:* Elaboración propia. *Notas:* (1) y (2) Resultados electorales de 2000 para presidente y Congreso (Distritos 1992). (3) y (4) Resultados electorales de 2000 para presidente y Congreso (Distritos 2001). (5) y (6) Resultados electorales de 2000 para presidente y Congreso (modelo).

El cuadro 4 agrupa los resultados electorales para presidente y para el Congreso del año 2000 en un escenario real y dos hipotéticos. En el primer caso, se muestra que los demócratas ganaron la mayoría de los votos, en proporciones similares, para las elecciones de presidente y Congreso en los 52 distritos.<sup>10</sup> En el primer escenario hipotético, que muestra los resultados electorales de 2000 bajo el mapa distrital trazado en 2001, la ventaja demócrata en la elección de presidente no cambió sustancialmente. El distrito adicional lo ganaron los republicanos. En la elección para el Congreso los resultados tampoco cambiaron. Los demócratas ganaron el distrito adicional. Sin embargo, al analizar los resultados del modelo observamos que, tanto en las elecciones para presidente como para Congreso, los demócratas perdieron distritos frente a los republicanos. En la elección para presidente, por ejemplo, los demócratas ganaron sólo 30 de los 53 distritos. Este es un

<sup>10</sup> El primer escenario, trazado en 1992, tiene un distrito menos que el escenario de 2001 por la asignación distrital que se dio en su momento.

margen importante si pensamos que en el escenario real de 2000 habían ganado 33 distritos de 52 y que en el primer escenario hipotético ganaron 33 distritos de 53.

En la elección para el Congreso del modelo, las ventajas para los demócratas se redujeron más que en la pista presidencial. El Partido Demócrata ganó 29 de 53 distritos en el modelo. En cambio, en el escenario real de 2000 había ganado 32 distritos de 52 y en el primer escenario hipotético ganó 33 de 53 distritos. La reducción en el número de distritos ganados por los demócratas que arroja el modelo, en ambas elecciones, responde al sesgo partidista generado por la condición mayoritaria de dicho partido en el poder legislativo y a la reducción de distritos minoritarios. Si bien las cortes desempeñan un papel central en la negociación entre los grupos legislativos al aprobar los nuevos trazos distritales, como lo mencionan Cox y Katz (2002), el partido que goza de mayoría en la legislación encargada de aprobar la cartografía electoral suele tener una ventaja y puede maximizar sus resultados. Gelman y King (1994) afirman que el partido que controla el proceso de redistribución —por medio de la mayoría legislativa— tiene una ventaja cercana a 6 por ciento en relación con el número de escaños ganados. El modelo propuesto elimina el sesgo partidista a través de las restricciones impuestas en el modelo de optimización y al no tomar en cuenta resultados electorales anteriores o características socioeconómicas de la población. Los resultados del modelo benefician al Partido Republicano en el estado de California, ya que eliminan la ventaja del agente con capacidad legislativa para aprobar la cartografía electoral (Trelles, 2010). El primer escenario hipotético aparentemente contradice la teoría de Gelman y King (1994), pero en el próximo apartado sobre competitividad distrital veremos cómo los demócratas —que controlaban el legislativo local— se vieron beneficiados al aumentar sus victorias en distritos seguros en ambas pistas.

## Análisis de competitividad en los distritos

En este apartado analizamos la competitividad de los resultados para las elecciones de Congreso y para presidente de 2000 en el escenario base, en el primer escenario hipotético y en el escenario que generó el modelo propuesto. Clasificamos la competitividad en cuatro categorías para obtener datos más puntuales. Los distritos *muy competitivos* son aquellos en donde la

diferencia entre el primer y segundo lugar es menor a 5 por ciento; los distritos *competitivos* son aquellos en donde la diferencia es mayor o igual a 5 por ciento y menor a 10 por ciento; los distritos *seguros* son aquellos cuya diferencia es mayor o igual a 10 por ciento y menor a 15 por ciento y, por último, los distritos *muy seguros* son aquellos en donde la diferencia entre el primero y el segundo lugar es superior o igual a 15 por ciento.

Los resultados pueden ser interpretados con distintos niveles de rigidez. En este análisis clasificamos los distritos en términos de distritos *competitivos* —cuando la diferencia es menor a 10 por ciento— y de distritos *seguros* —cuando la diferencia es mayor o igual a 10 por ciento. En los procesos de redistribución los partidos buscan maximizar el número de distritos ganados y los políticos en el cargo buscan ser reelectos. En ocasiones, estos dos intereses se contraponen. El agente o grupo partidista encargado de trazar los distritos usualmente busca balancear su decisión para maximizar la tasa de votación en los distritos y no descobijar a los *incumbents* (Gelman y King, 1994).

El cuadro 5 muestra que en la elección de 2000 para presidente, en el escenario base, hubo 15 distritos competitivos y 37 seguros. De los 15 distritos competitivos el Partido Demócrata ganó en seis y el Partido Republicano ganó en los nueve distritos restantes. En cambio, en los 37 distritos seguros los demócratas ganaron 27 distritos y los republicanos sólo ganaron diez. En la elección para Congreso del mismo año sólo hubo siete distritos competitivos y 45 seguros. Es decir, el primer lugar, en la mayoría de los distritos, se ganó con una ventaja superior a los diez puntos porcentuales. El Partido Demócrata ganó 26 de los distritos seguros y los republicanos ganaron 19 distritos. De los siete distritos competitivos 6 fueron para los demócratas y sólo uno para los republicanos.

En el cuadro 5 podemos observar cómo el número de distritos competitivos disminuyó de manera significativa en el primer escenario hipotético. A diferencia del escenario (base) anterior, en la elección para presidente los distritos competitivos pasan de 15 a 6. Dos los ganan los demócratas y cuatro los republicanos. El resto de los 47 distritos seguros los gana, en su mayoría, el Partido Demócrata. Obtuvo 31 distritos, mientras que el Partido Republicano sólo ganó 16. En la elección para Congreso los distritos son aún menos competitivos que en la elección presidencial. Sólo hay un distrito competitivo y lo gana el Partido Demócrata. A su vez, el resto de los distritos seguros los ganan, en su mayoría, los demócratas al obtener 32 victorias frente a 20 de los republicanos.

**CUADRO 5.** Competitividad electoral en tres escenarios

<b>Análisis de competitividad</b>	<b>Distritos 1992</b>	
	<b>(1) Elección presidencial</b>	<b>(2) Elección Congreso</b>
Muy Competido	7 (D:3 R:4)	3 (D:2 R:1)
Competido	8 (D:3 R:5)	4 (D:4 R:0)
Poco competido	5 (D:3 R:2)	2 (D:1 R:1)
Nada competido	32 (D:24 R:8)	43 (D:25 R:18)
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>52</b>

	<b>Distritos 2001</b>	
	<b>(3) Elección presidencial</b>	<b>(4) Elección Congreso</b>
Muy Competido	1 (D:0 R:1)	0 (D:0 R:0)
Competido	5 (D:2 R:3)	1 (D:1 R:0)
Poco competido	11 (D:5 R:6)	4(D:2 R:2)
Nada competido	36 (D:26 R:10)	48 (D:30 R:18)
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>53</b>

	<b>Modelo</b>	
	<b>(5) Elección presidencial</b>	<b>(6) Elección Congreso</b>
Muy Competido	9 (D:2 R:7)	1 (D:0 R:1)
Competido	9 (D:2 R:7)	5 (D:2 R:3)
Poco competido	4 (D:3 R:1)	5 (D:2 R:3)
Nada competido	31 (D:23 R:8)	42 (D:25 R:17)
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>53</b>

*Fuente:* Elaboración propia. *Notas:* (1) y (2) Competitividad en los resultados de 2000 para presidente y Congreso (Distritos 1992). (3) y (4) Competitividad en los resultados de 2000 para presidente y Congreso (Distritos 2001). (5) y (6) Competitividad en los resultados de 2000 para presidente y Congreso (modelo).

En los resultados del modelo podemos observar que en la elección para presidente hay 18 distritos competitivos y 35 seguros. De los distritos competitivos cuatro son para los demócratas y catorce para el Partido Republicano. En los distritos seguros el Partido Demócrata obtiene 26 y los republicanos obtienen nueve. En la elección para el Congreso hay seis dis-

tritos competitivos y 47 seguros. En los competitivos los demócratas ganan dos distritos y los republicanos cuatro. En los distritos seguros los demócratas ganan 27 y los republicanos 20.

Los datos de competitividad muestran patrones similares. La mayoría de los distritos en California son seguros. Es decir, las victorias se dan por un margen mayor a 10 por ciento. Además, este tipo de distritos los suele ganar el Partido Demócrata. A continuación, comparamos los diferentes niveles de competitividad en cada escenario y exponemos en cuál de los tres hubo una distribución más equitativa de distritos seguros entre los partidos. Como mencionamos, los resultados electorales entre el escenario base y el primer escenario hipotético cambió marginalmente. Sin embargo, la competitividad distrital sufrió cambios significativos y el partido más beneficiado fue el demócrata. En la pista presidencial, el número de distritos competitivos pasó de 15, en el escenario base, a seis en el primer escenario hipotético. A su vez, los demócratas aumentaron significativamente sus victorias en los distritos seguros. Pasaron de 27 en el escenario base a 31 en el primer escenario hipotético. En el caso del Congreso el efecto fue similar: los distritos competitivos pasaron de siete, en el escenario base, a sólo uno en el primer escenario hipotético. A su vez, los demócratas aumentaron de manera significativa sus victorias en los distritos seguros. Pasaron de 26 distritos, en el escenario base, a 32 en el escenario hipotético. Estos datos reflejan el interés del Partido Demócrata cuando se trazaron los distritos en 2001. El marcador global no sufrió cambios mayores, pero las victorias demócratas en los distritos seguros aumentaron de forma importante.

Al comparar el escenario base con los resultados del modelo podemos observar que la ventaja del Partido Demócrata en el número total de distritos ganados se reduce sustancialmente en ambas pistas. En cuanto a la competitividad, podemos observar dos efectos: *a)* el número de distritos competitivos aumentó en la pista presidencial y se mantuvo constante en la arena legislativa con el modelo, y *b)* el Partido Republicano recuperó un número importante de distritos competitivos. En la elección para presidente, los distritos competitivos pasaron de 15, en el escenario base, a 18 en el escenario del modelo. Los republicanos pasaron de nueve victorias en distritos competitivos a catorce en el modelo. Los distritos seguros disminuyeron y pasaron de 37, en el escenario real, a 35. En esta arena, los republicanos mantuvieron constantes sus triunfos al pasar de diez a nueve distritos. En la elección para Congreso el número de distritos competitivos cambió poco. Pasaron de siete distritos, en el escenario base, a seis en el modelo. Sin em-

bargo, el número de victorias republicanas en este tipo de distritos pasó de uno, en el escenario real, a cuatro en el escenario del modelo. El número de distritos seguros se mantuvo constante, pasó de 45, en el escenario real, a 47 en el escenario del modelo. A su vez, los triunfos del Partido Republicano no cambiaron sustancialmente, pasaron de ganar 19 distritos seguros en el escenario real, a 20 en el escenario del modelo.

En resumen, el modelo propuesto arrojó el escenario con el mayor número de distritos competitivos (similar al trazado por los jueces en 1992). En 2001, es probable que los partidos hayan pactado el número de distritos seguros que obtendría cada uno con base en una simulación similar a la de nuestro primer escenario hipotético. La redistribución de 2001 redujo la competitividad en el estado y le otorgó al Partido Republicano más distritos seguros a diferencia de los que tenía en el mapa distrital anterior —trazado en 1992—, ya que en la pista presidencial pasaron de diez distritos seguros, en el escenario base, a 16 en el primer escenario hipotético, y en la elección legislativa pasaron de 19 distritos seguros a 20 en el escenario hipotético. Resulta llamativo, al comparar el escenario base con el que arrojó el modelo, que la brecha entre el primero y segundo lugar haya cambiado en aproximadamente seis puntos porcentuales. Al contemplar sólo información demográfica, y dejar de lado los rasgos étnicos, socioeconómicos y electorales de la población, el modelo eliminó el sesgo que pudo haber generado la ventaja legislativa del Partido Demócrata para trazar los distritos como lo señalan Gelman y King (1994).

## Conclusiones

Cada década, la mayoría de entidades en Estados Unidos, y en muchos países del mundo, se ven atrapadas en un conflicto político cuando tienen que trazar las demarcaciones electorales. En esta investigación ofrecemos una posible salida a este tipo de conflictos por medio de la descentralización del proceso de redistribución y del uso de modelos de optimización que permiten matizar el conflicto de interés partidista. Mostramos cómo el uso de herramientas, como el recocido simulado, pueden utilizarse para crear distritos más compactos, libres de sesgo y que maximicen las restricciones impuestas por los distintos actores. A su vez, ofrecemos evidencia del sesgo partidista que suele favorecer al partido mayoritario encargado de aprobar la cartografía electoral.

Cuando las reglas del juego no están bien definidas, las comisiones independientes no están libres del sesgo partidista. Hace más de una década Johnston *et al.* (1998) expusieron el efecto partidista de una comisión “no partidista” en Irlanda del Norte. Si los actores políticos no pactan las reglas para que el proceso de redistribución sea imparcial, no hay nada que hacer. Por ello, es importante que los criterios normativos sean exhaustivos y cuenten con el aval de todos los actores involucrados en la redistribución. La autonomía de un grupo de especialistas puede ser de gran ayuda para trazar mapas electorales más equitativos cuando existe un marco normativo puntual y respaldado por los partidos políticos.

En la misma dirección, la tecnología puede utilizarse para mejorar las condiciones de equidad en la redistribución o para beneficiar a algún partido político. El éxito de estos instrumentos radica en los esquemas de trabajo e interacción que se generen entre las partes interesadas, no en la operación de los algoritmos. La valoración cuantitativa de las variables que puede incluir un modelo de optimización permite que las decisiones de los especialistas, los argumentos de los partidos políticos al impugnar un escenario o las valoraciones del poder judicial se den en función de criterios técnicos.

Los resultados de esta investigación aportan evidencia sobre las ventajas que tiene el uso de modelos de optimización en el trazo distrital y los esquemas en donde las cámaras legislativas no son las encargadas de definir las demarcaciones electorales. Adicionalmente, concluimos que el alcance de las virtudes de la descentralización y la tecnología son insuficientes para despolitizar los procesos de redistribución. En última instancia, es imprescindible que los actores involucrados estén convencidos de que, en la democracia, un principio central es que los ciudadanos elijan a sus representantes y no que los representantes elijan a los electores. 

## Referencias bibliográficas

- Aldrich, John H. y David W. Rohde (1997), “The Transition to Republican Rule in the House: Implications for Theories of Congressional Politics”, *Political Science Quarterly*, 112, pp. 541-567.
- Altman, Micah, Karin MacDonald y Michael P. McDonald (2005a), “From Crayons to Computers: The Evolution of Computer Use in Redistricting”, *Social Science Computer Review*, 23 (5), pp. 334-346.
- \_\_\_\_\_ (2005b), “Pushbutton Gerrymanders? How Computing has Chan-

- ged Redistricting”, en Bruce Cain y Thomas Mann (eds.), *Partisanship and Congressional Redistricting*, Washington, D. C., Brookings Press.
- Altman, Micah (1997), “Is Automation the Answer? The Computational Complexity of Automates Redistricting”, *Rutgers Computer and Technology Law Journal*, 23 (1), pp. 81-142.
- \_\_\_\_\_ (1998), “Districting Principles and Democratic Representation”, tesis de doctorado, California Institute of Technology.
- Ansolabehere, Stephen, James M. Zinder y Jonathan Woon (1999), “Why Did a Majority of Californians Vote to Limit Their Own Power?”, *MIT*, Working Paper, agosto.
- Antoniano Villalobos, Isadora (2006), “El recocido simulado aplicado al problema de redistribución electoral”, tesis de licenciatura, México, ITAM.
- Aparicio, Javier (2009), “Análisis estadístico de la elección presidencial de 2006 ¿Fraude o errores aleatorios?”, México, *Política y Gobierno*, Volumen temático: Elecciones en México, pp. 225-243.
- Avis, David, David Bremner y Raimund Seidel (1997), “How Good are Convex Hull Algorithms?”, *Computational Geometry: Theory and Applications*, 7 (5-6), pp. 265-301.
- Baker contra Carr (1962), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Balinski, Michel y Peyton Young (1982), *Fair Representation: Meeting the Ideal of One Man, One Vote*, New Heaven, Yale University Press.
- Berlin, Iaiiah (2000), *Las raíces del romanticismo*, Madrid, Taurus.
- Browdy, Michelle H. (1990), “Simulated Annealing: An Improved Computer Model for Political Redistricting”, *Yale Law & Policy Review*, 8 (1), pp. 163-179.
- Burns contra Richardson (1966), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Buró del Censo de Estados Unidos, en <http://www.census.gov/>.
- Cain Bruce (2004), Entrevista realizada por Azab P., Bonnie en U C Berkeley, 15 de enero de 2004, disponible en: [http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/01/15\\_cain.shtml](http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/01/15_cain.shtml), [fecha de consulta: febrero de 2005].
- California Citizens Redistricting Commission (2011), disponible en: <http://wedrawthelines.ca.gov/> [fecha de consulta: 26 de julio de 2011].
- Cameron, Charles, David Epstein y Sharyn O’Halloran (1996), “Do Majority-Minority Districts Maximize Substantive Black Representation in Congress?”, *American Political Science Review*, 90 (4), pp. 794-812.
- Cox, Gary W. (1997), *Making Votes Count: Strategic Coordination in the World’s*

- Electoral Systems*, Political Economy of Institutions and Decisions, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cox, Gary W. y Jonathan N. Katz (2002), *Elbridge Gerry's Salamander, Electoral Consequences of the Reapportionment Revolution*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Cox, Gary W. y Mathew D. McCubbins (1993), *Legislative Leviathan: Party Government in the House*, Cambridge, Cambridge University Press, 2a. edición.
- Crisp, Brian y Scott Desposato (2004), "Constituency Building in Multi-member Districts: Collusion or Conflict?", *Journal of Politics*, 66 (1), pp. 136-156.
- Davis contra Bandemer (1986), Suprema Corte de Estados Unidos, 478 U.S. 109.
- Del Piero, Paul (2007), "A Statistical Evaluation and Analysis of Legislative and Congressional Redistricting in California 1974-2004," Working Paper, Pomona College.
- Desposato, Scott W y John R. Petrocik (2003), "The Variable Incumbency Advantage: New Voters, Redistricting, and the Personal Vote", *American Journal of Political Science*, 47 (1), pp. 18-32.
- Districting for ArcGIS (2009), *ESRI*, disponible en <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/districting/index.html>, [fecha de consulta: noviembre de 2009].
- Edsall, Thomas B. (1991), "Court Remap Plan Could Cut Democrats' Clout in California", *The Washington Post*, Washington, D. C., 4 de diciembre.
- Finnegan, Michael (2001), "Latinos may Gain Few Seats in Redistricting", *Los Angeles Times*, Los Angeles, 26 de agosto.
- Friedman, John N. y Richard T. Holden (2006), "The Rising Incumbent Reelection Rate: What's Gerrymandering Got to Do With It?", Working Paper, Department of Economics, Harvard University.
- Gelman, Andrew y Gary King (1994), "Enhancing Democracy through Legislative Redistricting", *American Political Science Review*, 88 (3), septiembre.
- \_\_\_\_\_ (2001), *Judge It, A Program for Evaluating Electoral Systems and Redistricting Plans*, Version 3.0.d, octubre.
- González Compeán, Miguel y Leonardo Lomelí (2000), *El partido de la Revolución, institución y conflicto (1928-1999)*, México, Fondo de Cultura Económica.

- Grofman, Bernard y Gary King (2007), "The Future of Partisan Symmetry as a Judicial Test for Partisan Gerrymandering after LULAC vs. Perry", *Election Law Journal*, 6 (1).
- Gutiérrez, Miguel Ángel, Sergio de los Cobos y Blanca Pérez (1998), "Optimización con recocido simulado para el problema de conjunto independiente", Universidad Autónoma Metropolitana, México, disponible en: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/3-2rec.htm>, [fecha de consulta: 12 de enero de 2007].
- Handley, Lisa y Bernard Grofman (2008), *Redistricting in Comparative Perspective*, Nueva York, Oxford University Press.
- Huntington, Samuel P. (1996), *Political Order in Changing Societies*, New Haven, Yale University Press.
- Instituto Federal Electoral (2005), *Distritación 2004-2005: Camino para la democracia*, México, Registro Federal de Electores.
- \_\_\_\_\_ (2007), *Elecciones federales 2006: Organización del proceso electoral*, México, IFE.
- \_\_\_\_\_ (1997), *La redistribución electoral mexicana de 1996: Memoria*, México, IFE, t. I.
- Iowa Legislature General Assembly (2008), <http://www.legis.state.ia.us/Redist/Redist.html>, [fecha de consulta: agosto de 2008].
- Joshi, Deepti, Leen-Kiat Soh y Ashok K. Samal (2009), "Redistricting using Heuristic-Based Polygonal Clustering", *CSE, Conference and Workshop Papers*, Lincoln, University of Nebraska, paper 28.
- Karcher contra Daggett (1983), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. y Vecchi, M. P. (1983), "Optimization by Simulated Annealing", *Science*, 220, 4598, pp. 671-680.
- Lawyer contra Departamento de Justicia (1997), Suprema Corte de Estados Unidos.
- League of United Latin American Citizens *et al.* contra Perry, Suprema Corte de Estados Unidos (2006), Governor of Texas, *et al.*, Appeal from the United States District Court for the Eastern District of Texas, no. 05-204. Argued march 1, 2006, Decided June 28, 2006.
- Legislatura contra Reinecke (1973), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Leveaux Sharpe, Christine y James C. Garand (2001), "Race, Roll Calls, and Redistricting: The Impact of Race-Based Redistricting on Congressional Roll Call", *Political Research Quarterly*, 54 (1), marzo.
- Lublin, David (1999), "Racial Redistricting and African-American Representation: A Critique of Do Majority-Minority Districts Maximize

- Substantive Black Representation in Congress?”, *American Political Science Review*, 93 (1), marzo.
- Lujambio, Alonso y Horacio Vives (2008), “From Politics to Technicalities: Mexican Redistricting in Historical Perspective”, en Lisa Handley y Bernard Grofman (eds.), *Redistricting in Comparative Perspective*, Nueva York, Oxford University Press.
- LULAC vs. Perry, 126 S. Ct. 2594 (2006), Suprema Corte de Estados Unidos, nos. 05-204, 05-254, 05-276 and 05-439 decided June 28, 2006.
- Macmillan, W. (2001), “Redistricting in a GIS Environment: An Optimization Algorithm using Switching Points”, *Journal of Geographical Systems*, 3, pp. 167-180.
- Martell Espinosa, Ivonne (1993), “Representación y reparto distrital en México”, tesis de licenciatura, México, ITAM.
- Mehaji Jais (2011), “Iowa’s Laudable Redistricting Process”, *Fair Vote: Center for Voting and Democracy*, disponible en: <http://www.fairvote.org/iowa-s-laudable-redistricting-process-and-the-super-district-alternative#.T11ydczCNQU>, [fecha de consulta: agosto de 2011].
- Merino, José, Marco Morales y Roberto Ponce (2006), “México 2006: El mito del país dividido”, *Este País*, septiembre, México.
- Merl, Jean y Michael J. Mishak (2011), “Panel’s Final Redistricting Maps Drawn”, *Los Angeles Times*, Los Ángeles, julio 30.
- Metropolis, N., A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller y E. Teller (1953), “Equation of State Calculations by Fast Computing Machines”, *Journal of Chemical Physics*, 21 (6), pp. 1087-1092.
- Millar contra Johnson (1995), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Molinar Horcacas, Juan (1991), *El tiempo de la legitimidad*, México, Cal y Arena.
- \_\_\_\_\_ (2005), “El túnel del tiempo”, *El Universal*, 28 de septiembre.
- Norris, Pipa (2002), *Democratic Phoenix: Reinventing Political Activism*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Oliva Gutiérrez, Gladstone (2004), *Trabajos de redistribución en perspectiva comparada*, Universidad de Guadalajara.
- Otero, Jimena (2003), “¿Gerrymandering en México? La geografía política federal: 1994-1997”, tesis de licenciatura, México, ITAM.
- Pacheco, Guadalupe, Ricardo Becerra y José Woldenberg (2000), “La nueva geografía electoral”, en Guadalupe Pacheco, *Caleidoscopio electoral, Elecciones en México 1979-1997*, México D.F., Fondo de Cultura Económica.

- Papadimitriou, Christos H. y Kenneth Steiglitz (1998), *Combinatorial Optimization. Algorithms and Complexity*, Nueva York, Dover Publications.
- Petrocik, John R., y Scott W. Desposato (1998), “The Partisan Effects of Majority-Minority Districting, 1992-1994”, *Journal of Politics*, 60 (3), pp. 613-633.
- Popper R., Karl (1977), *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos.
- Purdue University Libraries (2009), “Government Redistricting Web Sites”, Purdue University Libraries, en línea, <http://www.lib.purdue.edu/govdocs/redistricting.html>, [fecha de consulta: 29 de agosto de 2009].
- Raynolds contra Sims (1964), Suprema Corte de Estados Unidos, 377 U.S. 533.
- Reyes del Campillo, Lona Juan y Juan Ramos Mega (2005), “Geografía de la representación y sesgo partidario en México”, *El Cotidiano*, 20 (131), México, UAM.
- Reyes Heróles, Jesús (1996), *Obras completas*, México, Fondo de Cultura Económica, vol. 3.
- Reynoso, Diego (2004), *Votos ponderados: Sistemas electorales y sobrerrepresentación distrital*, México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso).
- Rossiter, D. J., R. J. Johnston y C. J. Pattie (1998), “The Partisan Impacts of non-Partisan Redistricting: Northern Ireland 1993-1995”, *Royal Geographical Society*.
- Statewide Database (2007), Instituto de Estudios Gubernamentales, Universidad de California en Berkeley en: <http://swdb.berkeley.edu/>. [fecha de consulta: octubre de 2006].
- Trelles Yarza, Luis Alejandro y Diego Eduardo Martínez Cantú (2007), “Fronteras electorales, aportaciones del modelo de redistribución mexicano al estado de California”, tesis de licenciatura, México, ITAM.
- Trelles, Alejandro (2010), “Court Redistricting and Bargaining Breakdown in Local Legislatures”, Working paper, Pittsburgh, University of Pittsburgh.
- Vieth (2004), Suprema Corte de Estados Unidos, 541 U.S. at 307.
- Wesberry contra Sanders (1964), Suprema Corte de Estados Unidos.
- Weisbard, Ari y Jeannie Wilkinson (2005), *Drawing lines: A Public Interest Guide to Real Redistricting Reform*, Los Ángeles, Center for Governmental Studies y Demos.

## ANEXO 1. Desviación poblacional del modelo

Distritos modelo	Población	Desviación (%)
1	639 722	0.10
2	662 981	3.74
3	619 087	-3.13
4	627 991	-1.74
5	657 551	2.89
6	563 598	-11.81
7	687 481	7.57
8	629 923	-1.43
9	608 024	-4.86
10	615 475	-3.69
11	663 528	3.82
12	645 631	1.02
13	657 303	2.85
14	654 862	2.47
15	642 307	0.50
16	642 307	0.50
17	632 675	-1.00
18	646 450	1.15
19	631 662	-1.16
20	646 978	1.23
21	637 899	-0.19
22	642 660	0.56
23	661 705	3.54
24	651 337	1.92
25	591 715	-7.41
26	606 998	-5.02
27	584 937	-8.47
28	608 907	-4.72
29	635 204	-0.61
30	619 201	-3.11

## ANEXO 1. Desviación poblacional del modelo (continuación)

Distritos modelo	Población	Desviación (%)
31	627 488	-1.82
32	626 178	-2.02
33	658 408	3.02
34	642 383	0.52
35	640 928	0.29
36	640 281	0.19
37	642 932	0.60
38	639 832	0.12
39	650 668	1.81
40	642 122	0.47
41	639 766	0.11
42	641 856	0.43
43	644 943	0.92
44	637 878	-0.19
45	645 149	0.95
46	642 315	0.50
47	643 792	0.74
48	638 994	-0.01
49	638 696	-0.06
50	657 364	2.86
51	646 028	1.09
52	705 903	10.45
53	661 645	3.53
Población total	33 871 648	
Media distrital	639 088	
Desviación promedio	2.36%	
Máx.	11.81%	
Mín	0.01%	
Des. Std.	3.57%	

*Fuente:* Elaboración propia.

**ANEXO 2.** Función de costo

$$C(E) = \sum_{i=1}^3 \alpha_i C_i(E) = \alpha_1 C_1(E) + \alpha_2 C_2(E) + \alpha_3 C_3(E)$$

*C<sub>1</sub>(E) costo por desviación poblacional asociado al escenario “E”*

Al considerar un distrito *D* con población *P<sub>D</sub>*, el costo poblacional asociado a dicho distrito es:

$$CD_1(D) = \left( \frac{100P_T}{d_a(P_N/435)} \right)^2 \left( \frac{P_D}{P_T} - \frac{1}{n} \right)^2$$

En donde,

*P<sub>N</sub>* = población total nacional.

*P<sub>D</sub>* = población del distrito *D*.

*P<sub>T</sub>* = población total de la entidad.

*d<sub>a</sub>* = porcentaje de desviación poblacional máxima aceptable por distrito (= 10 o = 15, dependiendo de la entidad).

*C<sub>2</sub>(E) costo por compacidad geométrica asociado al escenario “E”*

Al asumir que existe un distrito *D*, conformado por secciones *sD*, se determinan las coordenadas máximas y mínimas, con lo cual se define un rectángulo que contiene a *s*. Con ello queda definido el conjunto de puntos formado por los vértices de los cuadrados de todas las secciones y se obtiene la envoltura convexa de dicho conjunto. El área de *D* (*A<sub>D</sub>*) se define como la suma del área de todas las secciones que lo componen. El área de secciones invasoras (*A<sub>I</sub>*) se obtiene al sumar el área de todas aquellas secciones de la entidad que pertenecen al polígono, pero no pertenecen a *D*. Finalmente, el costo asociado al distrito es el porcentaje de área invasora respecto al área distrital:

$$CD_2(D) = \frac{S_F}{S_D} + \frac{A_F}{A_D} + \frac{P_F}{P_D}$$

En donde,

$S_D$  = Número de secciones del distrito  $D$ .

$S_F$  = Número de secciones fuera del distrito (secciones dentro del polígono convexo que envuelve al distrito, pero no pertenecen a él).

$A_D$  = Área del distrito  $D$ .

$A_F$  = Área fuera del distrito (área dentro del polígono convexo que envuelve al distrito, pero no pertenece a él).

$P_D'$  = Perímetro de secciones invasoras hacia su propio distrito  $D' \neq D$ .

$P_F$  = Perímetro de secciones invasoras hacia el distrito que invaden,  $D$ .

*$C_3(E)$  costo por integridad municipal asociado al escenario “E”*

Dado un municipio  $m$ , el costo de integridad municipal asociado se calcula como el porcentaje de la población de  $m$  asignado a distritos excedentes. Si el municipio debe ser repartido en  $k$  distritos y, en el escenario actual, está repartido en  $r$ —dado que  $p_1, \dots, p_r$  son las poblaciones correspondientes a las secciones del municipio dentro de cada distrito—, entonces el costo asociado al municipio es cero ( $CM_3(m)=0$ ) si  $r$  es menor o igual a  $k$ . Si  $r$  es mayor a  $k$ , el costo asociado al municipio es:

$$C_3(E) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{m_f} CM_3(M_i) \quad CM_3(M) = \frac{1}{2P_M} \sum_{i=1}^{k-1} a_i + \frac{1}{2P_M} \sum_{i=k+1}^r b_i$$

En donde,

$P_M$  = Población del municipio  $M$ .

$k$  = Número de distritos en que debería estar dividido el municipio  $M$ .

( $k-1$  distritos completos en su interior y el resto combinado con otros municipios para formar el  $k$ -ésimo distrito).

$r$  = Número de distritos en que está dividido el municipio  $M$  en el escenario dado.

$a_i$  = Penalización por no tener distritos enteros al interior del municipio.

$$a_i = \begin{cases} 0 & P_{MD_i} = P_{D_i} \\ \frac{1}{2} P_{D_i}, & P_{MD_i} < P_{D_i} \\ \frac{1}{2} \frac{P_T}{n}, & r < i \leq k-1 \end{cases}$$

$b_i$  = Penalización porque el municipio esté dividido en más distritos de los que le corresponden

$$b_i = \begin{cases} 0, & P_{MD_i} = 0 \\ \frac{1}{2} P_{D_i}, & P_{MD_i} > 0 \end{cases}$$

$P_D$  = población del distrito  $D_i$ .

$P_{MD_i}$  = Población de la porción del municipio  $M$  que pertenece al distrito  $D_i$  (ordenadas de mayor a menor).

