

Distribución de voto asimétrico en México como una posible marca partidaria.

Hugo Hernández Saldaña
Universidad Autónoma Metropolitana en Azcapotzalco

Resumen *En estudios previos se ha encontrado que la distribución de voto por casilla para los partidos históricos en México, el Partido Revolucionario Institucional (PRI) y el Partido de Acción Nacional (PAN), siguen una distribución Gamma con algunas desviaciones para valores altos de la variable medida. Dicha distribución está caracterizada por alas asimétricas, con un decaimiento exponencial. Por otro lado el partido surgido de la modernización del sistema político mexicano, el Partido de la Revolución Mexicana (PRD) y el nuevo partido del Movimiento de Regeneración Nacional (MORENA) se han caracterizado por tener distribuciones de voto cercanas a una Gaussiana. Una mirada simple haría pensar que las asimetrías corresponde a la existencia de estructuras partidarias que hacen que existan casillas con una afluencia mayor de votantes para ese partido. Esta hipótesis requiere de un mayor sustento en los datos geo-estadísticos, sin embargo los datos electorales ofrecidos en el Instituto Nacional Electoral nos permiten tener un atisbo de la dinámica partidaria.*

Las elecciones federales en México en 2024 marcaron un cambio en la votación, dando confirmación al partido actualmente en el poder. Aún cuando los motivos de tal resultado tienen que ser documentados y analizados con amplitud, en este trabajo presentamos el análisis de las distribuciones de voto por partido, tanto a nivel nacional como estatal atendiendo a la densidad de votantes en la lista nominal. Esto último se lleva a cabo para evitar sesgos estadísticos. Como mencionamos arriba, la hipótesis a probar es si en estas elecciones las estructuras partidistas de MORENA lograron generar una distribución de voto asimétrica y más aún, si ésta es parecida a una distribución Gamma. La principal asimetría es el decaimiento exponencial y no Gaussiano de la votación en un número estadísticamente significativa de casillas. Esta asimetría se documentó en el ejercicio de Revocación de Mandato, donde la participación por el NO fue presumiblemente de influencia partidaria. Es importante resaltar que el algoritmo de distribución hace

poco probable la existencia del fenómeno de salamandrización de los distritos electorales.

Como parte final, se discuten las distribuciones a la luz de sus símiles con procesos difusivos que dan lugar a ecuaciones tipo Fokker-Planck cuyas soluciones estacionarias admiten a las distribuciones Gamma. Se discute así mismo su rol en modelos de formación de opinión (opinion formation) discutidos en la literatura de sociofísica.

1. Introducción

Entender la dinámica que genera determinados resultados en una elección es una tarea compleja como complejo es el problema. Muchas de las variables que se requieren no necesariamente son medidas en el tiempo de la elección y muchos de sus comportamientos se asumen o estacionarios o con poca variación en el tiempo entre mediciones. Así, muchas de las interacciones y decisiones que toman los electores asumimos que corresponden a una especie de promediamiento que esperamos se refleje en algún tipo de variable macroscópica, que, con un poco de suerte puede ser medida. Un ejemplo típico de ésta complejidad son los resultados de las encuestas electorales, que, pese a ser cuidadosamente realizadas, con los parámetros metodológicos adecuados, puede dar lugar a resultados incorrectos.

Sin embargo no todos los ejercicios estadísticos tienen la intención de predecir resultados futuros, si no de buscar patrones que ayuden a entender cómo se llegó al resultado, puesto de otra manera busca dar explicación a las dinámicas o causas de ello. Por supuesto que, como es corriente decir en al argot estadístico: ‘Correlación no implica causa’. Aquí nos centraremos en un ejercicio teórico que pretende echar un poco de luz y participar en el entendimiento de las dinámicas de los votantes a partir de una serie de regularidades encontradas en las elecciones recientes.

Las regularidades que trataremos de describir en el presente texto tiene su base en que un país complejo y diverso como es México la distribución de las casillas a largo y ancho del país es complicada. Los procesos de distribución electoras está sujetos además a una serie de restricciones emanadas de los propios partidos políticos. Por ejemplo la redistribución que se dió para la elección de 2018 requirió el uso de dos algoritmos de optimización: el recocido simulado y una estrategia de colonia de abejas artificiales [9]. El resultado de tal proceso da lugar a una distribución geográfica de casillas y de electores que pretende estar libre de sesgos. Curiosamente, y por razones aún no entendidas por el autor, la lista nominal presenta una estratificación

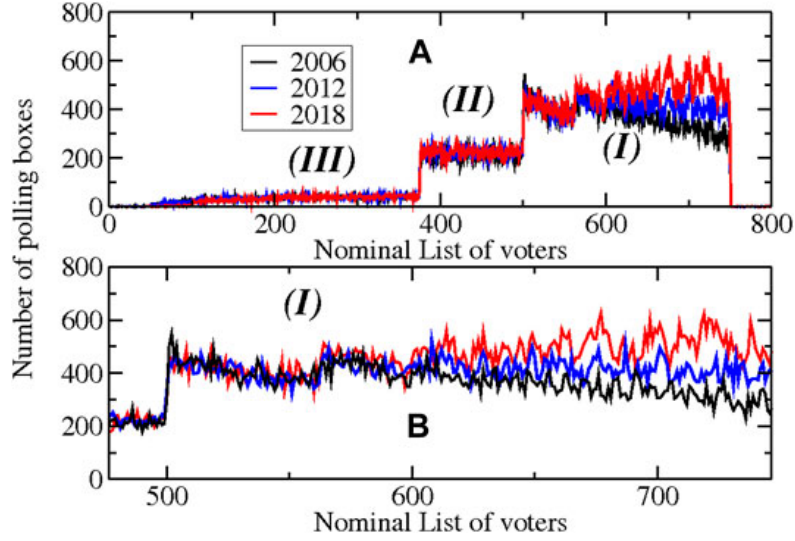


Figura 1: (A) Histograma de la Lista Nominal nacional para las elecciones presidenciales 2006, 2012 y 2018 en México con los colores indicados en la figura. Se calcula el número de casillas cuyo valor en la lista nominal es 1, 2, 3 y así sucesivamente. La estratificación es evidente, la zona más poblada se etiqueta como (I) y contiene entre 500 y 750 votantes habilitados. La segunda, (II) contiene entre 375 y 500 y, finalmente, la zona (III) contiene menos de 375 electores. (B) Se muestra un acercamiento de la zona (I) donde se observan las fluctuaciones. Nótese que el uso de la nueva distribución usando el método descrito en [9] hace que la estratificación sea constante y no presente la declinación de las elecciones anteriores que sólo usaron recocido simulado. Elaboración propia con datos del INE/IFE y tomado de [8].

en tres zonas bien delimitadas. En el trabajo [8] se describió dicho resultado. Aquí describimos los resultados que resultan relevantes para el presente trabajo. La distribución de electores para las elecciones de 2006 a 2018 se muestran en la figura 1 donde queda la estratificación. En el pie de página se describen las zonas. Note que se trata de un histograma simple, dado que los valores de la lista nominal son enteros. Lo que no dibujamos es la línea que corresponde a los histogramas usuales. Ésta práctica se realizará en las siguientes secciones, excepto en la sección relativa a la elección del año 2024.

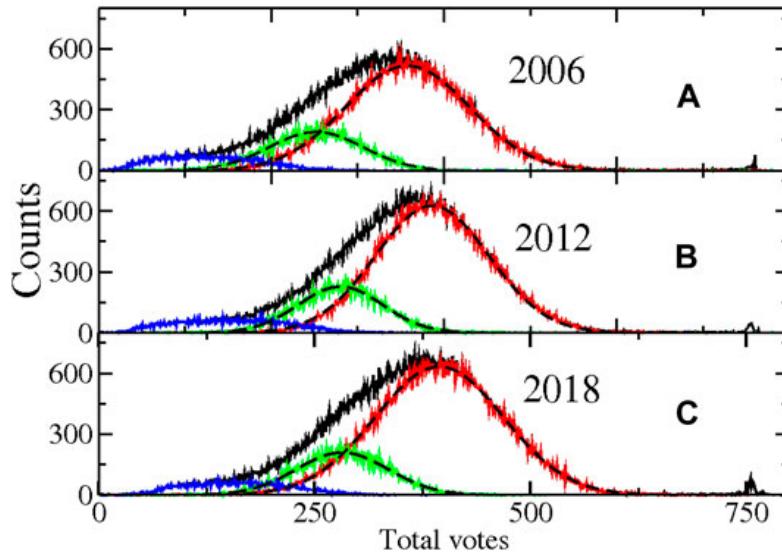


Figura 2: Histograma del total de votos nacionales para las elecciones presidenciales (A) 2006, (b) 2012 y (C) 2018 en México. Los colores indicados en la figura corresponde a el total en negro, en rojo la zona (I), en verde de zona (II) y en azul la zona (III) como están descritas en la figura 1. Elaboración propia con datos del INE/IFE y tomado de [8].

El resultado de ésta estratificación es que cualquier estadística que considere las tres zonas estará mezclando poblaciones, aún cuando se realice el estudio por estado. Ésto es importante pues habla de la dinámica poblacional del país.¹ Como un resultado inmediato de éstas consideraciones se

¹Las distribuciones que presentamos en éste trabajo corresponden a Estados densamente poblados, en comparación, Sinaloa presenta una distribución de casillas sin una estratificación clara. En un próximo trabajo se mostrarán los gráficos correspondientes.

encuentra el conteo total de votos, que como se puede observar en la 2 permite la explicación de la distribución total de voto nacional en términos de la estratificación. El conteo sobre casillas que tienen un valor de lista nominal que cae dentro de la zona (I) (es decir, la lista entre 500 y 750 electores) tiene una distribución Gaussiana muy bien ajustada, mientras que la zona tres no. Esta última zona corresponde a lugares poco poblados. Así, el estudio estadístico debe tomar en cuenta ésta estratificación y realizar el estudio diferenciado en cada una de ellas. Es así que al considerar nuestro estudio de las regularidades nos restringimos a la zona más populosa, la zona (I). Ello evita considerar como *outliers* o eventos fuera de la norma a eventos que de manera natural pertenecen a otro grupo.

2. Regularidades en elecciones mexicanas recientes

Una de las regularidades encontradas y reportadas es la distribución de voto por partido, apropiadamente regularizada. Para los partidos de larga data, como es el caso de Partido Revolucionario Institucional, PRI, y el partido Acción Nacional, PAN. Para esos partidos políticos se encontró que la distribución de probabilidad para el voto por casilla en una gran mayoría de los casos era una función regular (con fluctuaciones) caracterizada por un inicio en ley de potencia y decaimiento exponencial [4, 10, 11]. Los casos reportados en [10, 11] son el estado de México y la Ciudad de México. Existen otros casos, pero la regularidad se presenta principalmente ahí. Así que nos restringirnos a ellos y hablaremos sólo de su posible origen. En la figura 3. se puede observar la distribución de voto, en la variable de votos regularizados para las elecciones federales en México desde el 2006. El número de votos v_i en la casilla i es dividido por el promedio $\langle v \rangle$ de votos obtenidos por el partido en la zona (I)². En ella se presenta el caso de el Partido de Acción Nacional, PAN, pero la gráfica es similar para el Partido de la Revolución institucional, PRI. Los detalles los dejaremos para después. Lo destacable aquí es que la distribución en las elecciones importantes es aproximadamente la misma. Es decir, los votantes del PAN en la Ciudad de México y en el Estado de México es bastante regular. Es decir, que podemos esperar que en éstos exista una dinámica general que dé lugar a ese comportamiento.

En el caso de un partido relativamente reciente como es el Partido de la

²Éste procedimiento permite comparar las fluctuaciones de las distribuciones, es decir las varianzas. Es muy popular en el estudio de sistemas cuánticos con análogo clásico caótico, aunque hay versiones más sofisticadas de éste procedimiento de regularización.

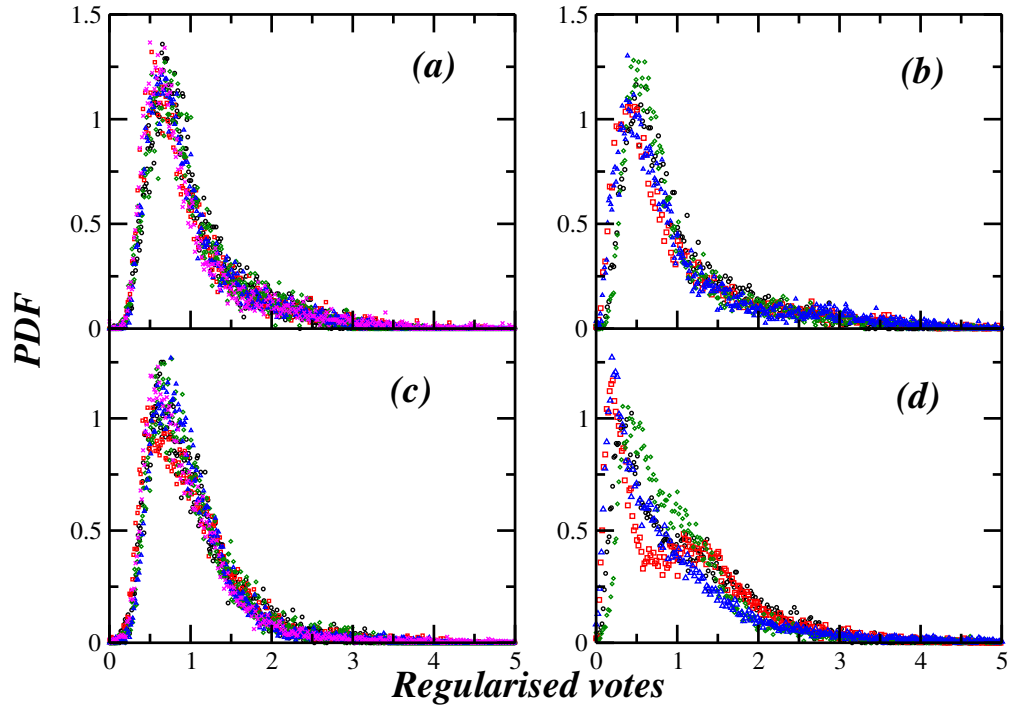


Figura 3: Gráfica de la Función de Distribución de Probabilidad del Partido Acción Nacional, PAN, en elecciones federales. En (a) y (b) para la ciudad de México y en (c) y (d) para el Estado de México. Las elecciones son especificadas a continuación: En (a) y (c) círculos negros diputados 2006; en cuadrados rojos diputados 2021; en diamantes verdes presidente 2006; en triángulos azules presidente 2012 y en cruces magenta diputados 2012. En el panel (b) y (d): en círculos negros diputados 2009, en cuadrados rojos diputados 2015, en diamantes verdes diputados 2018 y en triángulos azules diputados 2021. En (d) note la larga cola exponencial de diputados 2021 mientras que en 2015, en cuadros rojos, donde se nota un pico extra. Elaboración propia con datos del INE/IFE.

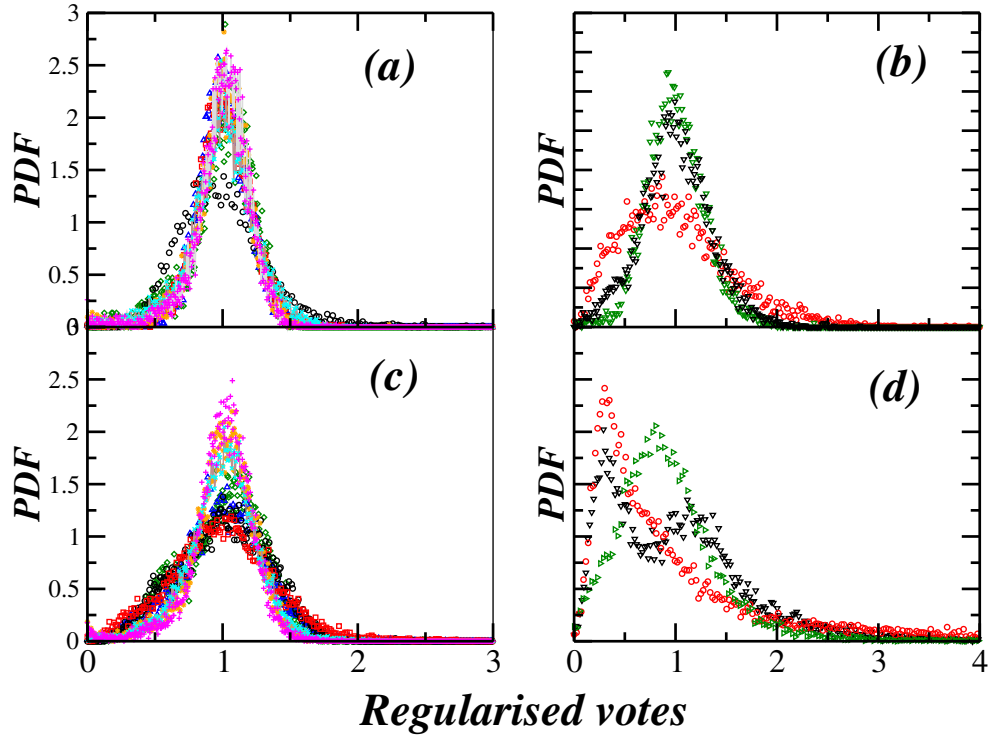


Figura 4: Gráfica de la Función de Distribución de Probabilidad, indicada como PDF por sus siglas en inglés, para el Partido de la Revolución Democrática, PRD, y del Partido del Movimiento de Regeneración Nacional, MORENA, en elecciones federales. En (a) y (b) para la ciudad de México y en (c) y (d) para el Estado de México. Las elecciones son especificadas a continuación: En (a) y (c), diputados 2006 del PRD en círculos negros; diputado 2012 del PRD en cuadrados rojos; presidente 2006 del PRD en diamante verde; presidente 2012 del PRD en triángulos azules; presidente 2018 del MOR en cruces magenta; diputados 2018 del MOR en estrellas naranja; diputados 2021 del MOR en X cian. En (b) y (d) la simbología es la siguiente: diputados 2009 del PRD en triángulos abajo negros; diputados 2015 del PRD en diamantes rojos; diputados 2015 del MOR en triángulos derechos en verde. Elaboración propia con datos del INE/IFE.

Revolución Democrática, PRD, y el partido del Movimiento de Regeneración Nacional, MORENA, el resultado es menos interesante desde el punto de vista estadístico. Como se puede ver en la figura 4 su comportamiento es mucho más parecido a una Gaussiana que a una distribución altamente sesgada como se observa en la figura 3. Lo particular aquí es que la asimetría al inicio de la distribución corresponde a las casillas en donde dichos partidos reciben pocos votos. Lo poco interesante de este caso es que se corresponde a la distribución esperada de un proceso complejo de variables independientes que cumple con la Ley de los Grandes Números y el Teorema del Límite Central. Además, para las elecciones intermedias la distribución de voto no es Gaussiana, para las distribuciones estatales y federales en el Estado de México, (véase figura ??d)), puede verse una función con decaimiento exponencial para las elecciones a diputados en 2015, que se corresponde con una elección en la que participaron principalmente miembros del partido.

Ahora bien, este resultado aparece como una caso de partidos diferentes, pero una vuelta interesante es la distribución que puede hacerse para el ejercicio de Revocación de Mandato realizada por MORENA en el gobierno. Dicho ejercicio arroja para el NO el histograma que ponemos en la figura 5. De nuevo la asimetría aparece. La distribución continua corresponde a unas funciones asociadas a la distribución gamma que discutiremos en la siguiente sección.

Así, el punto a analizar es a qué dinámica general corresponden éstas distribuciones.

3. La Hipótesis

La formulación de hipótesis es complicada en general y particularmente en el caso de sistemas en los cuales las variables no pueden ser controladas. De ahí que las aseveraciones sobre eventos futuros a partir de eventos pasados sean más o menos conjeturas, que nos atrevemos a llamar hipótesis. En estricto sentido la conjetura que expresamos debió ser publicada y justificada previamente a la elección. No obstante la elaboramos de la siguiente manera:

Dado que los partidos tradicionales, con un cierto electorado y varias veces en el poder, han presentado distribuciones asimétricas, con colas no Gaussianas, mientras que el (los) partido(s) nuevo(s) tienden a tener una distribución con caídas Gaussianas, pero sin haber llegado al poder nacional me hace pensar que en la nueva elección, *una vez afianzado en el poder, su comportamiento será como el de los otros partidos*. Para complementar ésta conjetura se encuentra el ejercicio de revocación de mandato. Ejercicio

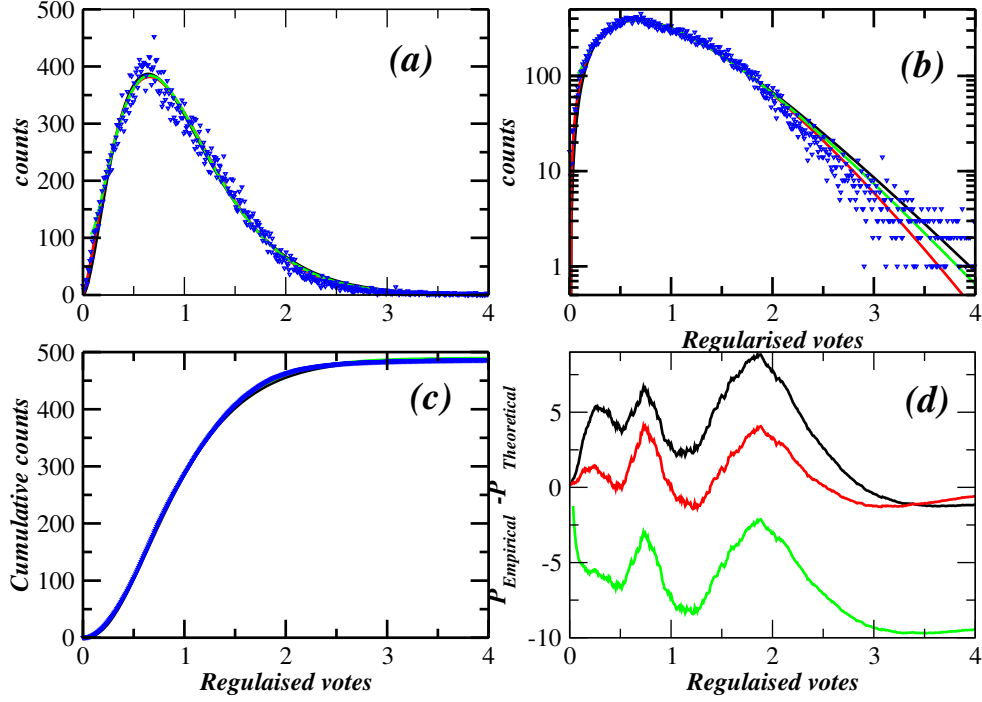


Figura 5: (a) En triángulos se presenta el histograma de votos regularizados, ($s = v/\langle v \rangle$), para el NO en la revocación de mandato. Se consideran los resultados nacionales y solo los resultados provenientes de las casillas más votantes registrados. Se realiza el ajuste de diferentes funciones, en línea negra la distribución gamma, en rojo la gamma inversa y en verde la Gaussiana inversa generalizada. El código de color es el mismo en todos los paneles. En el panel (b) se muestran los mismos casos pero en escala semi-log. Nótese el cambio en la pendiente del resultado en azul, alrededor de 1,86. En (c) se muestra el histograma acumulado de (a). En (d) se muestra la diferencia entre la función acumulada teórica y el resultado de la elección. Nótese que la moda coincide con un pico en los tres casos y lo mismo ocurre cuando hay un cambio en la pendiente en 1,86.

principalmente promovido desde el poder y justificado desde el mismo: su distribución de voto resultó ser asimétrica y muy parecida a una distribución gamma. Dicha distribución tiene la forma funcional siguiente:

$$f(x; a, d, p) = \frac{(1/a^d)x^{d-1}e^{-(x/a)}}{\Gamma(d)}, \quad (1)$$

para los parámetros a, d . Note que el decaimiento para x grande va como $\exp(-x)$ en contraste con el decaimiento normal como $\exp(-x^2)$.

4. Las elecciones de 2024

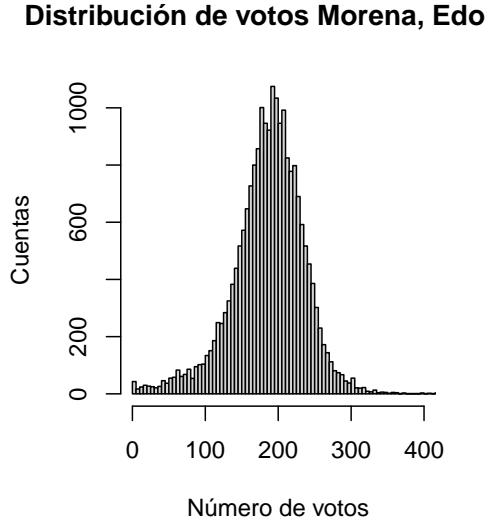


Figura 6: Histograma de votos para el partido MORENA en el estado de México en la elección presidencial del año 2024. Sólo se consideran para la contabilidad las casillas con valores de la Lista Nominal ubicadas en la zona (I). Note que la asimetría proviene principalmente de un alto número de casillas donde recibió pocos votos, e incluso en algunos lugares recibió menos de diez votos. Note que la distribución no está normalizada a la unidad. Elaboración propia con datos del INE.

En esta sección presentamos los resultados preliminares del estudio de las elecciones presidenciales de 2024. Como hemos insistido el resultado se

centra en la zona (I) de los estados más populosos, es decir, el Estado de México y la Ciudad de México. Para ésta presentación no sólo nos concentramos en la zona (I) de la Lista Nominal, sino también sólo reportamos los resultados para las votaciones presidenciales. Las votaciones de las cámaras las dejaremos par aun ulterior trabajo aún cuando representan la mezcla de intereses nacionales y locales.

Dado que la hipótesis o conjetura se centra en el partido de estado MORENA iniciamos con ellos. En al figura 6 describimos el histogram sin normalizar de los votos recibidos por este partido en casillas que admiten un número grande de votantes, es decir, la zona (I) descrita más arriba. Puede notarse que la distribución es asimétrica, pero la asimetría proviene de un exceso de menso votos de los esperados. Como puede verse al inicio de la distribución existe un pico de estaciones de votación donde éste partido recibió pocos votos. Como veremos en la figura 7 correspondiente a la Ciudad de México ocurre lo mismo, hay lugares en donde no es bien visto éste partido. . Como podemos observar de las figuras ?? y 7 la asimetría proviene de

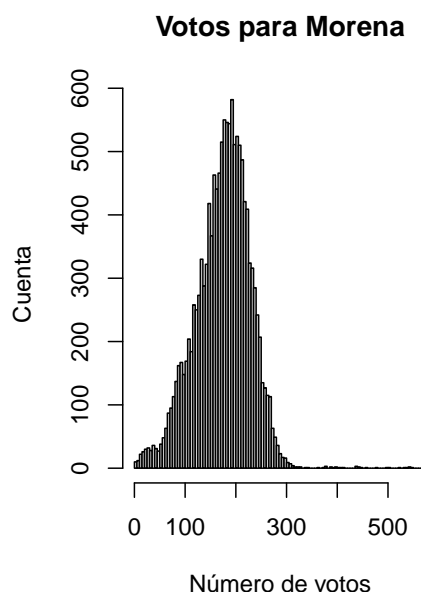


Figura 7: Similar a la figura anterior, pero para la Ciudad de México.

casillas en las que éste partido no es bien visto y recibe una votación mucho

menor a la esperada si se tratara de una dinámica puramente Gaussiana. Puede ser importante ubicar geográficamente éstas estaciones de voto, pero lo importante para el presente estudio es que el ala derecha de la distribución no se deformó como se esperaba. Es decir no mostró un decaimiento exponencial en vez de Gaussiano. A la luz de éstos resultados la conjetura propuesta en la sección anterior se muestra falsa. Es decir, aparentemente un decaimiento lento en la distribución de voto no necesariamente está asociado a sí el partido está en el poder o no. Por su puesto que existen otras hipótesis sobre el uso de recursos público para incentivar el voto por el partido en el poder, pero ello requiere de un estudio más detallado.

Para complementar el estudio se puede observar que la distribución de voto para los partidos PAN, PRI y PRD siguen la asimetría histórica como puede apreciarse en las figures de la 8 a la 12. De hecho para el disminuido PRD, el cual perdió su registro como partido nacional, la asimetría existe, es decir está presente pese al reducido número de votos que recibió. Su histograma puede observarse en la figura 8 que contrasta con el resultado en elecciones anteriores, como 2006 y 2012. Para los otros partidos, es de-

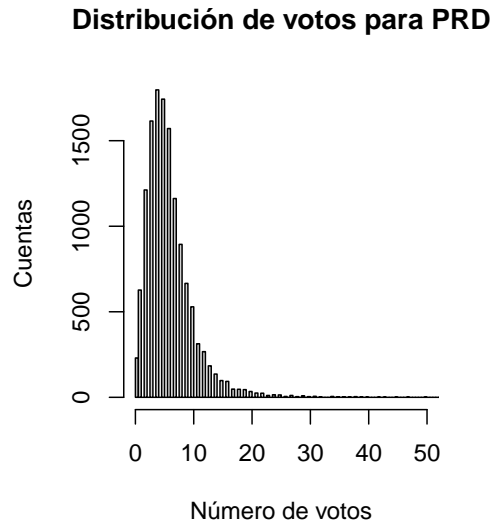


Figura 8: Histograma para el voto por el Partido de la Revolución Democrática, PRD, para la ciudad de México. Note que la distribución es una asimétrica a la derecha, que posiblemente sea compatible con una distribución Gamma.

cir, PAN y PRI la historia es la típica, aún cuando tengan un número no muy grande de votos. En las gráficas que se presentan aquí se decidió no normalizarlas y dejar la escala libre.

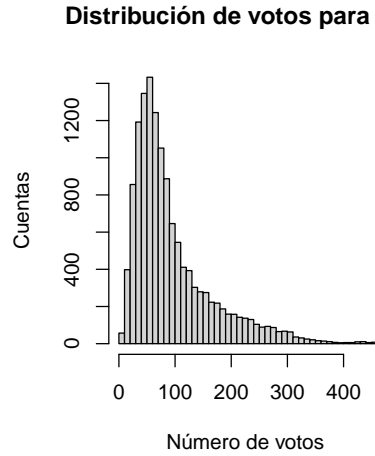


Figura 9: Histograma para el voto por el partido PAN en la ciudad de México en la elección federal para presidente en 2024. Note que la asimetría se encuentra en el ala derecha de la distribución.

Para el Partido Revolucionario Institucional el resultados es el histórico, excepto por la cantidad de votos recibida.

5. Modelos de agentes

Por completez se introduce el marco teórico de los modelos de agentes. Aún cuando no ha habido resultados adicionales se deja la introducción de la exposición del año pasado: 'Los modelos de agentes son usuales en el estudio de problemas sociales, económicos o políticos. La idea es que un agente actualiza el valor de alguna variable, digamos su intención de voto, dependiendo de la interacción con otros agentes y la interacción con el ambiente. Éste modelo idealizado se expresa por medio de las ecuaciones

$$v^* = v + \Phi(v)w - \Psi(v)v + Q(v)\eta, \quad (2)$$

$$w^* = w + \Phi(w)v - \Psi(w)w + Q(w)\eta, \quad (3)$$

Distribución de votos PAN, Edo M

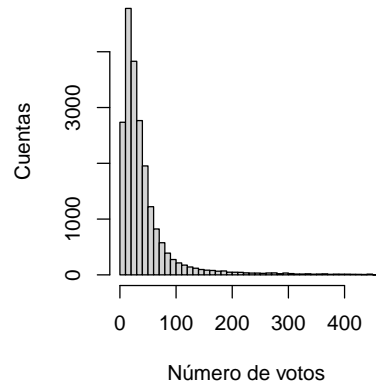


Figura 10: Histograma para el voto por el partido PAN en el Estado de México en la elección federal para presidente en 2024. Note que la asimetría se encuentra en el ala derecha de la distribución.

Distribución de votos para PRI

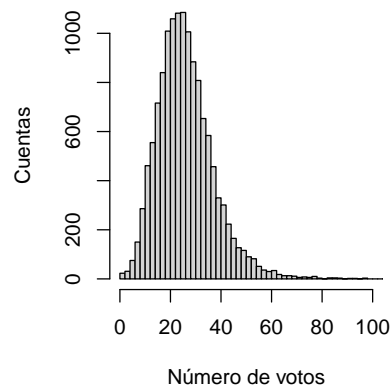


Figura 11: Histograma para el voto por el partido PRI en la Ciudad de México en la elección federal para presidente en 2024.

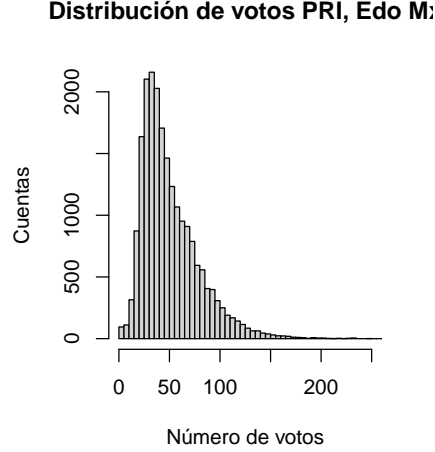


Figura 12: Histograma para el voto por el partido PRI en el Estado de México en la elección federal para presidente en 2024.

para el valor que adquiere la variable v del primer agente sujeta a la interacción del valor que toma otro agente que tiene un valor w . La interacción entre agentes se da a través del término $\Phi(v)w - \Psi(v)v$ y el tamaño y forma de la interacción moldeada por el ambiente reside en la función Q con un valor fluctuante modulado por la variable aleatoria η . Este modelo es muy intuitivo, el valor de votos para un partido en una casilla depende de la interacción con otra y de la interacción con el ambiente. Sin embargo encontrar las funciones adecuadas en modelos de éste tipo es muy limitado debido a que son computacionalmente demandantes, aún sin hacer consideraciones de las conexiones entre agentes. Un ejemplo interesante fue el uso de estos modelos de agentes en redes para describir la propagación del SARS-CoV-2 que, por desgracia, rápidamente se vuelven inmanejables con el poder de cómputo con el que se cuenta actualmente. La evolución natural de estos modelos es la descripción en términos de variables continuas dado que se espera un gran número de eventos.. Esto se describe en términos de una ecuación tipo Boltzmann y su evolución a ecuaciones de Fokker-Planck. Éstas últimas son mucho más manejables.

En el estadio actual de la investigación el autor aún no ha desarrollado los códigos computacionales para su desarrollo y exploración, pero se encuentran en progreso. Dichos procesos son implementables en Julia, Python u otros

lenguajes o aún en modelo realizado *ad hoc* denominado NetLogo.

6. Modelos dinámicos

Aún cuando éstas discusiones se inician con la introducción de modelos de votantes à la Ising y los modelos de agentes para este congreso el autor considera muchos más claro hace la exposición al revés y presentar las ecuaciones importantes de una vez y dejar los fundamentos para ulteriores secciones e incluso posiblemente trabajos a futuro.

Así que iniciamos por preguntarnos qué funciones o distribuciones de probabilidad puede ajustar los resultados mostrados en la sección anterior. Para los partidos viejos un candidato natural en la experiencia del autor es una distribución Semi-Poisson o una Daisy. Ambas son distribuciones del tipo de la gamma, cuya forma funcional veremos en un momento. El asunto es que para el PRI existe fuerte evidencia de que dichas distribuciones ajustan muy bien el cuerpo de la función, pero tiene problemas en las colas exponenciales. En el trabajo que se presenta en este mismo congreso se da una discusión de dichos problemas para el PAN y se está trabajando en un artículo extenso sobre ello. Lo relevante es que funciones tipo gamma de la forma

$$f(x; a, d, p) = \frac{(p/a^d)x^{d-1}e^{-(x/a)^p}}{\Gamma(d/p)}, \quad (4)$$

tienen un buen ajuste. El tipo de distribución depende principalmente por el decaimiento regulado por el parámetro p . Si $p = 1$ se trata de una distribución gamma, si $p = 1$ y $1/a$ es entero junto con la condición de que $d = 1/a$, la distribución es conocida como Daisy o Margarita [14]. Independientemente de cuál de ellas es la correcta, la siguiente pregunta es ¿De qué ecuación es solución este tipo de funciones?. Y bien, en el estudio de la dinámica molecular clásica existen un tipo de ecuaciones cuyas soluciones estacionarias son funciones gamma, a saber, las ecuaciones tipo Fokker-Planck que puede escribirse como

$$\frac{\partial}{\partial t} f(v, t) = \frac{\partial^2}{\partial v^2} Q^2(v) f(v, t) + \frac{\partial}{\partial v} (\Psi(v)v - \Phi(v)) f(v, t). \quad (5)$$

Estas ecuaciones dan la evolución espacio temporal de la distribución de probabilidad de partículas evolucionado bajo la acción de dos tipo fundamentales de interacciones, una externa que permite a las partículas difundirse y otro, que se denomina de *drift* o de deriva. El primero tiene que ver con el ambiente y en caso mas simple es constante y está regulado por la

constante difusiva D . En nuestro caso dicho comportamiento no necesariamente está regido por una constante, D puede ser una función de la posición, como explícitamente aparece en (5) donde $D = Q^2(v)$. El cuadrado indica que el valor debe ser positivo. El término de drift o de deriva corresponde a las interacciones entre las mismas partículas. Nuevamente hemos puesto los términos correspondientes como funciones de la posición en una dimensión.

En el caso más sencillo en que las funciones $\Psi(v)$ y $\Phi(v)$ además del término difusivo sean constantes la solución estacionaria, i.e., la que tiene una derivada parcial en el tiempo cero, será

$$N(x) = \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi}} \exp\left(-\frac{\gamma}{2}(x - x_0)^2\right) \quad (6)$$

Que corresponde claramente a una Gaussiana. Este caso corresponde al problema Maxwelliano de dinámica molecular con la correspondiente ecuación

$$\frac{\partial}{\partial t} N(x, t) = \frac{\lambda}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} N(x, t) + \frac{\mu}{2} \frac{\partial}{\partial x} (x - x_0) N(x, t). \quad (7)$$

Evidentemente, los casos no constantes corresponden a los no Maxwellianos. Si los términos de deriva se mantienen constantes, pero $Q = \sqrt{v}$ la solución es una distribución gamma de forma

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} \exp(-\beta x). \quad (8)$$

Sí $Q = v$ entonces la solución es la gamma inversa, cuya fórmula es

$$f(x; \beta) = (\beta^{(\beta+1)}) x^{(-\beta-2)} \exp(-\beta/x) / \Gamma(\beta + 1). \quad (9)$$

Se puede generalizar éstos resultados para una ecuación tipo Fokker-Planck en donde las soluciones estacionarias corresponden a éste tipo de funciones.

Como hemos visto, la solución constante, maxwelliana, corresponde a las elecciones en las que el partido político no hace, necesariamente, uso masivo de recursos del estado o gobierno. Ahora ¿de dónde provienen éstas ecuaciones? En los modelos standard de física estadística tienen asociadas ecuaciones de Langevin y Boltzmann. No entraremos a discutir este punto, sino el desarrollo realizado, por ejemplo, por Toscani *et al.* en el que demuestran que modelos de agentes se corresponden con ecuaciones diferenciales parciales del tipo anterior.”

Amanera de explicar cómo funcionan éstos modelos en la figura 13 en la que comparamos la distribución de probabilidad de voto por MORENA

con una corrida de un modelos de Ising dos dimensional standard en el que se considera el número de votos por un partido como una opción del spin y se hacen realizaciones finitas de 500 spines para simular una casilla. Al promediar los resultados para unos cuantos cientos de casillas se obtiene el resultado observado, que cumple con la ley de los grandes números y el teorema del límite central. Se está trabajando en modelos que permitan interacción como la presentada en la sección de modelos de agente.

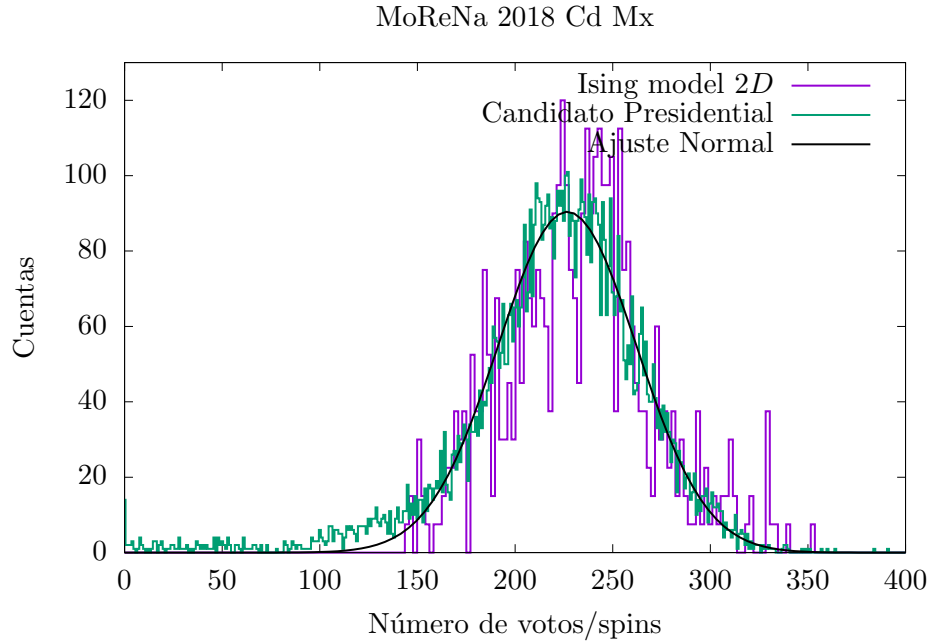


Figura 13: En histograma verde se muestra la distribución del Voto para el candidato de MoReNa en la Ciudad de México en 2018. En violeta, el histograma de una corrida del modelo de Ising en una cuadrícula bidimensional y con parámetro $J/T = 0,61$. La figura ha sido artificialmente desplazada y escalada para compararla con los datos empíricos de la elección. En negro el ajuste de una distribución normal.

En histograma verde se muestra la distribución del Voto para el candidato de MoReNa en la Ciudad de México en 2018. En violeta, el histograma de una corrida del modelo de Ising en una cuadrícula bidimensional y con parámetro $J/T = 0,61$. La figura ha sido artificialmente desplazada y escalada para compararla con los datos empíricos de la elección. En negro el

ajuste de una distribución normal.

7. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado las distribuciones de probabilidad para los tres principales partidos en las elecciones modernas de México, los cuales, bajo restricciones adecuadas presentan un comportamiento parecido en casi todas las elecciones analizadas. En este trabajo se centró en las elecciones presidenciales de 2024 bajo la conjetura de que una vez que el partido en el poder se hubiese afianzado la distribución de voto se parecería más a las distribuciones del PRI y el PAN. Como se muestra en las figuras 6 y 7 el esperado rompimiento de la simetría hacia la derecha no apareció en los datos analizados.

Las explicaciones de los resultados obtenidos por el partido hegemónico quedan pendientes y abriendo el espacio para incorporar variables que puedan ser correctamente cuantificables.

Referencias

- [1] R. N. Mantegna and H. E. Stanley, “An introduction to Econophysics. Correlations and Complexity in Finance”, U.K.: Cambridge University Press, 2000, 144 p
- [2] S. Galam, “Sociophysics, A Physicist’s Modeling of Psycho-Political Phenomenas”, Springer, 2012, 439 p.
- [3] P. Ball, “Masa crítica. Cambio, caos y complejidad”, Turner Publicaciones and Fondo de Cultura Económica, 2008, 598 pp.
- [4] H. Hernández-Saldaña. “On the corporate votes and their relation with Daisy Models”, *Physica A*, vol. 388, 2009, p 2699-2704.
- [5] H. Hernández-Saldaña, “Results on Three predictions for July 2012 Federal election in Mexico based on past regularities”, *PLoS ONE*, vol. 8, num. 12, 2013, p. e82584
- [6] Disponible en: <https://www.ieem.org.mx>
- [7] Disponible en: <https://www.ine.mx>
- [8] H. Hernández-Saldaña. “Geopolitical Inhomogeneities in the Registered Voters’ Distribution and Their Influence in the Voters’ Participation Ratio Distribution: The Mexican Case ”, *Front. in App. Math. and Stat.*, vol. 7, 2021, pp 518371 -12

- [9] M. Á. Gutiérrez-Andrade, E. A. Rincón-García, S. G. de-los-Cobos-Silva, P. Lara- Velázquez ,R. A. Mora-Gutiérrez , and A. Ponsich, “Simulated annealing and artificial bee colony for the redistricting process in Mexico”, *Inform. J. Appl. Analytics.*, vol. 49, 2019, pp 189–200
- [10] H. Hernández-Saldaña. En progreso.
- [11] H. Hernández-Saldaña, “No-maxwellian dynamics and inverse gamma in the distribution of vote in Mexico”, no publicado.
- [12] G. Furioli, A. Pulvirenti, E. Terraneo and G. Toscani, “Fokker–Planck equations in the modeling of socio-economic phenomena” *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*,vol. 27, num. 01, 2017, pp. 115-158.
- [13] H. Hernández Saldaña. “Un hecho estilizado en la revocación de mandato 2022 en México que recuerda las presidenciales de 2006” , *Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas*, vol 27, num. 27, 2022, pp. 269-273
- [14] H. Hernández-Saldaña, J. Flores and T.H. Seligman ”Semi-Poisson statistics and beyond” . *Physical Review E*. **60** (1999) 449-452.