

Las matemáticas están en todas partes

ADOLFO SÁNCHEZ VALENZUELA

Imaginemos que un cierto distrito electoral tiene un padrón de 1000 votantes y que como resultado de las elecciones se determinará quién será *el representante o diputado* de dicho distrito en el Congreso Legislativo. Vamos a suponer que los votantes podían elegir entre 3 candidatos y que el día de las elecciones los resultados fueron así: el diputado del partido A tuvo 331 votos, el del partido B tuvo 332 votos y el del partido C tuvo 333 votos. Además hubieron 4 votos anulados.

Es claro que si los votos anulados hubieran sido válidos y emitidos a favor del partido A, éste habría ganado, o que si hubieran sido válidos y a favor del B, el B habría ganado. ¿Quién va a representar a este distrito en el congreso? ¿El candidato del partido C que obtuvo la mayoría absoluta? ¿Por qué habría de ser éste un buen *representante de toda la población* si solamente obtuvo un tercio del total de votos? ¿No sería esto un "virtual empate"? ¿Qué alternativa habría para balancear la *representación* de esta población en el congreso? ¿Permitir que los tres sean nombrados diputados representantes de dicho distrito apelando a un principio democrático elemental?

Un problema de esta naturaleza tendría que haber sido contemplado o anticipado en las leyes electorales y "ofrecer salidas democráticas" ante una tal situación, ¿o no? Algo que se antoja 'razonable' en este ejemplo es llevar a los tres contendientes de este distrito electoral al Congreso. Hacerlo es de facto una figura que existe en muchas leyes electorales y se declara que los candidatos de los partidos A y B, si bien no obtuvieron una mayoría absoluta, serán miembros del congreso y fungirán como representantes de su distrito en calidad de *diputados de representación proporcional* o como se les conoce más ampliamente en México, *plurinominales*. ¿Cuántos diputados plurinominales son necesarios? En muchas

situaciones puede ser que ninguno, pero eso, a la luz del ejemplo dado, parece que "lo tendrían que decidir" las elecciones mismas, según los resultados y de acuerdo a los rangos y criterios contemplados en las leyes para asignar plurinominales.

Este ejemplo, ante las inminentes elecciones presidenciales del próximo primero de julio del 2012 en nuestro país, dispara sin mucha dificultad otra situación hipotética concebible: que como resultado de las votaciones para elegir presidente de entre cuatro candidatos posibles, en un padrón de, supongamos, 70 millones de votantes, tres de ellos, digamos A, B y C, terminen con aproximadamente 20 millones de votos a su favor y que las diferencias entre cualesquiera dos de ellos sean muy pequeñas -digamos, del orden de 23 mil, cosa que representa la tercera parte de un 0.001 por ciento del total de votantes- y que además el número de votos anulados sea del orden 70 mil. Está claro que en el caso de las elecciones para presidente, la "salida" de declarar un virtual empate y llevar a los tres a la presidencia no parece razonable. Sin embargo, nuevamente, una situación de esta índole debería estar prevista en las leyes electorales y ofrecer salidas democráticas viables y satisfactorias.

Decidir quién de los tres sería el ganador ante un tribunal electoral, es solamente una de muchas otras posibilidades. Por ejemplo, ¿es mejor dejar dicha decisión a un tribunal que permitir una nueva votación de todo el padrón para decidir entre los tres contendientes virtualmente empatados? Una pregunta tan inocente como esta, evidentemente comenzará a disparar muchas otras y de entre ellas se podrán extraer diferentes ideas para proponer *salidas democráticas viables y satisfactorias* que deberían estar contempladas en las leyes.

Para los científicos, cada una de esas salidas es susceptible de estudiarse desde muchos puntos de vista. Para los matemáticos, optimización y teoría de juegos son solamente dos de entre muchos enfoques ante los cuales se podrían abordar *a priori* algunas de las posibilidades más inmediatas. Hay mucho trabajo

interdisciplinario por organizar y coordinar con el fin de llevar, a la postre ante los legisladores, una propuesta de ley que con todo rigor haya sido previamente estudiada y probada -que en este contexto puede significar *modelada y simulada* en un marco que incluye evidentemente un trabajo matemático importante. Entre otras cosas, lo que esto requeriría es que los legisladores pudieran nutrirse de los beneficios del conocimiento científico y tecnológico antes de considerar la aprobación de una ley como la de este ejemplo.

El punto a resaltar es que hay matemáticas involucradas a muchos niveles a lo largo de un proceso electoral. Desde un hipotético estudio que pudo haberse hecho *a priori* sobre las posibles "mejores salidas" o alternativas que deberían ofrecer las leyes ante circunstancias extremas y especiales, hasta los muestreos, conteos rápidos y transmisión en línea de las tendencias de los votantes durante el día de las elecciones. Además, resulta muy importante contemplar los efectos del flujo moderno de información que tiene lugar a través de las redes sociales por su capacidad de influir instantáneamente en muchas opiniones y cambiar tendencias o producir movimientos o manifestaciones públicas importantes.

Este es un buen momento para referirme concretamente al congreso "Ciencia y Humanismo" organizado por la Academia Mexicana de Ciencias en enero del 2012 y dentro del cual se realizaron diferentes ciclos de conferencias en las diversas áreas de las ciencias y de las humanidades. En la sección dedicada a las matemáticas, por ejemplo, el motivo temático fue precisamente el de transmitir el mensaje de que hay matemáticas que aprender y entender en todas partes y a todos los niveles de la vida diaria. Así, por ejemplo, se hizo patente que "hay simetría en todas partes", "hay geometría en todas partes", "hay complejidad en todas partes", "hay caos en todas partes", como es el caso de prácticamente todas las ramas de la matemática básica.

En particular, la ponencia del Dr. José Antonio de la Peña, versó precisamente de la importancia de comprender y modelar matemáticamente el comportamiento y la

dinámica de las redes sociales. Comprender la diseminación de opiniones a través del internet y de las redes informáticas viene al caso en el marco del ejemplo de los diputados plurinominales porque uno puede encontrar en [YouTube](http://www.youtube.com/watch?v=m4nN9R757Q8&feature=youtu.be) un video de un conocido comentarista y conductor de un noticiero de televisión en el que se expresa vehementemente en contra de la existencia de los diputados plurinominales (Ref:

<http://www.youtube.com/watch?v=m4nN9R757Q8&feature=youtu.be>).

De aquí surge la reflexión de ahora, *a posteriori*, puede resultar muy difícil explicarle a la población -y en especial, al sector de seguidores del noticiero conducido por este comentarista- la potencial importancia de contar con alternativas como la de los diputados de representación proporcional. El punto es que, aún centrándose en el ejemplo hipotético expuesto en el primer párrafo de esta presentación, con los datos numéricos manejados para que el argumento resulte elocuente, una vez que un popular comunicador de los medios masivos emite una opinión, ésta influye tan fuertemente en la opinión pública que intentar cambiarla apelando a una información más completa, o mejor fundamentada, puede ser prácticamente imposible; independientemente de contar con la evidencia documentada -como en este ejemplo- de que el comentarista omitió tocar aristas relevantes para el tema sobre el que opinó.

En una declaración reciente, el Dr. José Antonio de la Peña también señaló que "la información vasta e inteligente es quizá la mejor herramienta para que la sociedad pueda asegurar un futuro de libertad y democracia" y que "una buena educación en matemáticas puede contribuir a la creación de ciudadanos críticos y apoyar los ideales democráticos" (Ref: La Jornada Jueves 31 de mayo de 2012). Cabe mencionar que estos puntos de vista llevan ya mucho tiempo expresándose en diferentes países con el fin de influir en las directrices que deben seguir las políticas de Estado en materia de educación en general, y del aprendizaje de las matemáticas en particular.

Un ejemplo paradigmático es quizá el del Dr. Mogens Niss de la Universidad de Roskilde en Dinamarca. Hace más de diez años él estuvo a la cabeza de un gran proyecto nacional llamado *Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics; The Danish Kom Project* cuyo objetivo era cambiar el enfoque educativo de las matemáticas a fin de que, en lugar de centrar la atención en el aprendizaje de temas específicos, pudiera privilegiarse el desarrollo de habilidades como el pensamiento lógico, la abstracción, la modelación, el planteamiento y la resolución de problemas, entre otras. (Ref: http://w3.msi.vxu.se/users/hso/aaa_niss.pdf). En la opinión de Mogens Niss, "la democracia es una broma si los ciudadanos son analfabetos en matemáticas."

Otro punto de llamar la atención es el hecho de que desde hace diez años, se haya abordado seriamente en Dinamarca el problema de la enseñanza de las matemáticas bajo una iniciativa de la mayor importancia nacional. Desde hace años también, otros países en el mundo se comenzaron a mover con gran velocidad y altísima prioridad en la dirección de concertar inversiones conjuntas, gubernamentales y privadas, con el propósito de mejorar la educación de las matemáticas en particular y desarrollar los potenciales talentos a fin de conseguir, en un plazo relativamente corto, más y mejores científicos. En EEUU, por mencionar un ejemplo cercano, la empresa ExxonMobil comprometió más de 100 millones de dólares en respaldo de la Iniciativa Nacional en Matemática y Ciencia del gobierno de ese país (ver http://www.exxonmobil.com/corporate/community_ed_math_nmsi.aspx o http://www.exxonmobil.com/corporate/community_ed_math_focus.aspx).

Un país que aspira a desarrollar tecnología que resuelva problemas y que mejore la vida de sus ciudadanos debe prestar atención al fortalecimiento de las ciencias básicas y a la formación de profesionales de la matemática. México tiene una planta de investigación científica básica muy pequeña aún y, en particular, el número de matemáticos activos en investigación o en aplicaciones tecnológicas, es preocupantemente reducido. Por ejemplo, podemos estimar que hay menos de

mil matemáticos acreditados por el Sistema Nacional de Investigadores, lo cual contrasta enormemente con el siguiente dato: en Estados Unidos se gradúan precisamente cerca de mil doctores al año en matemáticas puras o aplicadas.

En diversas ocasiones los matemáticos mexicanos hemos insistido en que nuestra disciplina es una piedra fundacional de las ciencias básicas y una de las principales herramientas de las ciencias aplicadas y las ingenierías. Es un hecho que los países con economías competitivas y poseedores de un gran desarrollo tecnológico son también los que han mantenido un apoyo firme al desarrollo de sus ciencias básicas; su filosofía es clara en tanto que obtienen tecnología sólida respaldada por principios científicos bien fundados. De hecho, no debe sorprendernos que la matemática respalde el funcionamiento de prácticamente todos los artefactos e instrumentos con los que interactuamos a diario.

La matemática permite modelar muy diversos fenómenos y procesos de la realidad. La matemática permite también simular experimentos que podrían ser muy costosos si se llevaran a cabo en la realidad. Esos modelos y simulaciones permiten predecir resultados, tendencias e incluso comportamientos humanos que develan patrones colectivos que, a su vez, pueden resultar determinantes para la toma de decisiones en diversos ámbitos.

Contando con datos adecuados es posible pronosticar la manera en que se puede diseminar una enfermedad como la influenza; es posible pronosticar la producción que tendrá un grupo de yacimientos petroleros y es posible también predecir los movimientos y comportamiento de los mercados, sólo por citar algunos ejemplos. Es más, se pueden estructurar modelos o anticipar resultados, con grandes márgenes de confiabilidad, para tomar decisiones urgentes o ahorrar costos, aún cuando no se cuente con suficiente evidencia empírica.

Los matemáticos resuelven problemas cuyas soluciones asisten a los tomadores de decisiones a aplicar políticas, a tomar medidas, o a corregir rumbos de una

manera científicamente respaldada y tan verídica o confiable como resulte la calidad de la información o los datos empleados para implementar el modelo o simulación correspondiente. Piénsese en medidas de sanidad ante una epidemia, o en estrategias de inversión y recuperación económica ante una caída de los mercados, o en cómo optimizar o limitar la explotación de ciertos recursos naturales favoreciendo la renovación de los mismos.

Las matemáticas están verdaderamente en todas partes y detrás de todo lo que vemos, tenemos y hacemos en el día a día, a pesar de que el grueso de la población no tenga una conciencia clara de ello. Es a base de matemáticas que se desarrollan incontables dispositivos o sistemas para ahorrar energía, para ordenar y organizar el tráfico de vehículos de todo tipo (eg, en puertos marítimos, puertos aéreos, calles de una ciudad, transporte colectivo, redes ferroviarias, etc.), para optimizar todo tipo de líneas de producción o de explotación de recursos naturales, para predecir todo tipo de situaciones: desde cambios en los movimientos comerciales o financieros, hasta el comportamiento o evolución de posibles catástrofes naturales como incendios, terremotos, tsunamis o epidemias.

Y a diferencia de lo que sucede en países con economías robustas y altos niveles de desarrollo industrial y tecnológico, en los que la profesión matemática goza de un gran prestigio y reconocimiento por parte de los gobiernos y los ciudadanos y en los que existen inversiones e iniciativas importantes que de manera continua fortalecen y hacen avanzar el conocimiento en las diferentes ramas de dicha disciplina, en México aún tenemos que estar justificando hasta la necedad la importancia y pertinencia de capacitarnos todos mucho mejor para recurrir a la matemática; ya no digamos de invertir en grandes proyectos, sino de cubrir y atender las necesidades más elementales. De hecho, los inversionistas y empresarios mexicanos están lejos aún de asimilar la importancia de contar con cuadros de investigación básica y aplicada que fortalezcan y garanticen la sustentabilidad y las bases de sus inversiones y empresas; en términos reales

estamos muy lejos aún de integrarnos cabalmente a la cultura de la llamada sociedad del conocimiento.

Para corregir oportunamente esta situación, resulta fundamental contar con una política inteligente y congruente, con objetivos claros en materia de educación y de desarrollo científico y humanístico, que a la postre permita conseguir y garantizar una mayor independencia tecnológica de México, así como activar y detonar una economía fuerte que garantice sustentabilidad y generación de empleos, derivando en bienestar y justicia social. El gran reto es no dejar pasar más tiempo y atender esta urgente demanda con determinación y primerísima prioridad. El encuentro "Ciencia y Humanismo" celebrado a principios de este año por iniciativa de la Academia Mexicana de Ciencias nos dio a los matemáticos -como a todos los especialistas de las ciencias y las humanidades en México- la oportunidad de enfatizar la importancia que nuestras actividades tienen para contribuir a un futuro próspero, libre y soberano de nuestra nación.