

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS  
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

**TIC<sup>3</sup>:**  
**MATEMÁTICAS, POLÍTICA Y TECNOLOGÍAS DE  
LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES**

DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN  
COMO ACADÉMICO DE NÚMERO POR EL

**EXCMO. SR. D. DAVID RÍOS INSUA**

Y CONTESTACIÓN DEL  
**EXCMO. SR. D. FRANCISCO JAVIER GIRÓN  
GONZÁLEZ-TORRE**

EL DÍA 27 DE FEBRERO DE 2008



MADRID  
Domicilio de la Academia  
Valverde, 22

Depósito Legal: M-6146-2008

Imprime: Ediciones Clásicas - Ediciones del Orto

San Máximo 31, 4º 8

28041 Madrid.

REPROGRÁFICAS MALPE S. A.

A María Jesús, que siempre estuvo cuando la necesité  
A Susana, Sabela y Ota, con quienes espero estar siempre que me necesiten

# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION: Génesis</b>	<b>1</b>
1.1	Quienes . . . . .	1
1.2	Qué . . . . .	3
<b>2</b>	<b>POLITICA: El Príncipe</b>	<b>5</b>
2.1	Política . . . . .	6
2.2	Gobierno . . . . .	7
2.3	Poder . . . . .	8
2.4	Conflicto . . . . .	9
2.5	Escalada de un conflicto . . . . .	12
2.6	Democracia . . . . .	13
2.7	Equidad . . . . .	14
2.8	Discusión . . . . .	15
<b>3</b>	<b>POLITICA Y TIC: De ratones y hombres</b>	<b>17</b>
3.1	Introducción . . . . .	17
3.2	Gobierno electrónico y democracia electrónica . . . . .	19
3.3	Tendencias en el gobierno digital . . . . .	21
3.4	Opciones tecnológicas para la democracia electrónica . . . . .	23
3.5	La cuestión de la brecha digital . . . . .	25
3.6	Voto electrónico . . . . .	27
3.7	Discusión . . . . .	31

<b>4</b>	<b>MATEMATICAS Y POLITICA: La música del azar</b>	<b>33</b>
4.1	Introducción . . . . .	33
4.2	¿Es posible la democracia? . . . . .	34
4.3	Análisis de conflictos . . . . .	38
4.4	Análisis de Negociaciones . . . . .	41
4.5	Discusión . . . . .	54
<b>5</b>	<b>MATEMATICAS, POLITICA Y TIC: La conquista de la felicidad</b>	<b>55</b>
5.1	Introducción . . . . .	55
5.2	Un marco para el apoyo a la toma de decisiones en democracia participativa . . . . .	60
5.3	Una arquitectura para el apoyo de lademocracia participativa .	65
5.4	PARBUD: Un sistema para el apoyo a la elaboración de pre- supuestos e-participativos . . . . .	70
5.5	Apoyo a decisiones en democracia participativa . . . . .	77
5.6	Discusión . . . . .	82
<b>6</b>	<b>A MODO DE CONCLUSION: Guzmán de Alfarache</b>	<b>85</b>
6.1	<i>ΑΝΘΡΩΠΟΣΑΝΘΡΩΠΩΙΛΥΚΟΣ</i> . . . . .	86
6.2	<i>ΑΝΘΡΩΠΩΙΛΥΚΟΣΛΥΚΩΤΑΤΟΣ</i> . . . . .	87
6.3	<i>ΑΝΟΥΣΗΝΕΓΩΚΑΙΔΙΑΟΣΣΑΕΙΔΟΝ</i> <i>ΔΙΣΑΝΟΥΣΑΝΟΥΣΕΓΕΝΟΜΗΝ</i> . . . . .	88
6.4	<i>ΣΟΦΟΣΗΝΕΓΩΚΑΙΔΙΑΟΣΣΑΕΙΔΟΝ</i> <i>ΔΙΣΣΟΦΟΣΕΓΕΝΟΜΗΝ</i> . . . . .	90
6.5	Conclusiones . . . . .	91
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>93</b>
	<b>CONTESTACION</b>	<b>103</b>

# 1

## INTRODUCCION: Génesis

Excmo. Sr. Presidente,  
Excmos. Sres. Académicos,  
Sras. y Sres.

### 1.1 Quienes

1983. Está bien grabada en mi memoria la primera vez que acudí a esta Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Realizaba por entonces mi primer curso de Matemáticas en la vieja Complutense, en aquella fría aula de la Facultad de Biológicas, cuando el Padre Dou, en su asignatura de Complementos de Análisis Matemático sugirió que acudiésemos al acto de ingreso en esta Casa de D. Javier Etayo, nuestro profesor de Geometría I, miembro de la excelente cuaterna de profesores que aquel año tuve, completada por José Manuel Vegas y Carolina Cuartero. De aquel solemne discurso, recuerdo bien el sentimiento de humildad y modestia que el Profesor Etayo impregnó a su presentación. En ese mismo curso, también ingresó el Profesor Miguel de Guzmán, insigne analista que nos dejó ya, y que también sazonó su discurso de esos sentimientos.

2008. Se produce hoy este momento sumamente gozoso de ingreso, difícil

para mí por mi carácter introvertido. Como temía este momento, y recurriendo a mi formación de estadístico, he realizado un análisis de una muestra de los últimos veinticinco discursos de ingreso, registrando en todos ellos una misma sensación de modestia y no merecimiento de este grandísimo honor. Uno podría considerar esto como un lugar común, pero desde aquí, desde este estrado, créanme que se siente el vértigo de la responsabilidad.

49. El número de la medalla que me ha sido asignada. De nueva creación, no siendo necesario, por tanto, el correspondiente panegírico. Me permitirán aprovechar este tiempo para, por un lado, agradecer el apoyo a los Profesores Girón, siempre dispuesto a apoyarme científicamente y por ende mi receptor en esta casa; Jiménez Guerra, tan buen consejero en todos los aspectos en estos últimos años; y Salinas, desgraciadamente hace poco tiempo desaparecido, que tuvieron a bien presentar mi candidatura. Por otro, este tiempo adicional me da la oportunidad de agradecer el apoyo y las enseñanzas prestadas por los tres Profesores que más me han ayudado a desarrollarme académica y personalmente. En esto he tenido una inmensa suerte: afortunados son los que pueden decir que han tenido un maestro... Yo he tenido tres, y dos de ellos en casa.

Sixto Ríos, mi padre y miembro de esta Real Academia, fue la persona que me introdujo el interés por investigar en general, y por las cuestiones relativas a la ayuda a la toma de decisiones, en particular, a la que he dedicado, en varias direcciones, toda mi carrera. Todo empezó, quizá, hace veintiseis años cuando hablamos del impacto de las ideas de Newton en la Física, y llegamos a la conclusión que nadie había tenido un impacto similar en las Ciencias Sociales. Tal Newton está aún por llegar, y Einstein y...

Simon French, mi tutor de Tesis y Correspondiente extranjero de esta Real Academia, fue la persona que, definitivamente, impulsó mi pensamiento hacia la escuela bayesiana, en la que he desarrollado esencialmente mi investigación en los últimos veinte años. Aunque ya con dudas profundas desde mi curso de Estadística en tercero de Matemáticas, parcialmente resueltas

en la asignatura de Teoría de la Decisión, fue su amenaza de devolverme en el siguiente avión a Madrid, si insistía en realizar una revisión de métodos de ayuda a la decisión no bayesianos, la que me hizo adoptar tal escuela. Incidentalmente, seguí en secreto tal revisión descubriendo fallos lógicos en todos y cada uno de los otros esquemas que revisé.

Sixto Ríos Insua, mi hermano y miembro de la Real Academia de Doctores, me acogió en mi vuelta a España en su grupo de la Universidad Politécnica de Madrid, con el tiempo uno de los mejores de esa universidad y uno de los mejores de Investigación Operativa de nuestro país. Siempre dispuesto a resolver todas mis dudas. Con él aprendí, además, un estilo de dirección de grupo que podríamos denominar de mano invisible, al estilo de Adam Smith, que tan bien funciona en entornos suficientemente excelentes. . .

## 1.2 Qué

Me permitirá el Sr. Presidente proseguir mi discurso introduciendo el tema central del mismo que versa sobre Matemáticas, Política y Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, que han centrado mis intereses recientemente. A ellas me dedico, en la medida de mis posibilidades, promoviendo conceptos, metodologías y tecnologías que permitan distribuir racionalidad en la sociedad y favorecer la participación ciudadana en la toma de decisiones públicas. Así, he desarrollado últimamente en este campo la mayor parte de mi trabajo, desde los programas *Towards Electronic Democracy* de la European Science Foundation y *eDemocracia-CM* de la Comunidad de Madrid. Contemplando la irracionalidad de algunos de los actos políticos recientes, a todos los niveles, uno podría pensar en la aparente desconexión de los temas propuestos. Mi objetivo es mostrar aquí cómo, de hecho, hay íntimas relaciones entre estas tres disciplinas.

Contra lo que quizá muchos opinan, no soy político. Tampoco soy politólogo de formación. Pero las circunstancias de los últimos años me han llevado,



aún no sé si por suerte o por desgracia, a trabajar, siempre como técnico, activamente en la política universitaria, demasiadas veces pequeña política de las miserias humanas. Parfraseando al político-corcho por excelencia, Romano Prodi<sup>1</sup>: *He sido Vicerrector en Móstoles*. En ese contexto y por mi formación en Investigación Operativa y Estadística, especializado en Análisis de Decisiones, he intentado repetidas veces introducir un poco de racionalidad en la toma de decisiones universitaria, no siempre con éxito.

Permítanme, en suma, compartir algunas experiencias, reflexiones y confesiones sobre estas disciplinas.

---

<sup>1</sup>Se atribuye a Prodi, una vez elegido Presidente de la Comisión Europea, justo antes de ir a Bruselas, cuando le preguntaron si no temía a la maquinaria política comunitaria el comentar: *En absoluto, he sido Catedrático en Bologna*

## 2

# POLITICA: El Príncipe

... that this nation, under God, shall have a new birth of freedom – and that government of the people, by the people, for the people, shall not perish from the earth.

Abraham Lincoln, Gettysburg, PA, 1863.

Comenzaré presentando, desde, insisto, mi perspectiva amateur, algunos de los conceptos clave de la política que luego emplearemos en la parte principal de esta memoria. Para hacer referencia a ellos, no utilizaré a los grandes entre los grandes de la Ciencia Política: Aristóteles, Machiavelo, Stuart Mill, Tocqueville o Marx, o, más recientemente, Sartori, Giddens, Bobbio, Duverger, Rawls, Weber, Putnam o Dahl.

En su lugar, utilizaré y adaptaré, por un lado, definiciones de wikipedia<sup>1</sup> como ejemplo de buen funcionamiento de la *inteligencia colectiva* (Levy, 1995) a la que aludiremos después repetidamente. Además, emplearé acotaciones del Quijote, con absoluto respeto por esta obra fundamental, y con mis disculpas por la previsible saturación de la audiencia tras las recientes celebraciones del cuarto centenario de la publicación de su primer tomo. Mi intención aquí no es hacer otra interpretación política del Quijote, pues, seguramente, se ha dicho ya todo del mismo. Solamente deseo ilustrar, es-

---

<sup>1</sup><http://www.wikipedia.org>

pero que de forma amena, con algunos pasajes extraídos de la magna obra, algunos de los principales conceptos políticos sobre los que luego disertaré desde la perspectiva de las matemáticas, y con ayuda de las TIC. Aparte de la obvia motivación cronológica, el emplear el Quijote, dará una idea de la universalidad de los conceptos empleados<sup>2</sup>, a pesar de que los modos políticos hayan cambiado tanto en estos cuatrocientos años. Unimos, así, tradición y modernidad.

## 2.1 Política

En este discurso reflexionaremos sobre distintos aspectos de la política. Esta palabra deriva del griego *polis*, que significa ciudad o estado, y *politeia*, gobierno o constitución: su origen refleja claramente su aspecto público. En wikipedia, se define la política como el proceso y actividad, orientada ideológicamente, de toma de decisiones de un grupo para la consecución de unos objetivos.

El concepto de la política vigente en el Quijote queda bien reflejado en este extracto:

Eso, hermano Sancho, entiéndese en cuanto al gozar la renta; empero, al administrar justicia, ha de atender el señor del estado, y aquí entra la habilidad y buen juicio, y principalmente la buena intención de acertar; que si ésta falta en los principios, siempre irán errados los medios y los fines; y así suele Dios ayudar al buen deseo del simple como desfavorecer al malo del discreto. —No sé esas filosofías —respondió Sancho Panza—; mas sólo sé que tan presto tuviese yo el condado como sabría regirle; que tanta alma tengo yo como otro, y tanto cuerpo como el que más, y tan rey sería yo de mi estado como

---

<sup>2</sup>No todo permanece vigente en el Quijote. Así, en VOL II, CAP XIX, se menciona: *El lenguaje puro, el propio, el elegante y claro, está en los discretos cortesanos, aunque hayan nacido en Majalahonda* que mis convecinos de esa villa no compartirán

cada uno del suyo; y, siéndolo, haría lo que quisiese; y, haciendo lo que quisiese, haría mi gusto; y, haciendo mi gusto, estaría contento; y, en estando uno contento, no tiene más que desear; y, no teniendo más que desear, acabóse; y el estado venga,...

VOL I, CAP L

## 2.2 Gobierno

En gran medida, las políticas viene implantadas de forma efectiva por un gobierno, que es el órgano que tiene la autoridad y el poder para hacer y establecer normas y leyes dentro de un grupo u organización civil, académica o de otra índole, para que ésta tome un rumbo determinado. En su sentido más amplio, gobernar significa administrar o supervisar las actividades de un grupo de personas. Se refiere, típicamente, a la función ejecutiva.

El pasaje del Quijote más relacionado con el gobierno se relaciona con la actuación de Sancho como gobernador de la ínsula Barataria. Sancho resulta ser un buen gobernante, mostrando realismo, ecuanimidad y sentido común en la resolución de los pequeños problemas cotidianos. El gobierno de Sancho se basa, además, en su austeridad<sup>3</sup>, aunque forzada, su inequívoca honradez y su pacifismo. Finalmente, Sancho aprende una lección definitiva: no le compensan los sinsabores del gobierno:

Yo, señores, porque lo quiso vuestra grandeza, sin ningún merecimiento fui a gobernar vuestra ínsula Barataria, en la cual entré desnudo y desnudo me hallo; ni pierdo ni gano. Si he gobernado bien o mal,

---

<sup>3</sup>Un antecesor del hoy llamado buen gobierno, bien reflejado en *Eso no —respondió Sancho— El buen gobernador, la pierna quebrada y en casa. ¡Bueno sería que viniesen los negociantes a buscarle fatigados y él estuviese en el monte holgándose! ¡Así enhoramala andaría el gobierno! Mía fe, señor, la caza y los pasatiempos más han de ser para los holgazanes que para los gobernadores.*

CAP II, VOL XXXIV

testigos he tenido delante, que dirán lo que quisieren. He declarado dudas, sentenciado pleitos, . . . Acometiéronnos enemigos de noche, y, habiéndonos puesto en grande aprieto, dicen los de la ínsula que salieron libres y con victoria por el valor de mi brazo, que tal salud les dé Dios como ellos dicen verdad. . . No he pedido prestado a nadie ni metídomo en granjerías; y aunque pensaba hacer algunas ordenanzas provechosas, no hice ninguna, temeroso de que no se habían de guardar. . . Salí, como digo, de la ínsula sin otro acompañamiento que el de mi rucio. . .

Vol II, CAP LV.

## 2.3 Poder

Uno de los principales conceptos en política es el de poder. El poder tiene muchas facetas, incluyendo, por ejemplo, la influencia y la capacidad de intimidar o el control de una situación de votación. Los sociólogos definen habitualmente el poder como la capacidad de imponer la voluntad propia sobre la de otros. Más generalmente, podríamos definir poder como la capacidad, real o percibida, para producir cambios significativos en las vidas de la gente, a través de las acciones propias o de otros.

Sancho describe bien la debilidad humana por el poder:

Después que bajé del cielo, y después que desde su alta cumbre miré la tierra y la vi tan pequeña, se templó en parte en mí la gana que tenía tan grande de ser gobernador; porque, ¿qué grandeza es mandar en un grano de mostaza, o qué dignidad o imperio el gobernar a media docena de hombres tamaños como avellanas, que, a mi parecer, no había más en toda la tierra?

VOL II, CAP XLII

Señor —replicó Sancho—, yo imagino que es bueno mandar, aunque sea a un hato de ganado.

## VOL II, CAP XLII

En el contexto de esta memoria, cobra especial importancia el poder político como función social conducente a la toma de decisiones para el conjunto de la sociedad, asegurando su ejecución por medio de la autoridad legítima y la supremacía de la fuerza pública. En el análisis político normativo, suelen distinguirse tres dimensiones clave del poder: la capacidad de toma de decisiones, el establecimiento de agendas y la conformación de preferencias.

### 2.4 Conflicto

Otro importante concepto político es el de conflicto, asociado a situaciones en las que las acciones de un individuo, o un grupo, influyen y se ven influenciadas por las de otro, siendo por tanto, casi ubicuo en la actividad política. Lo que hace político a un conflicto es su dimensión pública, cuando afecta a algo más que asuntos privados. Así, en términos políticos, un conflicto se refiere a una situación entre dos o más grupos de personas con metas percibidas como incompatibles, en la que cada grupo busca minar la capacidad del otro para alcanzar sus metas.

En el Quijote se mencionan incluso razones por las que una organización debería entrar en conflicto, lo que da una idea del cambio de valores desde aquellos tiempos:

Los varones prudentes, las repúblicas bien concertadas, por cuatro cosas han de tomar las armas y desenvainar las espadas, y poner a riesgo sus personas, vidas y haciendas: la primera, por defender la fe católica; la segunda, por defender su vida, que es de ley natural y divina; la tercera, en defensa de su honra, de su familia y hacienda;

la cuarta, en servicio de su rey, en la guerra justa; y si le quisiéremos añadir la quinta, que se puede contar por segunda, es en defensa de su patria. A estas cinco causas, como capitales, se pueden agregar algunas otras que sean justas y razonables, y que obliguen a tomar las armas; pero tomarlas por niñerías y por cosas que antes son de risa y pasatiempo que de afrenta, parece que quien las toma carece de todo razonable discurso;

## CAP II, VOL XXVII

El Quijote está lleno de conflictos, la mayor parte de las veces resueltos de forma violenta.

Porque si va a decir verdad, no hace menos el soldado que pone en ejecución lo que su capitán le manda, que el mismo capitán que se lo ordena. Quiero decir, que los religiosos con toda paz y sosiego piden al cielo el bien de la tierra; pero los soldados y caballeros ponemos en ejecución lo que ellos piden, defendiéndola con el valor de nuestros brazos y filos de nuestras espadas; no debajo de cubierta, sino al cielo abierto, puesto por blanco de los insufribles rayos del sol en el verano, y de los erizados hielos del invierno.

## VOL I, CAP XIII

En los conflictos, en general, puede ser necesario adoptar un comportamiento estratégico:

... y advertid que el amor y la guerra son una misma cosa, y así como en la guerra es cosa lícita y acostumbrada usar de ardid y estratagemas para vencer al enemigo, así en las contiendas y competencias amorosas se tienen por buenos los embustes y marañas que se hacen para conseguir el fin que se desea

## VOL II, CAP XXI

En cierto sentido, en esta memoria pondremos el énfasis en la resolución no violenta de conflictos, a través del Análisis de Negociaciones. En algún momento, en el Quijote se dice:

Uno de los mayores trabajos que los reyes tienen, entre otros muchos, es el estar obligados a escuchar a todos, y a responder a todos...

VOL II, CAP VI

También se refleja una de las formas de resolución de conflictos a través del arbitraje:

Finalmente, ellos, como miembros de justicia, mediaron la causa y fueron árbitros della, de tal modo que ambas partes quedaron, si no del todo contentas, a lo menos en algo satisfechas, porque se trocaron las albardas, y no las cinchas y jáquimas; y en lo que tocaba a lo del yelmo de Mambrino, el cura, a socapa y sin que don Quijote lo entendiese, le dio por la bacía ocho reales, y el barbero le hizo una cédula del recibo y de no llamarse a engaño por entonces, ni por siempre jamás amén.

VOL I, CAP XLVI

Un ejemplo muy interesante de resolución no violenta de conflicto se da en la escena en que se describe cómo un padre reparte en vida su herencia entre sus tres hijos. Tenemos así un buen precursor del concepto de división justa, tratada, por ejemplo, en Brams y Taylor (1996).

Y así, llamándonos un día a todos tres a solas en un aposento, nos dijo unas razones semejantes a las que ahora diré: "Hijos, para deciros que os quiero bien, basta saber y decir que sois mis hijos; y, para entender que os quiero mal, basta saber que no me voy a la mano en lo que toca a conservar vuestra hacienda. Pues, para que entendáis desde aquí adelante que os quiero como padre, y que no os quiero destruir como padrastra, quiero hacer una cosa con vosotros que ha muchos días



que la tengo pensada y con madura consideración dispuesta. Vosotros estáis ya en edad de tomar estado, o, a lo menos, de elegir ejercicio, tal que, cuando mayores, os honre y aproveche. Y lo que he pensado es hacer de mi hacienda cuatro partes: las tres os daré a vosotros, a cada uno lo que le tocare, sin exceder en cosa alguna, y con la otra me quedaré yo para vivir y sustentarme los días que el cielo fuere servido de darme de vida.

VOL I, CAP XXXIX

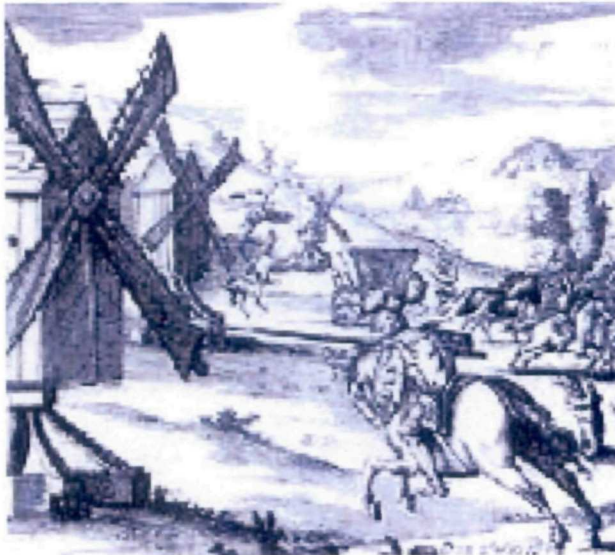


Figura 2.1: Don Quijote resolviendo conflictos

## 2.5 Escalada de un conflicto

El fracaso de una negociación puede conllevar a su escalada para hacerlo más destructivo, agresivo o doloroso. La escalada de conflicto tiene un papel

táctico en el conflicto militar y se formaliza en las reglas explícitas de combate. Hay numerosos ejemplos de escalada de conflictos en la historia. Uno de ellos sería la carrera de armamento entre las dos superpotencias durante la Guerra Fría, que luego analizaremos.

En el Quijote son frecuentes las escaladas de conflictos, pues no asustan al caballero ni los enormes gigantes, ni la batalla desigual. No importa que a cada empeño pueda seguir un fracaso: lo que confiere valor a la acción es el objetivo perseguido, no los resultados, y el fracaso siempre se atribuye a factores externos a la propia acción. Así cuando tras la victoria sobre el vizcaíno, Sancho reclama el gobierno de la ínsula, Don Quijote le contesta:

Advertid hermano Sancho que estas aventuras y las de a ésta semejantes no son aventuras de ínsulas, sino de encrucijadas, en las cuales no se saca otra cosa que sacar rota la cabeza, o una oreja menos.

VOL I, CAP XX

## 2.6 Democracia

La democracia, literalmente "poder del pueblo", del griego *demos*, pueblo, y *kratos*, poder, es una forma de gobierno para un estado, o una organización, en la que todos los ciudadanos tienen igual voto o voz a la hora de configurar la política o elegir gobernantes. Aunque suele aplicarse en el contexto de estados, los principios son aplicables a otros organismos como universidades, sindicatos, organizaciones cívicas, . . . Hay numerosas definiciones, pero es especialmente interesante la debida a Abraham Lincoln en su discurso de Gettysburg que encabeza este capítulo.

El Quijote discurre en tiempos de vasallaje, muy alejados de la democracia: Cervantes escribe en la España decadente de los últimos Austrias, de las devaluaciones constantes, con una economía por los suelos tras la expulsión de judíos y musulmanes, con una sociedad crispada, carente de ad-

ministradores eficientes, . . . Una España de pícaros, mendigos y aristócratas despiadados. Así, sin entrar en excesivos detalles, no encontramos en el Quijote características típicas de una democracia como, por ejemplo, la autoridad emanada del pueblo; la representación; la consulta; la participación; la responsabilidad frente al pueblo; o la presencia de la sociedad civil.

La democracia, además, conlleva ciertos valores. Uno de los centrales se refiere al valor del individuo, que tiene algunos derechos básicos: la libertad de expresión y reunión; el derecho a organizarse; la imposibilidad de arresto arbitrario; la libertad de movimientos y de religión; el derecho a cierto grado de privacidad personal. Estas libertades individuales se apoyan en estructuras institucionales tales como la separación de poderes y la independencia del poder judicial. Además, el sistema legal debe proteger los derechos de los individuos, incluidos los de las minorías.

Prácticamente todos estos valores están ausentes del Quijote. Sin embargo, algunos autores han querido ver otros valores democráticos, más sutiles, en el mismo. Un ejemplo sería el diálogo constante entre Sancho y Don Quijote, a pesar de ser tan diversos. Sancho, de hecho, introduce en sus diatribas con Don Quijote el tema central del gobierno democrático:

No todos los que gobiernan vienen de casta de reyes. . .

Y Don Quijote confirma sus palabras:

Innumerables son aquellos que de baja estirpe nacidos, han subido a la suma dignidad pontificia e imperial. . . La sangre se hereda y la virtud se aquista, y la virtud vale por sí sola lo que la sangre no vale.

VOL II, CAP XLII

## 2.7 Equidad

Otro de los principios que esperamos en una democracia es el de equidad, un principio general del derecho íntimamente ligado a la justicia. En el

Diccionario de la Lengua Española, la equidad se define como:

Propensión a dejarse guiar, o a fallar, por el sentimiento del deber o de la conciencia, más bien que por las prescripciones rigurosas de la justicia o por el texto terminante de la ley.

Frente a la justicia, que es universal, pero no siempre puede tener en cuenta los casos concretos en su aplicación, la equidad corregiría la omisión o el error producido o la aplicación rigorista de la legislación. Estas ideas se reflejan bien en los consejos que Don Quijote da a Sancho Panza sobre cómo comportarse en tanto que gobernador de la ínsula:

Cuando pudiere y debiere tener lugar la equidad, no cargues todo el rigor de la ley al delincuente, que no es mejor la fama del juez riguroso que la del compasivo. Si acaso doblares la vara de la justicia, no sea con el peso de la dádiva, sino de la misericordia.

VOL II, CAP XLII.

## 2.8 Discusión

He revisado algunos de los principales conceptos de la política que serán relevantes en la discusión que haré después en la que, sucesivamente, describiré el impacto de las TIC en la política, la aplicabilidad de las matemáticas en la misma y, finalmente, un marco que combina aspectos de las tres disciplinas para promover mejoras en la toma de decisiones públicas.

Si por un momento reflexionan sobre lo aquí considerado, observarán que al hablar de política nos hemos referido, en esencia, a la toma de decisiones por grupos, el terreno del Análisis de Decisiones y de Negociaciones.

# 3

## POLITICA Y TIC: De ratones y hombres

Can technology save democracy?

T. Westen. National Civic Review

Technology is killing democracy.

P. Bobbit. The Shield of Achilles

These tools should be our best, and, last hope to increase participation in American politics to a healthy level.

G. Browning. Electronic Democracy

### 3.1 Introducción

Han pasado cuatrocientos años. Varias revoluciones políticas y sociales, centenares de guerras y miles de batallas que nos llevan a un mundo en el que una parte demasiado grande de la Humanidad sigue viviendo bajo la pesada bota del fundamentalismo dogmático en sus distintas formas y sólo una parte menor vive bajo regímenes democráticos.

La democracia es la base de la civilización occidental moderna. Sus principios de libertad, justicia y equidad han sido preconizados y perseguidos durante siglos. Hoy en día, la democracia se enfrenta a un nuevo reto, esta

vez positivo: el crecimiento de Internet y las omnipresentes telecomunicaciones parecen posibilitar una era de democracia electrónica. Sin embargo, la mayoría de los conceptos hasta ahora presentados e implementados en este campo se corresponden, simplemente, a usos políticos tradicionales con tecnologías modernas. Revisaré ahora, brevemente, el impacto que la revolución de las TIC pueden tener sobre la política, lógicamente con énfasis en los conceptos y modos democráticos.

Estamos en tiempos de cambio. Un cambio sometido a fuerte debate que intenta aplicar las TIC a nuestra vida política, como previamente se introdujeron en los negocios, la educación o las artes, revolucionando estos campos. Un debate que podría llevar a que la política, tal y como hoy la conocemos, cambie. El mundo del siglo XXI está siendo testigo de la transición de una sociedad analógica a una digital; de una sociedad atada a una móvil; de una sociedad aislada a una (inter)conectada; de una sociedad genérica a una que pone el énfasis en lo personalizado; de una sociedad de consumidores a una de creadores; en fin, de una sociedad cerrada a una abierta. No sorprende, por tanto, que esta tendencia digital esté afectando las facetas políticas de nuestras vidas y se estén debatiendo conceptos como e-democracia, e-gobierno, e-administración,... a la vez que se implementan en varias direcciones, al existir una demanda creciente por la participación en los procesos públicos de toma de decisiones.

Son numerosos los autores que han discutido sobre la posibilidad de apoyar con tecnologías on-line los procesos democráticos y cómo Internet cambiará la forma en que los ciudadanos podrán participar en los procesos legislativos y de toma de decisiones. Los gobiernos son conscientes de ello y se han puesto en marcha diversas iniciativas al respecto. Como ejemplo sencillo, el gobierno de la Universidad Rey Juan Carlos ha estado aceptando sugerencias vía Internet para la elaboración de su Plan Estratégico 2005-2010, de parte de cualquier miembro de la comunidad universitaria. El propio Gobierno de España, en una de sus primeras actuaciones (y rectificaciones) de la legis-

latura actual, anunció que se utilizaría el voto electrónico en el referéndum para la aprobación de la Constitución Europea, en aras de aumentar la participación. Sin embargo, posteriores informes técnicos y legales sugirieron que aún no se hiciera y se limitase, a lo sumo, a una experiencia piloto.

Ciertamente, podríamos ver Internet no sólo como una oportunidad para aproximar gobernantes y gobernados, sino para crear y difundir conocimiento entre los ciudadanos. Pensemos, por un momento, que nuestras actuales instituciones democráticas proceden de una era en la que las comunicaciones y el transporte eran difíciles y costosas, en tiempo y dinero. En consecuencia, con los años, los políticos han desarrollado un estilo en el que, salvo en tiempos de campaña, mantienen escasa relación con los ciudadanos. Nuestras instituciones han quedado desfasadas, puesto que no se han beneficiado de las nuevas tecnologías en un sentido social. Pensemos, por ejemplo, en los escándalos del voto mecánico en Florida durante las elecciones presidenciales USA entre Bush y Gore o las críticas al sistema de voto por correo desde Latinoamérica en las últimas elecciones autonómicas gallegas.

Parece, pues, plausible que la política cambie por las TIC, como, de hecho, está empezando a suceder, aunque, por el momento, insistimos, se limite al empleo de las mismas para adaptar usos políticos convencionales: voto electrónico, en lugar de voto por papel; voto por Internet o por televisión interactiva, en lugar de votar en persona *in situ* o por correo; uso de páginas web y envío masivo de correo electrónico para convocar manifestaciones, los denominados flashmobs, en lugar de utilizar carteles o pintadas o pasquines;...

## **3.2 Gobierno electrónico y democracia electrónica**

La propia red es una abundantísima fuente de información sobre las relaciones entre TIC y política. Hace unas horas, Google proporcionaba 3.000.000 de

entradas sobre democracia electrónica y más de 28.000.000 sobre gobierno electrónico. En este maremagno, encontramos contribuciones de carácter sociológico, político, ético o tecnológico, aunque, en general, tienden a tener escaso valor desde un punto de vista académico, sugiriendo que se trata de un tema aún en su temprana infancia, poco maduro, en el que hay mucho por resolver.

No he escogido los términos anteriores (e-democracia, e-gobierno) por casualidad, sino porque son los más populares en este contexto, dejando aparte el de voto electrónico. La relación entre ellos es la misma que cuando eliminamos el calificativo electrónico de los mismos (democracia, gobierno). Es fácil así pensar en situaciones con mucho e-gobierno y poca e-democracia. En ambos casos, se trataría de suministrar información al receptor que, en el caso del e-gobierno, se ve como un cliente con el que hay que interactuar, mientras que en el de la e-democracia, se le interpreta como un ciudadano al que hay que involucrar. Son, en cualquier caso, numerosos los paralelismos entre e-gobierno y e-democracia. El siguiente cuadro muestra algunos de ellos, en relación con sus usos posibles:

	Gobierno electrónico	Democracia electrónica
Información	Descarga de solicitudes, información sobre leyes,...	Descarga de programas políticos, páginas de partidos,...
Comunicación	Formularios electrónicos para iniciar un proceso administrativo,...	Correo electrónico a representantes, foros de discusión políticos,...
Transacción	Pago de impuestos, acceso a bibliotecas públicas,...	Voto, iniciativas,...

A nivel más fundamental, están las cuestiones relativas a acceso, equidad e infraestructura. Sin embargo, la democracia electrónica plantea cuestiones



esenciales acerca de la naturaleza del gobierno y la toma de decisiones en el estado, así como el papel de los ciudadanos en estos procesos, algo que no se hace en trabajos relativos al gobierno electrónico.

### **3.3 Tendencias en el gobierno digital**

Los términos escogidos de democracia y gobierno electrónicos forman parte del bagaje de palabras de moda en este campo que, en términos generales, propugna el uso de las TIC para mejorar los procesos y sistemas de gobierno y administración. Desde una perspectiva académica, del análisis de los proyectos que se incluyen, por ejemplo, en la iniciativa de gobierno digital de la National Science Foundation, detectamos tres grandes direcciones que presentamos aquí brevemente.

#### **3.3.1 Desplegar información en la web**

Una primera forma de implicar a los ciudadanos es informarles mejor a través de la web. En un sentido ex-post, incluyendo toda la legislación y peticiones del gobierno en webs gubernamentales. Los gobiernos producen enormes cantidades de información y una parte creciente de ella está disponible a través de sus webs, que ayudan a buscar legislación sobre la implantación de una empresa, explican cómo realizar nuestra declaración de la renta,... En sentido ex-ante, incluyendo toda la información y bases de datos estadísticos relevantes en el proceso de toma de decisiones, como la EPCRA de la EPA. Efectivamente, los Institutos Oficiales de Estadística (el IECM, el INE, el EUROSTAT,...) proporcionan en sus web cantidades ingentes de datos de los que poder extraer información para tomar decisiones, si se tiene acceso a herramientas estadísticas adecuadas, para tomar decisiones. Un problema de esta aproximación es que, en caso contrario, los datos serían crudos y, por tanto, no muy informativos. Incluso, podrían ser mal comprendidos y

utilizados. Como dice Sartori (2002):

Tener mejor acceso a la información no implica, necesariamente, mejor conocimiento.

### 3.3.2 Administración electrónica

Otra forma de implicar a los ciudadanos es a través de la e-administración. Estas ideas son una traducción de los conceptos del negocio electrónico al contexto de la administración: el partido político gobernante quiere permanecer en el poder tras las siguientes elecciones y, por tanto, necesita mantener a los ciudadanos satisfechos. Si bien, por regla, casi todos los gobiernos de los países avanzados tienen webs corporativas, a menudo no son demasiado útiles, según informes recientes de Naciones Unidas<sup>1</sup>. Con objeto de acercarse al ciudadano a través de éstas, la opción más comúnmente desarrollada es la de facilitarles tareas administrativas a través de la web, mediante ventanillas únicas electrónicas que intentan agilizar los procedimientos administrativos mediante la gestión total o parcial a través de procesos TIC transparentes al usuario.

Como ejemplo, podemos reseñar el proyecto desarrollado para la Comunidad de Madrid por un equipo de investigación multidisciplinar de la Universidad Rey Juan Carlos, para la descripción de todos sus procedimientos, su simplificación y la realización de una descripción del proceso telemático necesario para su implementación vía web. Este facilita toda la relación administrativa con los madrileños, desde la petición de plaza en un colegio público, a la obtención de una licencia de caza, etc... evitándose, así, largas colas, complicados menús telefónicos o retrasos en el correo.

---

<sup>1</sup><http://www.unpan.org>

### **3.3.3 La participación ciudadana**

Quizá la vertiente menos desarrollada y, probablemente, la más controvertida sea la de la participación ciudadana, con ayuda de las TIC, en los procesos de toma de decisiones públicas. Ya hemos mencionado el e-voto o el voto por Internet, pero existen muchas otras posibilidades, que describiré aquí. Será éste uno de los temas centrales de este discurso.

## **3.4 Opciones tecnológicas para la democracia electrónica**

Las TIC proporcionan numerosas herramientas con enorme potencial para enriquecer la democracia, entre las que se incluyen, no sólo tecnologías relacionadas con Internet, sino también relacionadas con otros campos, como la Inteligencia Artificial o la seguridad informática. Una somera reflexión, nos lleva a recordar las siguientes:

- Internet, por ejemplo para posibilitar el voto remoto.
- Redes Privadas Virtuales, por ejemplo para limitar el acceso a una base de datos de contenido político.
- Buscadores, por ejemplo para encontrar información sobre un tema político de interés.
- Correo electrónico, para comunicarnos con nuestros representantes.
- Nuevos servicios de telefonía para, por ejemplo, convocar manifestaciones mediante la transmisión de mensajes.
- La televisión digital interactiva, para hacer sondeos en menor tiempo.
- Criptografía y seguridad informática, para proteger la información relativa a una votación.

- Tecnología de toma de decisiones en grupo, para apoyar las decisiones de un grupo distribuido en la red.
- Minería de datos, para determinar perfiles de participantes en un foro electrónico.

Como ejemplo práctico, es interesante describir los métodos empleados en la campaña de Howard Dean en las primarias demócratas de 2003, quizá uno de los mayores catalizadores recientes del uso de las TIC en la política. Así, entre otros, se menciona en la descripción del diario de campaña de Joe Trippi (2004) el empleo de blogs, por primera vez, para informar del desarrollo de la campaña; el empleo de los mismos, y otros como correo electrónico, para obtener financiación; el desarrollo de una comunidad virtual o el despliegue de una red inalámbrica ad hoc en Central Park para transmitir en la red un mitin.

Las aplicaciones, potenciales o reales, de las TIC a la democracia son ciertamente muy numerosas. Algunas de estas posibilidades son más ambiciosas que otras. Algunas no se refieren, en realidad, a la democracia electrónica, sino que van en la línea de hacer más eficientes los procedimientos tradicionales. En nuestra opinión, y aunque las tecnologías que automatizan e informan son importantes y útiles, son de menos interés que aquéllas con posibilidades de cambiar la naturaleza de la democracia. Podemos, de hecho, agruparlas según la siguiente clasificación adaptada de la que Scott Morton (1991) hace, en general, de las nuevas tecnologías:

1. *Tecnologías que automatizan procesos.* Incluyen al voto electrónico, por ejemplo, utilizando dispositivos en los colegios electorales, como se hace ya en Brasil o Estados Unidos, y ciertas formas de voto on-line, como se ha hecho ya en Estonia. Tales tecnologías proporcionan una versión más efectiva y eficiente que la práctica existente. Permiten también otros procesos como el registro on-line de votantes, en países donde es

necesario. También se puede incluir aquí la realización de encuestas y sondeos electrónicos.

2. *Tecnologías que suministran una mejor información*, que incluye desde la publicación de actas, la transmisión de reuniones de representantes por videoconferencia o la disponibilidad de bases de datos on-line, hasta paseos virtuales por proyectos de planes de desarrollo. Incluye también el uso de webs por partidos políticos y asociaciones para informar de sus opciones, con sus correspondientes foros de discusión política con funcionarios y políticos.
3. *Tecnologías que transforman, de algún modo, los procesos democráticos*. Incluyen las consultas on-line, la toma de decisiones por grupos on-line y las discusiones públicas generales sobre las políticas legislativas. Llevado a un extremo, tendríamos la legislación directa por parte de los ciudadanos, como en el antiguo modelo ateniense.
4. *Tecnologías que cambian la escala de los procesos*. Un buen ejemplo serían los referenda on-line. Muchos países realizan referenda ocasionalmente. Algunos, como Italia o Suiza, varios en un año. La reducción de costes obtenidos a través de su implementación electrónica podría tener un impacto significativo en los procesos democráticos. En un sentido similar, se pueden considerar las campañas electrónicas, incluida la captación de fondos o el envío de mensajes a simpatizantes y militantes. Por simetría, puede considerarse la posibilidad de aumentar los efectos de una campaña de lobby, a través del lobby electrónico.

### **3.5 La cuestión de la brecha digital**

Una hipótesis de partida en una democracia electrónica se refiere al acceso a las TIC, que debería ser universal. Sin embargo, permanece como

un obstáculo, puesto que la penetración en los hogares de Internet, incluso en los países más avanzados del primer mundo es aún limitada. Naciones Unidas realiza anualmente un estudio sobre el nivel de desarrollo tecnológico de las naciones del mundo, con especial énfasis en los aspectos del gobierno electrónico, basado en los denominados índices de disponibilidad para el e-gobierno y de e-participación. De la información allí recogida, tomamos algunas estadísticas sobre disponibilidad de ordenadores por persona, acceso a banda ancha y número de líneas telefónicas, incluyendo a las naciones mejor situadas, a España y a alguna naciones peor situadas, ver Cuadro 3.1.

País	PC's/1000 pas.	Internet/1000 pas.	Líneas teléfono/1000 pas.
Australia	515.8	427.2	538.6
Dinamarca	576.8	465.2	695.8
Suecia	561.2	573.0	720.2
EE.UU.	625	537.5	658.9
...	...	...	...
España	168.2	193.1	459.8
...	...	...	...
Bolivia	22.8	21.7	67.6
Brasil	74.8	82.2	223.2
China	19	46.0	166.9

Tabla 3.1: Estadísticas de penetración de Internet.

En ellas puede observarse cómo España aún debe desarrollar muchísimo sus infraestructuras para llegar a alcanzar el nivel de preparación para los procesos de e-gobierno y e-democracia de otros países. Análogamente, dentro de nuestro informe eProdat<sup>2</sup> mostramos la divergencia que hay entre las distintas comunidades autónomas de nuestro país.

<sup>2</sup><http://www.eprodat.org>

La situación, lógicamente, es aún más dramática en el tercer mundo, donde cientos de millones de personas ni siquiera han hecho una llamada telefónica en su vida. Es interesante analizar en detalle la situación en Estados Unidos, indudablemente un país mucho más avanzado tecnológicamente que el nuestro. Allí, se comprueba que la población blanca tiene acceso a la red en mayor proporción que la población negra o latina y que, además, su acceso es de mayor calidad. De hecho, algunos grupos como el Voting Integrity Project han promovido quejas frente al uso de Internet para votar, pues indican que la votación resultaría mucho más complicada para algunos grupos de población.

En los últimos años se ha venido acuñando el término *brecha digital* para definir tal situación, que separa a la población rica de la pobre, a la joven de la adulta, a la urbana de la rural, en fin, a la cultivada de la inculta. La democracia electrónica podría, por tanto, potenciar una nueva desigualdad social. Basta comparar un agricultor jubilado de un pequeño pueblo del interior de Paraguay, frente a un estudiante de ingeniería de Duke University. En este sentido, hay un verdadero peligro de que las TIC, a la vez que realcen y enriquezcan la democracia para algunos, puedan aislar, aún más, a los grupos más vulnerables. De la importancia de esta cuestión nos da una idea el hecho de que Naciones Unidas tenga programas especiales para ayudar a los países subdesarrollados a reducir la brecha digital o que su mitigación sea una de las líneas estratégicas del plan i2010.

### **3.6 Voto electrónico**

No podemos dejar este capítulo sin hacer una referencia algo más detallada al voto electrónico, la aplicación más glamurosa de las TIC a la política. De hecho, la relevancia de las votaciones en nuestras instituciones ha hecho que las principales aplicaciones de las TIC a la facilitación de los procesos democráticos se hayan concentrado en el campo de las votaciones. Hoy en día,

la mayoría de procesos electorales en el sector público en el mundo involucran tecnología informática en la fase de recuento de los votos, para el escrutinio provisional y la difusión de datos. Esta informatización es la que permite que podamos disfrutar de los resultados finales de las elecciones pocas horas después del cierre de los colegios electorales.

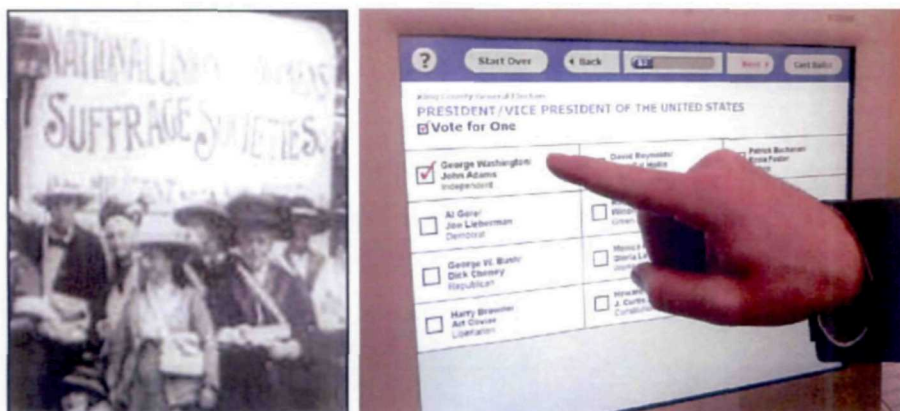


Figura 3.1: Dos avances en la historia del voto

Pero en tiempos recientes, se ha ido más allá y se ha intentado automatizar, en varios sentidos, el acto de votación: los avances tecnológicos están favoreciendo que se introduzca la posibilidad de un cambio de paradigma, el uso de tecnología en la propia captación de los votos. Es en este tipo de situaciones en las que hablamos de votación electrónica, que el grupo ad hoc constituido por el Consejo de Europa (2005) define como *una elección o referéndum que conlleva el empleo de medios electrónicos para, al menos, la emisión del voto*.

Se han dado diversas razones para promover estos nuevos sistemas de votación. Entre las que el mencionado grupo del Consejo de Europa ha



recogido se incluyen:

- posibilitar a los votantes emitir su voto desde un lugar distinto del colegio electoral en su distrito;
- facilitar la emisión del voto por el votante;
- facilitar la participación en elecciones y referenda de todos los que deben votar, en particular de los ciudadanos que vivan o se encuentren en el extranjero;
- aumentar las posibilidades de acceso de los votantes con discapacidades y dificultades físicas para estar presentes en el colegio electoral;
- reducir, a medio plazo, los costes asociados a una elección o un referéndum;
- proporcionar los resultados de la votación con más rapidez y fiabilidad;
- alinear la votación con los nuevos desarrollos de la sociedad y el empleo creciente de las TIC, como medio de comunicación y compromiso cívico con la democracia;
- aumentar la participación, al proporcionar canales adicionales de votación.

Respecto a este último posible beneficio, debemos indicar que modernizar la forma en que la gente puede votar no mejorará, por sí misma, la participación democrática. Quizá cuando se popularicen, y se salven los riesgos que aquí recordaremos, permitan aumentar las tasas de participación en elecciones, en algunas ocasiones tan bajas, como comenta Browning (2002) para Estados Unidos en la nota que recogemos en la introducción. Nuestra convicción es que en un futuro no demasiado lejano, todas las votaciones en países suficientemente desarrollados tecnológicamente se harán a través de la red.

Existen dos grandes grupos de sistemas de voto electrónico: presenciales y remotos. En los primeros, el votante debe desplazarse a un recinto electoral tradicional y estaríamos hablando de voto puramente electrónico o electrónico presencial. Son los sistemas también denominados de registro digital electrónico, basados en pantallas táctiles, teclados, . . . En los sistemas remotos, o telemáticos, se utiliza una red de comunicaciones, típicamente Internet, para transportar el voto desde el lugar donde se encuentra el votante, hasta una urna digital remota.

Para considerarse realmente una herramienta de modernización del servicio público, el voto electrónico debe, como mínimo, respetar las exigencias básicas que se hacen a un sistema de voto, que deberían constituir el punto de partida para el diseño del sistema. Estas se agrupan en cuatro categorías principales:

1. *Registro de votantes.* Un sistema de voto necesita tener asociado una base de datos, o registro de electores, que garantice que las personas que tengan legalmente derecho a votar puedan hacerlo y que lo hagan una sola vez.
2. *Autenticación de votantes.* En un sistema de voto, el votante tiene que poder identificarse como tal. En el caso electrónico, la autenticación podría realizarse con la ayuda de uno o más mecanismos como una contraseña, una firma electrónica, una tarjeta electrónica que contenga datos personales, datos biométricos, . . .
3. *Confidencialidad del voto.* La transmisión del voto desde la ubicación del votante hasta la urna debe estar protegida, no teniendo que ser posible ninguna modificación ni publicación de los datos enviados.
4. *Comprobación de los resultados.* Todos los votos tienen que ser contabilizados y asignados correctamente, garantizando el recuento adecuado de los mismos.

Insistimos en que las propiedades anteriores son generales a cualquier sistema de votación. Al hablar de un sistema de voto electrónico surge, además, la cuestión clave de la seguridad, exigiéndose algunos requisitos para que los procesos electorales se desarrollen sin incidencias, siendo los más importantes:

- La *disponibilidad de los sistemas de captación de votos*, cuando sean necesarios, principalmente, en lo que se refiere a protección frente a ataques de denegación de servicio.
- La *garantía de la privacidad de los votantes*, aun cuando éstos deban identificarse adecuadamente.
- La *protección de los votos digitales* en cuanto a su manipulación, eliminación o la adición de votos falsos.
- La *verificabilidad respecto del tratamiento de los votos*, una vez los resultados se publican.

Actualmente, en España, se dan las condiciones tecnológicas necesarias para implantar el voto electrónico, aunque todavía no se dan las circunstancias culturales ni legales que lo hagan posible. Un alto porcentaje de la población se muestra todavía reticente al voto por Internet, por creerlo "poco fiable", como se ha comprobado en diversos ensayos descritos en Ríos Insua et al (2008).

### 3.7 Discusión

En este capítulo he proporcionado una breve introducción a los posibles usos de las TIC en la política, con mayor énfasis en las votaciones.

Desde un punto de vista político, las críticas a estos usos están relacionadas con el acto mismo del voto; su peligro radica en su transformación.

Poder votar con un simple 'click' sería, dicen algunos, una desvirtuación del acto de votar. Además, según esas críticas, el hecho de poder votar desde casa impediría que las personas pudieran conversar o discutir sobre los temas de la votación, devaluando así el acto social que supone votar. Estas críticas están algo desorientadas ya que conllevan una visión mítica del voto que no tiene fundamento en la época actual y no tienen en cuenta la práctica, habitual hoy en día, de votar por correo.

Las principales desventajas que se le imputan a los sistemas de voto electrónico en temas de seguridad o de manipulación de los votos emitidos son, en cualquier caso, mucho menores y están más controladas que las que presenta, por ejemplo, el voto por correo, única forma de voto alternativa a la presencial contemplada por la ley electoral española actual y comúnmente utilizada y aceptada por la sociedad. Surge, en consecuencia, la reflexión sobre la desconfianza que generan las nuevas tecnologías y el natural, y siempre presente, miedo al cambio.

Por todo esto, no se debería pretender instalar los nuevos sistemas electrónicos y retirar inmediatamente los antiguos: ambos sistemas deberían coexistir durante algunos años hasta que desaparezca la brecha digital y los ciudadanos desarrollen la confianza necesaria en las TIC, condición esencial para el éxito de los sistemas de voto electrónico. Para ello habría que desarrollar programas de educación en el ámbito tecnológico, habría que democratizar Internet y las nuevas tecnologías, hacerlas accesibles a todos los segmentos de la población y, en último caso, utilizarlas como un instrumento de utilidad pública.

Creo, en definitiva, que el tiempo en que el uso político activo de la red sea rutinario está a punto de llegar. Pasará, sin embargo, algún tiempo antes de que sea el único sistema de votación que, por ejemplo, empleemos en las elecciones generales.

Pero vayamos a asuntos más interesantes.

# 4

## MATEMATICAS Y POLITICA: La música del azar

Politics, of course, connotes more than theoretical calculation, whether of the sinister variety associated with machination and subterfuge or the ennobling variety associated with courage and heroism.

S. Brams. *Rational Politics*

### 4.1 Introducción

Me permitirán en este capítulo que describa algunas ideas sobre el posible empleo de las Matemáticas en la Política. Por brevedad, y dentro de las numerosísimas conexiones que hay entre ambas disciplinas, por sorprendente que pueda parecer a algunos, me limitaré a dar pinceladas sobre unos pocos temas de interés relacionados con las instituciones democráticas, que luego emplearemos en el Capítulo 5. Nuestro objetivo último, como explicaré en el capítulo siguiente, es aprovechar la red para distribuir racionalidad y así ayudar a grupos a tomar decisiones de forma distribuida.

Me centraré, por tanto, en algunas ideas sobre política racional, que puede definirse, según Brams (1988), como:

La política que incluye el cálculo, por parte de actores racionales en situaciones de conflicto, de las ventajas y desventajas que conducen a elecciones cuyas consecuencias afectan a un número significativo de gente y a las acciones de los gobiernos.

Actuar racionalmente significará, por tanto, escoger las mejores alternativas frente a otras peores y dependerá, lógicamente, de las metas y objetivos de cada uno. En mi modesto contacto con la política, he observado actores con muy diversas metas. Algunos con hambre de poder por el mero poder; otros, con obsesión por manipular situaciones desde la sombra; otros, por promover su ideología de forma impositoria; otros como vía de enriquecimiento,... incluso, algunos interesados principalmente en el bien de su institución. Sólo en la medida en que los actores alcancen sus metas tan efectiva y eficientemente como sea posible, estarán actuando racionalmente.

## 4.2 ¿Es posible la democracia?

En democracia es habitual resolver un conflicto o tomar una decisión de grupo por medio de una votación. De hecho, para la mayoría de los ciudadanos, nuestra única participación en el sistema democrático es a través de las votaciones en las que participamos periódicamente, en nuestro país usualmente cada cuatro años. Un sistema de votación es un mecanismo para escoger entre diferentes opciones basado en las entradas de los votantes. El sistema incluye las reglas que describen cómo expresan los votantes sus preferencias y cómo se agregan tales preferencias para obtener el resultado final. Por ejemplo, en las elecciones al Parlamento español, los distritos son provinciales, se da, a lo sumo, un voto a una de las listas, que son cerradas

y con tantos candidatos como escaños, y se reparten después los escaños con la regla de d'Hondt.

Numerosos sistemas de votación se basan en el concepto de regla de la mayoría, o de que más de la mitad de los votantes obtienen el resultado que quieren. Dada su simplicidad, sorprende a muchos la gran cantidad de sistemas de votación que existen<sup>1</sup>, o que algunos sistemas de votación muy populares pueden producir resultados apoyados por menos de la mitad de los votantes. Así, distintos sistemas de votación pueden producir resultados diferentes, especialmente si no hay una clara mayoría: la elección del sistema de votación es un componente fundamental en el diseño de un gobierno democrático. Para ilustrar la discusión, mencionaré cuatro sistemas de votación. Puede verse información adicional en Brams y Fishburn (2002).

- *Sistema de pluralidad.* Los votantes sólo pueden otorgar su voto a uno de los candidatos. El ganador es el que recibe más votos, sin necesidad de obtener más del 50% de los mismos.
- *Sistema de votación por aprobación.* Los electores pueden votar a tantos candidatos como quieran, pero sólo pueden proporcionar un voto a cada uno: expresan su aprobación por tantos candidatos como ellos consideren, siendo el ganador el candidato que obtenga más votos.
- *Sistema de votación acumulativa.* A cada votante se le asigna un número de votos a distribuir entre los candidatos. Los usuarios pueden otorgar más de un voto a un mismo candidato. El ganador será el candidato con mayor número de votos.
- *Conteo de Borda.* Supuesto que hay  $k$  candidatos, se pide a los electores que ordenen los candidatos según sus preferencias. El primero obtendrá, entonces,  $k - 1$  puntos; el segundo  $k - 2$  puntos;..., el último

---

<sup>1</sup>En Shah (2003), por ejemplo, se describen veintiún sistemas de votación implantados en distintas organizaciones o estados.

obtendrá 0 puntos, no permitiéndose empates. El ganador será el candidato cuya suma de puntos sea mayor.

Un resultado, curiosamente no demasiado conocido en mucho ámbitos, que afecta a cualquier sistema de votación es el Teorema de Imposibilidad de Arrow (1951). De forma algo simplista, este resultado viene a decir que la democracia es imposible; más estrictamente, establece que resulta imposible construir un perfil de preferencias de un grupo a partir de los perfiles de preferencias de los individuos que lo componen, que satisfaga algunas propiedades de racionalidad colectiva luego mencionados.

Para ilustrar un ejemplo, consideramos la regla de la mayoría simple. Suponemos que tres individuos expresan sus preferencias sobre tres alternativas como sigue:

	1	2	3
Individuo 1	a	b	c
Individuo 2	b	c	a
Individuo 3	c	a	b

Tabla 4.1: Perfiles de preferencias individuales.

Se comprueba fácilmente que si el grupo emplea la regla de la mayoría simple, tiene el siguiente patrón de preferencias

$$a > b \quad b > c \quad c > a,$$

con lo que el grupo tendría preferencias intransitivas. Más aún, puede comprobarse que la regla de la mayoría simple está sometida, al menos, a dos posibles manipulaciones: control de la agenda para obtener un resultado deseado y votación estratégica para obtener el resultado deseado. Veremos un ejemplo concreto en el Capítulo 6.



El teorema de Arrow demuestra que, de hecho, cualquier sistema de votación tiene algún inconveniente de ese estilo. Más precisamente, consideremos situaciones en las que dos o más individuos quieren ordenar, como grupo, un conjunto de tres o más alternativas, a partir de sus ordenaciones individuales, permitiéndose empates. Las reglas de formación del perfil de grupo a partir de los perfiles de individuos se denominan constitución. Pues bien, el teorema mencionado afirma que no hay ninguna constitución que pueda satisfacer las siguientes propiedades razonables:

- Universalidad. La constitución debe estar definida para todos los perfiles.
- Racionalidad individual y de grupo. Los órdenes individuales y de grupo deben ser transitivos y completos.
- Promoción de la eficiencia. Si todos los individuos prefieren A a B estrictamente, el grupo debe preferir A a B estrictamente.
- Ausencia de dictador. No hay un individuo cuyas preferencias se conviertan, automáticamente, en las preferencias del grupo, independientemente de las preferencias de los demás.
- Independencia frente a alternativas irrelevantes. El resultado no cambia si se añaden o eliminan alternativas no ganadoras.

Como luego lo emplearemos en el Capítulo 5, prestaremos algo más de atención al sistema de voto por aprobación. Fue presentado en 1968 por Ottewill y estudiado en profundidad, por primera vez, por Brams y Fishburn (1978). Históricamente, se han empleado sistemas similares al del voto por aprobación en la República Veneciana del S XIII, en las elecciones parlamentarias de la Inglaterra del S XIX, y en las elecciones a la Casa de Representantes de Illinois, de 1872 a 1980. Además, Naciones Unidas emplea un proceso similar al del voto por aprobación para elegir su Secretario General.

Numerosas sociedades científicas como la American Statistical Association, la American Mathematical Society, el IEEE o INFORMS emplean voto por aprobación para elegir sus órganos de gobierno.

Una propiedad interesante del voto por aprobación es que satisface el criterio de monotonía: votar por un candidato nunca reduce la probabilidad de ganar de ese candidato. De hecho, un individuo no tiene razones para votar tácticamente por cierto candidato, sin votar a todos los candidatos que le parezcan más preferidos. Tampoco es necesario votar a un candidato peor que otro que nos interese, para que éste resulte elegido. Así, después de que un votante haya decidido sus preferencias, el votante sólo necesita decidir a cuántos candidatos votar, o bien, si se ha construido una función de utilidad para modelizar sus preferencias, el nivel de umbral de utilidad. Además, proporciona menos incentivos para campañas negativas que en muchos otros sistemas y puede aumentar la participación. Permite, igualmente, elegir al candidato más fuerte, frente al sistema de pluralidad que tiende a elegir al candidato de la mayor minoría.

### **4.3 Análisis de conflictos**

Como he mencionado, uno de los motores fundamentales de la política es el conflicto público. Es por ello interesante considerar algunos de los conceptos principales de la teoría por excelencia de análisis de conflictos, a saber la Teoría de Juegos, ver Aliprantis y Chakrabarti (1999) o Raiffa (2002), para más detalles. En esta teoría, los individuos o grupos se modelizan como actores que escogen de entre un conjunto de alternativas para alcanzar sus objetivos. Un par de ejemplos sencillos nos ilustrarán sus dos conceptos clave, estrategias no dominadas y estrategias en equilibrio.

En su expresión más sencilla, en Teoría de Juegos se consideran situaciones con dos participantes que pueden elegir entre dos alternativas cada uno de ellos, dependiendo los resultados de cada participante también de

la decisión que tome su contrincante. Se hacen las hipótesis habituales de conocimiento completo común y similares. Como ilustración, el siguiente juego se define mediante la matriz

	I	D
A	5,4	4,1
D	13,9	6,5

Tabla 4.2: Juego para ilustrar el concepto de dominancia.

Se interpreta como sigue: la entrada 5,4, por ejemplo, significa que cuando el participante por filas elige A y el participante por columnas elige I, entonces el primero gana 5 y el segundo gana 4. Obsérvese en este caso que el participante por filas, haga lo que haga su contrincante, obtiene mejores resultados con la estrategia D, mientras que el participante por columnas, haga lo que haga su contrincante, obtiene mejores resultados con la estrategia I. Decimos que (D,I) es una estrategia no dominada o eficiente del juego.

Como en este caso, el procedimiento de eliminar, tal vez secuencialmente, estrategias dominadas puede conducir a una solución de un conflicto. No siempre es posible esto, como ocurre en el ejemplo siguiente:

	I	D
A	5,4	11,7
D	13,9	6,5

Tabla 4.3: Juego para ilustrar el concepto de equilibrio.

Aquí podemos emplear el concepto de equilibrio (de Nash, no cooperativo). Un par de alternativas están en equilibrio cuando ningún contrincante tiene incentivos para abandonar, unilateralmente, la misma. En este caso, las estrategias (D,I) y (A,D) están en equilibrio. Por ejemplo, para la estrategia

(D,I), si el primer participante fija D, el segundo participante obtiene menos utilidad (4) si abandona la estrategia I, en lugar de la D. Puesto que (13,9) es mejor que (11,7) los participantes deberían escoger (D,I). Debe indicarse que, en general, no siempre es posible encontrar estrategias en equilibrio, salvo que se permita aleatorizar estrategias.

Más aún, pueden darse situaciones en las que aplicar la racionalidad, sin más, lleva a una mala decisión de grupo, los denominados dilemas sociales. Consideremos, por ejemplo, la ya mencionada carrera de armamento de los años 60–80, entre los EEUU y la extinta URSS. Según el análisis de Taylor (1995), en aquella situación, cada país podía optar por continuar armándose o reducir su armamento. Ambos países conocían bien que las dificultades económicas producidas por la carrera hacían más deseable el desarme conjunto a la carrera. Además, ambos países preferían su superioridad a la paridad militar. Si suponemos que ambos países valoran las consecuencias, de peor a mejor, como sigue: 1, Inferioridad militar; 2, Carrera (igualdad, con penurias); 3, Desarme mutuo; 4, Superioridad militar, la carrera armamentística entre URSS y EEUU puede describirse mediante el Cuadro 4.4.

		URSS	
		Desarmarse	Armarse
EEUU	Desarmarse	3,3	1,4
	Armarse	4,1	2,2

Tabla 4.4: Un esquema de la carrera de armamento.

En esta situación, la estrategia (armarse, armarse) es no dominada y, además, corresponde a un equilibrio, a pesar de que la estrategia (desarmarse, desarmarse) sea mejor que la mencionada<sup>2</sup>. Esto explicaría, cualitativamente, el

<sup>2</sup>Es un ejemplo de dilema del prisionero.

comportamiento de los gobiernos de EEUU y URSS durante el periodo de la carrera armamentística. Tenemos así un ejemplo de situación en la que el comportamiento racional egoísta en busca sólo del interés propio conduce a una situación peor para el grupo. Tal situación podría soslayarse si fuese posible la comunicación entre las partes, o por repeticiones del juego.

Este tipo de análisis, esencialmente cualitativos, se han empleado para analizar numerosos conflictos. Así, por ejemplo, en Taylor (1995) se presentan varios modelos de la crisis de los misiles cubanos y de la guerra de Yom Kippur; en Brams (1985) se analizan varios modelos de las luchas entre Solidaridad y el Partido Comunista en la Polonia de 1980-81 o del caso Watergate.

Pero nos adherimos, Ríos Insua et al (2008), a la perspectiva que pone en duda la practicidad de la Teoría de Juegos en situaciones de negociación en que hay que aconsejar a una de las partes.

## 4.4 Análisis de Negociaciones

Otra forma de resolver un conflicto es a través de la negociación. Una negociación es un proceso de toma de decisiones en el que dos o más partes se comunican e intercambian ideas, argumentos y ofertas con la intención de satisfacer sus necesidades y alcanzar sus objetivos educando e informando a sus contrincantes y cambiando las relaciones, posiblemente haciendo concesiones, para alcanzar un acuerdo. Las negociaciones pueden ser *distributivas*, en las que debe repartirse un sólo bien, o *integrativas*, en las que las partes combinan sus capacidades y recursos para crear valor y hacer una repartición más beneficiosa. Una negociación puede concluir en una solución satisfactoria para ambas partes, en una ruptura de las mismas o en una ruptura con acuerdo para intentar realizar las negociaciones nuevamente. En muchas ocasiones, la ruptura se acaba resolviendo con una votación o con un arbitraje. Existen numerosas variantes del problema de negociación, en función de si,

entre otros, nos enfrentamos a una disputa o a un trato; o si interactúan dos o más partes; o si las partes son monolíticas; o si se requiere un acuerdo; o si son posibles amenazas; o si se puede emplear ayuda externa,...

En caso de disponer de las funciones de valor de los participantes, podríamos adoptar una solución de arbitraje como la de Nash (1950) o la de Kalai-Smorodinsky (1975), entre muchas otras descritas en Thomson (1994), que, aparte de ciertas condiciones técnicas, intentan incorporar algún principio de equidad o justicia. Creemos, sin embargo, que tales soluciones arbitradas pueden aparecer como impuestas a los participantes, por lo que preferimos gestionar, alternativamente, un proceso de negociación.

Para ello, planteamos una situación en la que vamos ofreciendo a los negociadores una solución en cada iteración. Si todos los participantes aceptan una de esas ofertas, entonces el proceso termina y ésta es la solución a implantar. En caso contrario, ofreceríamos a los participantes una nueva solución. Para que el proceso tenga sentido, las soluciones ofrecidas han de tener buenas propiedades, en el sentido de ser equitativas; deben tener en cuenta las respuestas dadas por los participantes en las distintas fases y, finalmente, deben estar diseñadas para converger a una solución final no dominada. En este proceso, además, las funciones de valor de cada participante pueden utilizarse para ayudarle privadamente a evaluar y criticar la solución ofrecida en cada iteración. Hay diversos esquemas que se adaptan a esta aproximación y que se estudian dentro del Análisis de Negociaciones, ver Raiffa (2002) para una buena introducción, disciplina que integra elementos de la Teoría de Juegos, del Análisis de Decisiones Multicriterio y del Análisis de Decisiones descriptivo, y estudia todas las cuestiones relativas a las negociaciones, como las partes, los criterios, las alternativas, el papel del mediador,...., así como los diferentes métodos de negociación.

Entre ellos, están los *métodos basados en la búsqueda de una sucesión de acuerdos* mejores. Los participantes van modificando una propuesta ineficiente inicial, con la ayuda de un mediador, de forma que cada nuevo

acuerdo sea conjuntamente mejor que el anterior, hasta que no sean posibles más mejoras conjuntas. Estos métodos se llaman SNT (Single Negotiating Text), término introducido por Fisher (1978), y se utilizaron, por ejemplo, en las negociaciones de paz entre Israel y Egipto en Camp David, ver Raiffa (1982). Este esquema de negociación está implementado, por ejemplo, en el Joint Gains del Decisionarium<sup>3</sup>. Tiene el inconveniente de la dependencia clara de la solución inicial. Existen otros métodos de negociación, como

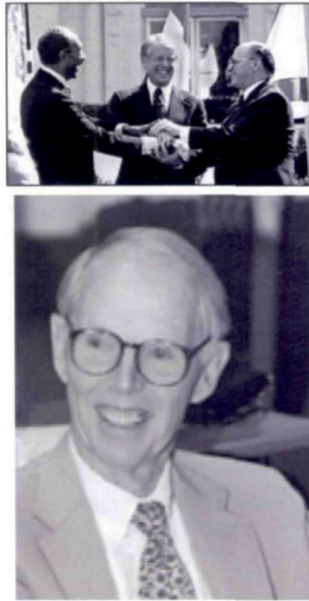


Figura 4.1: Los protagonistas de Camp David. El tamaño importa

los *basados en concesiones*, en los que las partes comienzan la negociación desde posiciones diferentes, y deben realizar concesiones desde tales posiciones iniciales hasta que, finalmente, se encuentran en un punto común.

<sup>3</sup><http://www.decisionarium.hut.fi>

Son muy comunes en negociaciones de compra-venta. Un inconveniente es que el acuerdo alcanzado puede que sea subóptimo. Si esto se detecta, se suelen utilizar métodos SNT para renegociar entre aquellas soluciones mejores que el acuerdo alcanzado. Algunos métodos basados en concesiones han sido implementados en Inspire, dentro del proyecto InterNeg<sup>4</sup>.

En este tipo de problemas, los esquemas que nosotros proponemos emplear son dos *métodos interactivos y guiados* que denominamos, respectivamente, de *incrementos equilibrados* (Balanced Increment Method, BIM) (Ríos Insua et al, 2005; Ríos y Ríos Insua, 2007) y de *concesiones equilibradas* (Balanced Concession Method, BCM) (Ríos y Ríos Insua, 2008), que siempre ofrecen una solución eficiente a los participantes. El esquema de negociación finalizará cuando las partes acepten una de las soluciones ofrecidas, o no sea posible ofrecer una solución muy distinta de la anterior. Una gran ventaja que tienen estos métodos es que garantizan un acuerdo que nunca será subóptimo, en caso de que se alcance. También pueden contemplarse como métodos para explorar la frontera de Pareto del espacio de acuerdos.

Los procesos estructurados de negociación multilateral aquí considerados tratan de ayudar en la búsqueda de un consenso. Sea cual sea la implementación adoptada, el proceso de negociación puede concluir con los participantes aceptando una solución de las ofrecidas, que sería la alternativa final a implementar, o sin ninguna solución aceptada, situación en la que, como suele ocurrir en estos fracasos, pasaríamos a votar o pediríamos un arbitraje. Por su relevancia en nuestra posterior discusión, describiré brevemente los métodos de incrementos y de concesiones equilibradas.

#### 4.4.1 El método de incrementos equilibrados

Supongamos que hay  $n$  agentes (individuos, gobiernos, empresas,...) y un conjunto factible  $A$  de alternativas  $x$ . Las preferencias de los agentes se

---

<sup>4</sup><http://www.internet.org>



modelizan mediante una función de valor  $v_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Asociamos a cada solución factible  $x$  un vector con las valoraciones de cada participante  $v(x) = (v_1(x), \dots, v_n(x))$ , identificándose el conjunto  $S = v(A) = \{v(x) : x \in A\}$ . El punto de desacuerdo se define como un vector  $d = (d_1, \dots, d_n)$ , en el que la coordenada  $i$ -ésima representa el nivel de valor que obtendría el agente  $i$ -ésimo si no se llegase a un acuerdo.

Dado  $(S, d)$  el problema de seleccionar un punto en  $S$  se conoce como problema de regateo. Una solución (única) de regateo para un dominio  $\Omega$  de problemas de regateo es una regla  $f$  tal que, para cada problema  $(S, d) \in \Omega$ , selecciona un punto único  $f(S, d) \in S$  que verifica  $f(S, d) \succeq d$ . La función  $f$  se denomina solución y  $f(S, d)$ , el resultado. Por el tipo de aplicaciones que nos afectan, estaremos especialmente interesados en el caso en el que el conjunto  $S$  sea finito y no tenga sentido, ni económico ni físico, su aleatorización, con lo que  $S$  no será convexo. Este caso ha sido poco tratado en la literatura.

Los puntos de  $(S, d)$  se ordenarán parcialmente a través de la relación de dominancia:

**Definición 1.** Un punto  $a = (a_1, \dots, a_n)$  es dominado por otro punto  $b = (b_1, \dots, b_n)$  ( $a \prec b$ ) si (i)  $a_i \leq b_i$  para todo  $i \in \{1, \dots, n\}$ , y (ii)  $a_i < b_i$  para al menos un  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Como  $d_i$  representa el máximo valor que el agente  $i$ -ésimo puede obtener si no hay acuerdo, claramente un resultado sólo será aceptable si domina al punto de desacuerdo. Esto conduce a la zona de posibles acuerdos (ZOPA).

**Definición 2.** Dado el problema de regateo  $(S, d)$ , la zona de posibles acuerdos es:

$$ZOPA(S, d) = \{x \in S \mid x \succeq d\}$$

Además,  $P(S, d)$  designará al conjunto de soluciones no dominadas de  $S$  que son mejores que  $d$ .

Se han propuesto numerosas soluciones de regateo, típicamente formuladas de manera axiomática a través de una lista de propiedades deseables para el resultado, incluyendo algún concepto de equidad. Si puede demostrarse que hay una solución única que satisface ciertas propiedades, entonces decimos que la solución está caracterizada para ese dominio. Según que nuestro objetivo sea la predicción económica o el dar una recomendación, estos axiomas se interpretan como una aproximación normativa que representa el comportamiento de las partes o bien incorpora ideas de equidad. Esta es la que nosotros adoptamos: buscar soluciones factibles razonables, es decir con buenas propiedades, como el ser no dominadas y, de alguna manera, equitativas, para que puedan ser aceptadas por todos los participantes.

Uno de los primeros conceptos de solución se debe a Nash (1950), que propuso distribuir los beneficios de la cooperación en una situación de conflicto, en la que las partes necesitan la unanimidad para alcanzar un acuerdo, proponiendo como predicción aquella solución que maximiza el producto de ganancias desde el punto de desacuerdo. Así, la solución de Nash,  $N(S, d)$ , será un punto tal que

$$N(S, d) = \arg \max_{x \in S} \prod_{i=1}^n (x_i - d_i)$$

s.a.  $x \succeq d$

Nash demostró que cuando  $S$  es compacto y convexo,  $N(S, d)$  es el único punto en  $S$  que satisface ciertos axiomas deseables: factibilidad, optimalidad de Pareto, simetría, invariancia de escala e independencia respecto de alternativas irrelevantes.

El siguiente concepto de solución es un ejemplo extremo en el que se favorece a un participante a expensas de los otros.

**Definición 3.** Dado  $(S, x)$ , donde  $x$  es dominado por algún punto en  $S$ , la solución dictatorial del  $i$ -ésimo participante  $D_i(S, x)$  es aquella que maximiza

el valor de dicho participante, sin empeorar las coordenadas del punto de desacuerdo de los otros participantes, esto es,

$$D_i(S, x) = \max y_i$$

$$\text{s.a. } y = (y_1, \dots, y_n) \in S$$

$$y \succeq x$$

El punto  $D_i(S, x)$  representa la solución preferida por el participante  $i$ , obtenida a partir de  $x$ . La diferencia  $D_i(S, x) - x_i$  es el potencial del mismo. Podemos entonces definir el punto ideal del problema de regateo, que representa un punto en el espacio de valoraciones de las soluciones que los participantes raramente alcanzarán mediante una solución factible.

**Definición 4.** Dado  $(S, x)$ , con  $x$  dominado por algún punto de  $S$ , su punto ideal se define por

$$B(S, x) = (D_1(S, x), \dots, D_n(S, x)).$$

La solución de Kalai-Smorodinsky (1975),  $K(S, d)$ , para dos negociadores cuando el conjunto  $S$  es convexo y compacto, es la intersección de la diagonal que une  $d$  y  $B(S, d)$  con  $S$ :

**Definición 5.** Dado el problema de regateo  $(S, d)$ , el resultado de Kalai-Smorodinsky es

$$K-S(S, d) = d + \alpha^* (B(S, d) - d)$$

donde

$$\alpha^* = \max \{ \alpha \in [0, 1] \mid (1 - \alpha) d + \alpha B(S, d) \in S \}$$

En el caso en que  $S$  es finito, esta intersección podría ser vacía, por lo que utilizamos la siguiente generalización al caso finito, válida para  $n \geq 2$ , Ríos y Ríos Insua (2007).

**Definición 6.** Dado  $(S, d)$ , proponemos como  $K(S, d)$  el punto  $z$  en el conjunto de Pareto, cuyo segmento uniendo  $d$  y  $z$  minimiza el ángulo con el segmento que une  $d$  y  $B(S, d)$ , esto es,

$$K(S, d) = \arg \min_{z \in P(S, d)} \text{ang}(\overrightarrow{dz}, \overrightarrow{dB(S, d)}).$$

En caso de empate, se escoge aleatoriamente entre las soluciones anteriores.

En la definición anterior, el papel de  $d$  podría ser desempeñado por cualquier punto  $x$  tal que  $P(S, x) \neq \emptyset$ , para que  $K(S, x)$  esté definido. Observemos que la diagonal que une  $d$  y  $B(S, d)$  proporciona una dirección de mejora equilibrada, donde las ganancias de valor desde  $d$  serán proporcionales a los potenciales de los participantes, lo que motiva que la denominemos de incrementos equilibrados.

Ya hemos dicho que muchos de estos conceptos tienen su origen en las críticas a los axiomas propuestos por Nash. La solución de incrementos equilibrados viene sugerida en Raiffa (1953) que propuso como solución a este tipo de situaciones de conflicto la intersección de una curva, en el espacio de valoraciones de los acuerdos, denominada de incrementos equilibrados, comenzando en el punto de desacuerdo, y cuya dirección en todo punto  $x$  sea proporcional a la dirección de la línea recta que une dicho punto con el punto ideal  $B(S, x)$ . Esta solución se puede interpretar en términos de procesos de negociación SNT. Para el caso de dos negociadores y  $S$  compacto, convexo y  $d$ -compresivo, Livne (1989) y Peters y Van Damme (1991) dan una caracterización axiomática de esta solución, menos elegante que la de Nash o Kalai-Smorodinsky, usando cambios en el punto de desacuerdo mientras  $S$  permanece fijo.

Nuestro método de negociación multilateral (Ríos y Ríos Insua, 2007) se basa en una modificación de la solución discreta de incrementos equilibrados introducida por Raiffa: comenzando en el punto de desacuerdo  $d$  y haciendo, paso a paso, mejoras en la dirección hacia su punto ideal, hasta alcanzar

una solución no dominada. Esta solución límite se conoce como versión discreta de la solución de incrementos equilibrados. Raiffa (2002) sugiere implementarla moviéndonos una fracción fija, en el segmento  $[x^t, K(S, x^t)]$ , lo que motiva la

**Definición 7.** *La solución discreta  $R_\alpha(S, d)$  de incrementos equilibrados del problema  $(S, d)$  es el punto límite de la sucesión de puntos  $\{x^t\}$  definida por*

$$x^t = x^{t-1} + \alpha (K(S, x^{t-1}) - x^{t-1}),$$

donde  $x^0 = d$  y  $\alpha \in (0, 1)$ .

A partir de ella, construimos el método de incrementos equilibrados (BIM), que es un método interactivo y guiado de negociación multilateral. Está basado en la solución discreta de incrementos equilibrados, con la modificación de que, comenzando desde el punto de desacuerdo, se ofrece la solución de Kalai-Smorodinsky calculada en cada paso a los participantes como una solución razonable. Puede verse, entonces, como un método de exploración de los acuerdos no dominados. Introducimos, además, como condición de parada, que el proceso termine cuando las partes acepten la solución ofrecida, o  $x^t$  esté lo suficientemente cerca del conjunto no dominado y los participantes no hayan aceptado ninguna solución de la sucesión ofrecida. El siguiente algoritmo implementa este método.

1. Preproceso:

Calcular  $P(S, d)$

Fijar  $\alpha \in (0, 1)$

2. Inicialización:

Comenzar con  $x^0 = d, t = 0$

Calcular  $B(S, x^0)$  y  $K(S, x^0)$

Ofrecer  $K(S, x^0)$

3. Mientras los participantes no acepten  $K(S, x^t)$  mayoritariamente, repetir

Si  $x^t$  está cerca de  $K(S, x^t)$ , parar.

En otro caso,  $x^{t+1} = x^t + \alpha (K(S, x^t) - x^t)$

$t = t + 1$

Calcular  $B(S, x^t)$  y  $K(S, x^t)$

Si  $K(S, x^t) \neq K(S, x^{t-1})$ , ofrecer  $K(S, x^t)$ .

Observemos que si se alcanza un acuerdo a través de BIM éste será no dominado, pues el algoritmo siempre ofrece a los participantes una solución factible no dominada y, además, las soluciones ofrecidas convergen a una solución no dominada.

#### 4.4.2 Método de concesiones equilibradas

Presentamos ahora una aproximación basada en el concepto de concesiones equilibradas, ver Ríos y Ríos Insua (2008) para más detalles. Suponemos que los agentes parten de una solución ineficiente que modificarán iterativamente de forma que cada nuevo acuerdo sea una mejora en el sentido de Pareto respecto de la anterior, al modo SNT. El proceso concluye cuando no son posibles más mejoras de Pareto. Una forma equitativa de hacerlo es

incrementar las utilidades de forma que se hagan concesiones equilibradas, proporcionales a las máximas ganancias de valor alcanzables desde el acuerdo actual.

Dado  $z = (x, y)$ , observemos que para los problemas de regateo  $(S, d)$ , con  $S$  convexo,  $B(S, z) = (D_1(y), D_2(x))$ . Introducimos algo de notación adicional. Sea  $b = (b_1, b_2)$  un punto con rol de punto ideal, que representa los niveles de aspiración de utilidad de cada participante.

**Definición 8.** *Un punto de aspiración con respecto al problema de regateo  $(S, d)$  es un punto  $b$  que satisface*

$$(i) \nexists x \in S, b \prec x,$$

$$(ii) b \preceq B(S, d).$$

El concepto inverso de punto de aspiración  $b$  se define como

**Definición 9.** *Dadas las aspiraciones  $b = (b_1, b_2)$ , el conjunto*

$$B^{-1}(S, b) = \{z = (x, y) \in S \mid B(S, z) = b\}$$

*contiene los puntos en  $S$  cuyo punto ideal es  $b$ .*

Por razones de economía, usaremos la siguiente definición

**Definición 10.** *Dado el problema de regateo  $(S, d)$ , bajo ciertas condiciones, el resultado de Kalai-Smorodinsky asociado con la aspiración  $b$  es*

$$\widehat{K}(S, b) = K(S, B^{-1}(S, b)).$$

Dado  $(S, d)$ , puede obtenerse un resultado haciendo concesiones equilibradas desde el punto ideal  $B(S, d)$  hasta alcanzar la frontera de Pareto. Sean  $x^t = (x_1^t, x_2^t)$  los niveles de valor que los agentes obtendrían en el paso  $t$ -ésimo de nuestro proceso de regateo. Sea  $b^t = B(S, x^t) = (D_1^t, D_2^t)$  el nivel de aspiración asociado a  $x^t$ . Una concesión equilibrada para los niveles de

aspiración en  $b^t$  puede calcularse moviendo una fracción fija  $\alpha \in (0, 1)$ , en el segmento que une el nivel de aspiración  $b^t$  con el correspondiente punto de Kalai-Smorodinsky  $\widehat{K}^t$ . Así, el siguiente nivel de aspiración pasaría a ser, tras las concesiones equilibradas,  $\alpha (\widehat{K}^t - b^t)$ ,

$$b^{t+1} = b^t + \alpha (\widehat{K}^t - b^t)$$

cuyas coordenadas representan los nuevos niveles de aspiración de cada participante. Tenemos, en resumen,

**Definición 11.** *Dado  $(S, d)$  y  $\alpha \in (0, 1)$ , la solución discreta de concesiones equilibradas  $BC_\alpha(S, d)$  es el punto límite de la sucesión  $\{b^t\}$  definido mediante*

$$b^t = b^{t-1} + \alpha (\widehat{K}(S, b^{t-1}) - b^{t-1})$$

donde  $b^0 = B(S, d)$ .

Observemos que la sucesión  $x^t = B^{-1}(S, b^t)$ , en la que  $x^0 = B^{-1}(S, b^0) = B^{-1}(S, B(S, d)) = d$ , comienza en el punto de desacuerdo y avanza paso a paso en saltos discretos hasta que converja a  $BC_\alpha(S, d)$ . Se comprueba fácilmente que el punto límite de  $BC_\alpha(S, d)$  es no dominado. En Ríos y Ríos Insua (2008) se describe una versión continua a través de un sistema de ecuaciones diferenciales, junto con diversas buenas propiedades del mismo.

Como con el BIM, en el método de concesiones equilibradas (BCM), puede ofrecerse la solución de Kalai-Smorodinsky calculada en cada paso del algoritmo a los participantes en cada iteración, conduciendo al método de concesiones equilibradas, BCM. Dados  $(S, d)$  y  $\alpha \in (0, 1)$ :



## 1. Inicialización:

$$t = 0$$

Calcular la solución óptima de cada individuo:  $D_i^0 = D_i(S, d)$ ,  
 $i = 1, \dots, n$

Calcular el nivel de aspiración  $b^0 = B(S, d) = (D_1^0, \dots, D_n^0)$

Calcular  $x^0 = B^{-1}(S, b^0) = d$

Calcular  $\widehat{K}^0 = K(S, x^0)$

Ofrecer la alternativa asociada con  $\widehat{K}^0$

## 2. Mientras los participantes no acepten unánimemente la alternativa ofrecida repetir

Si  $x^t$  o  $b^t$  están cerca de  $\widehat{K}^t$ , parar.

Si no, calcular  $C^{t+1} = \alpha (b^t - \widehat{K}^t)$

$$t = t + 1$$

Calcular  $b^t = b^{t-1} - C^t$

Calcular  $x^t = B^{-1}(S, b^t)$

Calcular  $\widehat{K}^t = K(S, x^t)$

Si  $\widehat{K}^t \neq \widehat{K}^{t-1}$ , ofrecer la alternativa asociada con  $\widehat{K}^t$ .

Obsérvese que, en el paso  $t$ -ésimo,  $D_i^t = b_i^t$  es el nivel de aspiración de utilidad del participante  $i$ -ésimo y  $C_i^t = b_i^t - b_i^{t-1}$  puede interpretarse como una concesión obligatoria impuesta por el método al participante  $i$ -ésimo.

En Ríos y Ríos Insua (2008) se integran BIM y BCM en un único esquema de negociación muy flexible.

## 4.5 Discusión

En este capítulo, he dado algunos apuntes sobre aplicaciones matemáticas en la política, con énfasis en los temas que serán relevantes en el siguiente capítulo: negociaciones y votaciones.

Por brevedad, lógicamente, no hemos prestado atención a muchos otros temas de interés. Entre ellas destacamos la definición de medidas de poder, la realización de sondeos electorales; los métodos de asignación de escaños, descritos en la discusión de esta memoria; la definición de distritos electorales,... Algunas revisiones globales de métodos matemáticos en Política pueden verse en Taylor (1994), Brams (1989), Brams y Fishburn (2002), Brams y Taylor (1995) y Morrow (1994). Finalmente, debemos destacar el papel de la criptografía como metodología fundamental para el desarrollo de soluciones seguras en votaciones electrónicas, ver Krimmer (2006) y Rubio et al (2004) para algunas ideas.

# 5

## MATEMATICAS, POLITICA Y TIC: La conquista de la felicidad

We should increasingly ensure true participation in decisions which seem too complex and too far apart from the common citizen.

Z. Brzezinski (1970) *America in the Technotornic Era*

### 5.1 Introducción

En este último capítulo doctrinal de mi discurso, intentaré reflejar cómo la conjugación de métodos matemáticos y medios tecnológicos apropiados, puede permitir y facilitar la participación de la ciudadanía en los procesos públicos de toma de decisiones. En un capítulo anterior, he revisado conceptos básicos sobre voto electrónico, que intenta automatizar, para hacer más eficiente, el acto primordial en la concepción actual de la democracia, que es el de votar. Las ideas anteriores podrían emplearse para promover la participación de los ciudadanos a través de, por ejemplo, referenda electrónicos, constituyendo la base para la implantación de un sistema democrático directo. Lógicamente, para completarlo necesitaríamos otras tecnologías como foros de discusión y herramientas de trabajo colaborativo y fusión de documentos, como wikipedia, para apoyar la fase de deliberación. Sin embargo,

este tipo de propuestas, ahora denominadas *ciberutópicas*, tienen numerosos detractores, tanto a nivel práctico, como a nivel fundamental.

No perseguiremos, por tanto, esta vía. Sin embargo, emplearemos el argumento de que los ciudadanos no siempre tendremos tiempo o motivación para participar en todas las decisiones que nos incumban, pero, de cuando en cuando, habrá temas que atraerán nuestra atención y en los que puede que queramos involucrarnos activamente. Las TIC están comenzando a afectar a la política, como previamente han revolucionado los negocios, la educación o las artes llevando a algunos a anunciar que la política, tal y como hoy la conocemos, cambiará (Browning, 2003). Estos cambios pueden afectar a las instituciones democráticas, y a la democracia en general, puesto que fueron conformadas durante una era en la que las comunicaciones y los transportes eran extremadamente costosos tanto en tiempo como en dinero.

El modelo democrático actual es esencialmente representativo. Periódicamente, elegimos representantes que se encargan de tomar las decisiones, con escaso *input* por parte de los ciudadanos,... hasta que deba votarse de nuevo. Así, ha surgido un estilo de hacer política muy alejada de los ciudadanos, excepto en tiempos de campaña, lo que ha conducido, en consecuencia, a un desencanto generalizado hacia la clase política por parte de la ciudadanía. Esto se vislumbra en las bajas tasas de participación en las elecciones, consecuencia del denominado déficit democrático (Steffek et al., 2007). El modelo democrático directo, se encuentra en el otro extremo del espectro de implementaciones democráticas. Típicamente, se asocia con la antigua Atenas (Crick, 2002). En aquel modelo, los hombres con recursos suficientes vivían en una situación casi permanente de toma de decisiones públicas<sup>1</sup>.

Entre ambos extremos, hay espacio para numerosas iniciativas intermedias, cada una con un grado diferente de participación ciudadana, confor-

---

<sup>1</sup>Sin embargo, la implementación ateniense de la democracia directa era bastante limitada: ni las mujeres, ni los pobres, ni los esclavos tenían derecho a participar. Se estima así que sólo el 14% de los habitantes de Atenas participaba en el proceso (op. cit.).

mando las numerosas variantes del modelo democrático en todo el mundo. Independientemente de cuál sea la implementación adoptada, emerge cierto consenso sobre la pertinencia de incluir más activamente las opiniones de los ciudadanos en los procesos públicos de toma de decisiones, como puede verse en Beierle y Cayford (2002) o Renn et al (1995). La participación de los ciudadanos en el análisis, la evaluación y la gestión de políticas que les atañen, puede permitir evitar algunos de los problemas que han surgido en el pasado, aportando beneficios como:

- Mayor legitimidad de las decisiones, debido a la inclusión de los ciudadanos en la determinación de prioridades.
- El correspondiente proceso educativo: cuando los ciudadanos aprenden que sus peticiones tienen costes, entienden y aceptan la importancia de la política, evolucionando de decir *Voy a pedir*, a decir *Voy a decidir*.
- Se toman las decisiones públicas de forma pública, para que, así, los políticos entiendan que fueron elegidos para representar los intereses de los ciudadanos y no para practicar el clientelismo.
- Hay mayor transparencia en el gasto público. En un esfuerzo por hacer el gasto público más transparente y equitativo, la participación puede servir de instrumento para redirigir políticas locales para el beneficio de los ciudadanos y la protección de los derechos civiles.
- Se consigue una mayor aceptación, puesto que implicamos a los ciudadanos desde el principio del proceso de toma de decisiones, incluso si conllevan algunos inconvenientes a corto plazo.
- Mayor eficiencia y redireccionamiento del gasto hacia las cuestiones más necesarias, puesto que si se escucha directamente a los ciudadanos, resulta más fácil averiguar sus necesidades reales.

- Mayor satisfacción entre los ciudadanos, puesto que creamos instrumentos que les permiten tomar parte activa en la política, si les parece adecuado.

Presentamos aquí nuestra aproximación radical que, creemos, contribuiría a transformar los modos de hacer política con ayuda de las TIC, en el convencimiento de que involucrando y comunicándose con los grupos afectados en todas las fases de un proceso de toma de decisiones se producen decisiones de mayor calidad y más consensuadas. Adoptamos así el cambio de tendencia que se ha venido produciendo en la promoción de la participación pública desde los 60 y los 70, cuando se hablaba de democratizar y legitimar la toma de decisiones públicas, ver Arnstein (1969), a promover la participación de individuos y organizaciones cuyos intereses se vean afectados por la política en cuestión, pues pueden aportar información valiosa, junto con el empleo de los datos científicos, ver Bongers (2000). Más aún, autores como Renn et al (1994) sugieren que puede ser interesante facilitar también la participación de ciudadanos ordinarios en la toma de (algunas) decisiones públicas.

Surowiecki (2004) ha tratado en cierto detalle, y de forma amena, esta cuestión. Bajo circunstancias adecuadas, los grupos pueden manifestar una inteligencia notable, de manera que si reunimos un grupo de personas lo bastante numeroso y diverso, pueden tomar decisiones sobre asuntos de interés general intelectualmente superiores a las que tomaría un solo sujeto, por inteligente que sea o bien informado que éste esté. Para que ello sea posible, se ha de dar diversidad, independencia y descentralización en la multitud, así como un mecanismo adecuado de agregación de los juicios individuales. Todo ello se debe a que, en grupos pequeños, se corre el riesgo de adolecer de pobreza de ideas y generar un exceso de consenso. Si dividiésemos un proceso de toma de decisiones en dos fases, tendríamos que la primera consistiría en descubrir las posibles alternativas a tomar, siendo en la segunda fase donde se decidiría entre ellas. Para que en la primera fase se alcance una lista de

soluciones tan amplia como sea posible, es necesario contar con el mayor número de opiniones posible, ya que, de este modo, se incentivan las ideas o soluciones. A su vez, al contar con un número amplio de participantes se observan diferencias significativas entre esas ideas en vez de variaciones menores alrededor de un mismo concepto.

Hay, además, otras razones que pueden apoyar esta inclusión. En primer lugar, se solventan los problemas de representación de los grupos de interés en las instituciones deliberativas. Además, especialmente en problemas de política local, los ciudadanos ordinarios pueden tener un conocimiento tan relevante como el de los expertos oficiales, ver Coleman y Gotze (2001), con lo que su contribución potencial se perdería de no incluirles.

Comienzan a encontrarse numerosos ejemplos del uso del diálogo con implicación de los grupos de interés y del público en la toma de decisiones. Sin embargo, ha habido poco uso de metodologías y tecnologías de apoyo a la toma de decisiones para estas tareas. Ciertamente, la llegada de Internet y las casi ubícuas TIC, nos permiten idear una estrategia para desplegar sistemas genéricos de ayuda a la decisión para ayudar a grupos en la toma de decisiones políticas. Describiremos aquí cómo la estrategia anterior podría, de hecho, implementarse.

Desde una perspectiva TIC, nos gustaría insistir en que, salvo en algunas pocas experiencias que usan foros de discusión u otras herramientas de deliberación online, ver Davies (2006), para promover el debate sobre las alternativas previas a su evaluación, y herramientas de voto online, ver Krimmer (2006), ha habido un uso relativamente escaso de las nuevas tecnologías. Igualmente ha sido escaso el empleo de tecnologías de ayuda a la toma de decisiones.

Exploremos cómo podemos cambiar este estado de las cosas.

## **5.2 Un marco para el apoyo a la toma de decisiones en democracia participativa**

La democracia participativa requiere que los individuos se involucren en la toma de decisiones, implicando la necesidad de apoyo a la toma de decisiones individuales. Puesto que los participantes pueden tener distintos intereses y objetivos, se necesita, además, apoyo a la toma de decisiones por grupos y negociaciones. Un aspecto importante de la democracia participativa se refiere a prestar apoyo a un grupo grande de usuarios, que podrían ser muy diversos en capacidades y estilos cognitivos y de toma de decisiones. En esta sección daré un marco que posibilita el uso no convencional de TICs en democracia participativa.

### **5.2.1 Apoyo a individuos y grupos**

Se han empleado y propuesto diversas aproximaciones a la toma de decisiones. Muchas se basan en el principio de descomposición y utilizan el análisis de decisiones como método de aproximación, ver e.g. French y Rios Insua (2000) o Raiffa (2002). Otros se basan en la intuición, el reduccionismo, las aproximaciones holísticas,... Claramente, cuando tratamos con grupos grandes de decisores con distintos orígenes y niveles de educación, no deberíamos esperar una aproximación uniforme a la toma de decisiones. Debemos reconocer esto y, en general, permitir a los participantes acceder a sistemas de ayuda a la decisión que se adapten a sus necesidades y capacidades. Sin embargo, aquí propondré un marco que parte del ciclo del Análisis de Decisiones, adaptándonos a marcos estándar para la formulación de políticas, como el modelo de cinco fases (establecimiento de agenda, formulación, adopción, implementación y seguimiento de políticas) propuesto por Dunn (1994) o el proceso en tres fases de Holtzman (1989) (formular, analizar, decidir). Para tener en cuenta la implicación de varios participantes, complementamos el ciclo estándar con



ideas y métodos del análisis de negociaciones, véase Raiffa (2002) o Kersten (2008). Gregory et al. (2005) defienden que las metodologías del Análisis de Decisiones proporcionan un medio efectivo y valioso para la deliberación de personas en la participación pública. En French et al. (2007) y Ríos Insua et al (2008) sugerimos categorizar estas metodologías en cinco tipos, que denominamos GDM1-GDM5, y que resumimos brevemente aquí:

- GDM 1. Asignar las probabilidades y utilidades de cada participante, combinarlas en probabilidades y utilidades de grupo, formar las correspondientes utilidades esperadas y elegir las alternativas según la correspondiente ordenación (French, 1985).
- GDM 2. Trabajar con cada participante para desarrollar un Análisis de Decisiones personal para guiarle en su elección. Basados en el mismo, cada participante vota y la decisión de grupo se hace según ese voto (Ríos y Ríos Insua, 2007).
- GDM 3. Se supone que existe un supra-decisor. Este observa el análisis de decisiones para cada usuario y, de forma altruista, emplea este conocimiento para construir un único análisis de decisiones para el grupo, que se usa para tomar la decisión (Keeney y Raiffa, 1976).
- GDM 4. Se reúne el grupo para una discusión facilitada de los temas a tratar. Basados en la discusión, asignamos valores de grupo directamente. Observamos las áreas de desacuerdo y las exploramos a través del análisis de sensibilidad. Buscamos una decisión por consenso sin necesidad de un voto formal (French, 2003).
- GDM 5. Se despliegan herramientas de regateo, análisis de negociaciones y arbitraje para definir un proceso en el que el grupo interactúe y discuta una serie de soluciones, usualmente generadas para converger a una política eficiente en el sentido de Pareto y aceptable para todos los participantes (Raiffa, 2002).

## 5.2.2 El marco

Como consecuencia, sugerimos el marco anunciado que permite incluir numerosos instrumentos de participación y varios de los estilos de toma de decisiones por grupos, e individuos. En este proceso, distinguimos tres roles:

1. El *dueño del problema*. La persona o grupo de personas que decide ejecutar el proceso participativo, involucrando a los ciudadanos. Podría ser el alcalde de una ciudad, el presidente de un gobierno o el Consejo de Gobierno de una universidad.
2. El *facilitador*. La persona o grupo de personas que ayudan, de forma neutral, al conjunto de participantes a ejecutar el proceso; y
3. Los *participantes* en el proceso de toma de decisiones.

Nuestro marco se concibe como una aproximación general y, en consecuencia, algunas fases podrían eliminarse en algunas aplicaciones. Una o más de las fases podrían implementarse en un entorno virtual. Además, si fuese necesario, podríamos reiterar alguna de las fases, hasta que la decisión sea requisito para el grupo, un concepto prestado de Phillips (1984). Inicialmente, el marco se concibe para apoyar a participantes sofisticados analíticamente que compartan el mismo paradigma del análisis de decisiones, pero discutimos después alternativas en línea con nuestros comentarios previos, relativos a que distintos participantes puedan emplear diferentes instrumentos.

1. *Preparación*. En esta fase, se estructura el problema de toma de decisiones, identificándose las decisiones a tomar, las alternativas a tomar en esas decisiones, las incertidumbres, sus interrelaciones, las restricciones, los criterios con que evaluar las consecuencias y la asignación de consecuencias. El grado de sofisticación podría ir desde una simple lista con restricciones hasta un diagrama de influencia. Debido a la tendencia de los participantes a pensar de forma demasiado local,

nosotros sugerimos que el dueño del problema, apoyado por personal técnico, realice un documento inicial con una estructura inicial luego discutida y consolidada por los participantes.

2. *Discusión y consolidación.* Los participantes discuten y consolidan el documento inicial, ayudado por facilitadores, que promoverían e impulsarían la creatividad. La estructura común acordada se usaría después en el proyecto. De ser necesario abordar aspectos inciertos, sugerimos emplear distribuciones de probabilidad que modelicen la mejor ciencia disponible.
3. *Exploración individual de los problemas.* En esta fase extraemos las preferencias de los participantes, por ejemplo, en términos de sus funciones de valor o utilidad, dependiendo de si el problema es bajo certidumbre o incertidumbre. Otras posibilidades incluirían el establecimiento de metas por participantes, el uso de AHP,... Los participantes pueden emplear esta información para determinar sus alternativas óptimas y justificar las razones para tal selección. Podríamos usar tal información, además, para apoyar las posteriores discusiones y negociaciones. Si todos los participantes obtienen la misma alternativa óptima, paramos. En caso contrario, debemos resolver el conflicto.
4. *Resolución del conflicto.* Intentamos resolverlo, bien por arbitraje, bien por negociación y arbitraje o votación, bien, directamente, por votación. Por lo que respecta al arbitraje, si conocemos las preferencias de los participantes, nos basta con el correspondiente algoritmo para calcular la solución de arbitraje escogida, ver Thomson (1994) para una revisión. Un inconveniente de esta aproximación es que estas soluciones podrían verse como impuestas; una ventaja es que mitigan el estrés producido por la presencia de un conjunto potencialmente grande de participantes discutiendo las ventajas y desventajas de las

distintas alternativas. En lugar de arbitraje, podríamos emplear negociaciones, como describimos en la sección 4.4. Si las negociaciones acaban bloqueadas, podría optarse por aplicar arbitraje o una votación, como describimos en 4.2. Como hemos mencionado, podríamos pasar directamente a votar, con la ventaja en nuestro caso, frente al procedimiento tradicional de votación, de que se ha realizado una exploración individual previa del problema.

5. *Post-acuerdo*. Si el resultado del esquema previo se obtuviese por negociación o votación, podría ser que la solución fuese dominada en el sentido de Pareto, i.e. socialmente inaceptable. Así, los participantes deberían intentar mejorarla de forma negociada, mediante un esquema de negociación diseñado para mejorar tal resultado y converger a una solución no dominada, como los BIM y BIC introducidos en la sección 4.4.

Ilustramos más abajo cómo particularizar el esquema global para el caso específico de presupuestos participativos. Observemos que la información obtenida en el paso 3 sería útil no sólo para calcular las alternativas óptimas de los participantes, sino que se puede emplear para evaluar las alternativas que se les vaya ofreciendo durante la fase de negociación, para votar mejor informado y, finalmente, para evaluar si el resultado es no dominado. Un posible comentario es que los participantes pueden ser reacios a hacer pública la información requerida en la fase de comunicación de preferencias. En nuestra concepción, los participantes, de hecho, la proporcionarían a un intermediario seguro que no lo revelaría a otro participante en un marco que denominamos FOTID (Fully Open Truthful Intermediary Disclosure). Los conceptos de seguridad en TIC pueden utilizarse de modo ventajoso en este sentido.

Observemos, además, que, según mencionamos, podría haber muy distintos estilos de toma de decisiones y niveles de sofisticación analítica entre

los participantes. Así, podríamos concebir un marco alternativo algo menos exigente desde el punto de vista cognitivo, como sigue. Las fases (1) y (2) coincidirían, esencialmente, permitiendo la construcción y manipulación de la representación del problema, la generación de soluciones y la evaluación de consecuencias, con discusión facilitada entre los participantes. La fase (3) permitiría la manipulación de la representación por los participantes individuales, lo que podría conllevar desde la modelización sofisticada con funciones de valor a, simplemente, el establecimiento de metas o, sólo, el debate y la discusión con otros participantes. La fase (4) conllevaría la construcción y manipulación de la representación por el grupo, permitiéndose desde métodos sencillos como el de publicación, debate y votación de opciones, a métodos de negociación sofisticados empleando funciones de valor. La fase (5), en este caso, implicaría explorar si el resultado puede mejorarse.

### **5.3 Una arquitectura para el apoyo de la democracia participativa**

Describimos ahora cómo nuestro marco puede implementarse en una arquitectura genérica de apoyo a la toma de decisiones en democracia participativa. La arquitectura es genérica en el sentido de que intenta adaptarse a todos los instrumentos participativos, mediante selección apropiada de módulos en la aplicación de interés. Así, sería posible adaptar los sistemas al proceso participativo específico, eliminando algunos de los pasos o reiterando varios de ellos y que, en una misma fase, distintos usuarios empleasen distintas herramientas. Por ejemplo, en la fase de exploración individual, algunos participantes estarían dispuestos a expresar sus preferencias a través de un modelo de utilidad, mientras que otros sólo querrían discutir alternativas cualitativamente en un foro de discusión.

La arquitectura incluiría tres bases de datos principales:

1. *Censo*. Contendría los datos de todos los usuarios con permiso para participar en el proceso, sus roles, permisos para participar en las distintas fases,... Validaríamos frente a esta base cada vez que alguien solicitase realizar una acción en el sistema.
2. *Log*. Contendría la traza completa de ejecución de cada una de las partes del sistema, para que pueda verificarse siempre que un partido político o ciudadano autorizado lo desee. Las trazas de ejecución individuales se registrarían constantemente para verificación y validación, como forma de aumentar la confianza en el sistema.
3. *Toma de decisiones*. Contiene todos los datos relativos a cada proceso de toma de decisiones, como el estado de cada uno, las preferencias de cada participante en el mismo, los mensajes enviados a los debates, las alternativas propuestas, las concesiones hechas o las ofertas aceptadas en negociaciones.

Además, incluiría estos subsistemas principales:

1. *Interfaz*. Se emplearía para interactuar con y entre los usuarios. Para mitigar la brecha digital, debería ser gráfica y de fácil uso, p.ej. a través de una aplicación web. Dependiendo de la sofisticación del usuario, podríamos emplear distintos tipos de interfaces, según la fase del proceso o el tipo de instrumento participativo. Aquí serían muy relevantes los trabajos en CSCW (Carstensen y Schmidt, 2003) y debate online (Davies, 2006).
2. *Gestor de Seguridad*. Empleando las bases de datos del Censo y Toma de Decisiones, comprueba si un usuario tiene permisos suficientes para realizar algo que haya solicitado en cierto instante y darle el correspondiente permiso. Los trabajos sobre seguridad de redes serían relevantes para esta tarea. Más aún, debemos referirnos aquí al trabajo en

votaciones seguras por Internet, ver Krimmer (2006) para una revisión. Observemos, sin embargo, que si los usuarios transmiten su información mediante una función de valor, tal información será de tratamiento más complicado que en el caso de una votación.

3. *Control Principal*. Coordina el resto de subsistemas desde un punto de vista informático. Esencialmente, recibe peticiones de usuario a través del interfaz y cuestiona al Gestor de Seguridad si un usuario tiene permisos suficientes para acometer una petición. En caso afirmativo, llama a los módulos apropiados del Núcleo; finalmente, cuando están disponibles los resultados, los envía al Interfaz. Además, periódicamente, obtiene las trazas de ejecución individuales de los subsistemas y los graba en el Log.
4. *Núcleo*. Es el componente en el que se ejecutan las peticiones (votar, negociar, debatir, estructurar,...), sin necesidad de preocuparse por cuestiones de seguridad.

Se divide en varios módulos. Todos ellos emplean la base de datos de Toma de Decisiones y son directamente empleadas por el Control Principal. Los principales serían:

- (a) *Control del Proceso Participativo*. Da soporte a la creación, especificación y estructuración del proceso, definiendo las fases a incluir, las herramientas permitidas en cada fase, cuánto tiempo permanecemos en cada fase,... Una vez que se especifica, acuerda y secuencia el proceso, este módulo se encargará del control de la correcta ejecución del mismo. Dependiendo del proceso participativo, podrá tener distintos estados como *adquiriendo información, estructurando el problema, debatiendo, negociando, votando,...* Los trabajos en gestión y control de modelos, como en Nunamaker et al (1988), son relevantes para el diseño de este módulo.

- (b) *Estructurador de problemas*. Se emplearía para apoyar la estructuración del problema de decisión, permitiendo distintas estructuras.
- (c) *Modelizador de Preferencias*. Se emplearía, de ser invocado, para modelizar las preferencias de los participantes para su uso posterior en el cálculo de su mejor alternativa y el apoyo a la resolución de conflictos. Debería facilitar varias formas de modelización de preferencias, de las funciones de valor/utilidad, como en decisionarium ([www.decisionarium.hut.fi](http://www.decisionarium.hut.fi)), al establecimiento de metas como en bayes.escet.urjc.es/refremov/rgmas/pp-gecd.
- (d) *Gestor de Votaciones*. Gestionaría todos los procesos de votación incluidos en las distintas fase del proceso participativo. Por ejemplo, podría gestionar la votación de alternativas publicadas en una negociación por mayoría absoluta o la votación por aprobación de una lista final de alternativas. Debe, por tanto, apoyar diversas reglas de votación. Podría aprovecharse el abundante trabajo previo en sitios como Opinions-online ([www.opinions.hut.fi/introduction.html](http://www.opinions.hut.fi/introduction.html)) o Vote-pro ([www.vote-pro.com/](http://www.vote-pro.com/)), entre muchos otros.
- (e) *Gestor de negociaciones*. Se encargaría de todos los procesos de negociación incluidos en las distintas fases del proceso participativo. Debería gestionar métodos sencillos como posting o más sofisticados como el BCM, ver Sección 4.4. Comienza a haber una línea de trabajo interesante en sistemas de e-negociación, ver p.ej. Benyoucef y Verrons (2007). Algunos sistemas relevantes son Interneg ([www.interneg.com](http://www.interneg.com)) o el SilkRoad Project de IBM ([www.zurich.ibm.com/csc/ebizz/oldprojects/silkroad.html](http://www.zurich.ibm.com/csc/ebizz/oldprojects/silkroad.html)).
- (f) *Gestor de Arbitrajes*. Se le invocaría si escogiésemos el arbitraje como método de resolución de conflictos. Debería apoyar varios métodos de arbitraje, como en Thomson (1994). Algunos ejem-



plos de sistemas de arbitraje basados en web pueden verse en el sitio [www.interneg.org](http://www.interneg.org).

- (g) *Gestor de debates*. Se usaría para gestionar, generar, estructurar y comparar las opiniones de los usuarios en todas las fases requeridas por el proceso participativo. Por ejemplo, podría ayudar en la fase de estructuración a canalizar las discusiones sobre la estructura apropiada, pero también en la fase de negociación para gestionar la discusión sobre ofertas publicadas. Aquí hay numerosas contribuciones referidas a debates online, como en Davies (2006), o PHPbb, que es un motor freeware para implementar foros ([www.phpbb.com/](http://www.phpbb.com/)). Una cuestión importante para la que hay poco trabajo hecho, sería incorporar herramientas para detectar grupos de usuarios con intereses y opiniones similares, ver Lourenco y Costa (2006). Esta es una cuestión que adquirirá cada vez más importancia con el auge de las redes sociales en Internet y la Web 2.0.
- (h) *Gestor de Recursos de Información*. Almacena y gestiona los recursos de información relativos a un problema de decisión, como enlaces a Internet, referencias de libros, documentos electrónicos, debates previos, videos, materiales e-learning,... Incluiría herramientas CSCW, como wikis, para proporcionar información cooperativamente entre diversos participantes. Los debates generados en el Gestor de Debates podrían relacionarse con la información aquí gestionada.

El sitio más próximo a esta propuesta es el *decisionarium* de la Helsinki University of Technology (Hämäläinen, 2003), pero está pensado para usuarios sofisticados de herramientas del análisis de decisiones. Además, las herramientas que incluye están aisladas, careciendo, por tanto, de capacidades de gestión de procesos.

Claramente, en lugar de construir una herramienta genérica, podríamos intentar construir herramientas algorítmicas para resolver ejemplos particulares de problemas, cómo es el caso de PARBUD, ver Ríos y Ríos Insua (2007), enfocado a apoyar experiencias de presupuestos participativos, que resumimos en lo que sigue.

## **5.4 PARBUD: Un sistema para el apoyo a la elaboración de presupuestos e-participativos**

Como ejemplo ilustrativo, describiremos en esta sección cómo se especifican nuestro marco y arquitectura para el caso de los presupuestos participativos. Estos constituyen un intento de permitir a los ciudadanos tomar parte en la toma de decisiones referidas al presupuesto de una Administración pública, habitualmente en municipios, i.e. cómo y cuánto del presupuesto puede emplearse en transporte, cultura, educación, desarrollo urbano, salud,... Constituyen un modelo de asignación de presupuestos basado en el diálogo y la participación ciudadana, que se separa del modelo actual predominante, esencialmente representativo, en el que los ciudadanos de un municipio eligen cada cuatro años a sus representantes, los concejales, que, a su vez, discuten cada año el presupuesto correspondiente, sin que los ciudadanos puedan apenas influir sobre la política municipal. Obsérvese que la Ley Reguladora de Haciendas Locales no impide la participación de los vecinos en la elaboración del presupuesto municipal, pero tampoco la regula y se limita a la obligación de la publicación oficial del mismo durante quince días hábiles, período en el que se pueden presentar alegaciones por parte de los ciudadanos que se consideren afectados por el mismo. De no haber alegaciones, el presupuesto entra en vigor; si las hubiera, sería necesaria su resolución a través de una nueva votación en el pleno.

Aunque se mencionan experiencias anteriores como las de Kerala, Lajes o Vila Velha, la más conocida, por su longevidad, es la de Porto Alegre iniciada en 1989, consolidada definitivamente en 1992. Desde entonces, se ha venido aplicando anualmente con cierto éxito, llegando a merecer un premio de Naciones Unidas sobre mejores prácticas de gobierno. Los presupuestos participativos han ido haciéndose crecientemente populares en numerosos municipios, en todo el mundo, con más de 200 casos en el año 2003, incluidas ciudades tan importantes como Phoenix. En España, pueblos como Cabezas de San Juan o Petrer, y ciudades como Logroño, Málaga o Albacete han implantado estas experiencias, que abarcan todo el espectro político de nuestro país.

Aunque todos los modelos de presupuestos participativos se basan en principios similares y relativamente sencillos, la comparación de sus reglas muestra una gran variedad de formas, que difieren en factores como el porcentaje de presupuesto asignado directamente, el número de participantes en el proceso, el número de rondas, si son asociaciones o vecinos los que participan,... Sin embargo, lejos de ser amorfos y desorganizados, se estructuran en torno a manuales que describen las reglas que incluyen los organismos necesarios, las reglas funcionales y los principios inmersos en las regulaciones municipales.

Ha habido, sin embargo, abundantes críticas que se siguen de las experiencias realizadas. Desde el punto de vista conceptual, deberíamos poner el énfasis en que la participación se limita frecuentemente a una pequeña fracción de la población, en contra, en parte, del propio concepto de participación. Desde el punto de vista de las TIC, observamos que, con la excepción de algunas experiencias que han empleado foros de discusión, prácticamente no se han empleado las nuevas tecnologías y los procesos se basan en discusiones y mítines físicos donde las preferencias se establecen por medio de votaciones, frecuentemente a mano alzada, con un régimen asambleario y el consecuente abuso potencial sobre personas con peores habilidades de comu-



TOMA TU PARTE DEL PRESUPUESTO DE 2007

PREVISIÓN DE GASTOS MUNICIPALES 2007	
GASTOS DE PERSONAL	750
GASTOS SERVICIOS Y ACTIVIDADES	124
INTERÉS DE PRÉSTAMOS	12
SUBVENCIÓN Y CONVENIOS	15
IMPUESTOS	10
AMORTIZACIÓN DE PRÉSTAMOS	30
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>941 €</b>

PRESUPUESTO MUNICIPAL TOTAL 2007  
22.000.000 € - 12.000 HABITANTES = 1.833 € TU PARTE

CANJEABLE POR TUS DICAS EN LAS ASAMBLEAS DEL 2 Y 8 DE MARZO

600

Figura 5.1: Propaganda del presupuesto participativo de Petrer.

nicación. Entre otras, esto ha conducido a que haya resultado difícil hacer participar a la población más joven y más pobre y se han inducido problemas en barrios incapaces de articular un plan común coherente de inversiones. Además, aquellos que han perdido las ventajas que poseían antes de realizar los presupuestos participativos tienden a boicotearlos. Así, se dice que las experiencias de presupuestos participativos, se han caracterizado por el conflicto, debido a la gran variedad de grupos que pueden tomar parte, lo cual no es necesariamente malo, siempre que se disponga de metodologías para gestionar tal conflicto. Esto se relaciona con nuestra crítica final, desde el punto de vista de la escasa tecnología de la decisión empleada: no hay modelización formal o cuantificación de la intensidad de preferencias, ni se emplean herramientas formales de negociaciones o de apoyo a la toma de decisiones por grupos, más que las estándar basadas en votaciones. En parte por esa misma razón, los ciudadanos tienden a focalizarse en la solución de sus problemas locales, sin una visión global, limitándose a proponer poco más que el asfaltado de algunas calles o la realización de pequeñas obras sanitarias. En resumen, hay poca metodología disponible.

### 5.4.1 Una metodología de apoyo a la elaboración de presupuestos participativos

En esta sección describiremos verbalmente un modelo que permite abordar tal problema, para después presentar una posible implementación informática basada en Internet, adaptando las ideas antes expuestas de modo general. Una implementación experimental puede verse en [parbud.escet.urjc.es](http://parbud.escet.urjc.es).

Nosotros contemplamos los presupuesto participativos como procedimientos de asignación de recursos en los que los ciudadanos deciden cómo emplear los recursos disponibles seleccionando algunos de los proyectos disponibles en una lista. Cada proyecto tiene un coste estimado y se evalúa en función de criterios múltiples. El coste total de los proyectos seleccionados debe ser menor que el presupuesto disponible. Podría haber otras restricciones sobre los conjuntos factibles de proyectos. Por ejemplo, podría haber varias propuestas relativas a un nuevo hospital, no siendo necesario seleccionar más de una; o podría haber un proyecto que requiriese la selección de otro para ser incluido. Por ejemplo, para construir el parking de un hospital, debería construirse antes el hospital.

Explicamos ahora cómo hemos adaptado el marco a este caso:

1. *Preparación.* El problema se estructura antes de identificar la lista final de proyectos candidatos. Estructuramos los criterios con los que evaluar los proyectos, elaboramos la lista inicial de proyectos junto con sus costes y características técnicas, e identificamos restricciones. Para evitar la posible miopía de los ciudadanos, esta fase la debería realizar el apoyo técnico al dueño del problema que, eventualmente, publica el correspondiente documento para su discusión.
2. *Discusión y consolidación.* Se permite a los participantes proponer nuevos proyectos y criterios, o eliminar algunos, supervisados por un facilitador, para consolidar la lista final de propuestas y criterios. Esta

fase también proporciona a los participantes una oportunidad de entender las características generales del problema. Esto podría hacerse a través de un foro moderado, o bien a través de mítines físicos.

3. *Comunicación de preferencias.* Extraemos las preferencias de los participantes, en forma de función de valor, para guiar la negociación y proporcionar apoyo analítico durante la misma. Esta fase permite a los participantes comprender sus rasgos individuales en el problema. Como subproducto, los participantes pueden determinar su presupuesto óptimo. Si todos lo comparten, el proceso concluye. En caso contrario, debemos continuar.
4. *Negociación.* Por las discrepancias en preferencias, permitimos a los participantes discutir las alternativas. En lugar de emplear un método formal de negociación, como en la fase 6, preferimos aquí permitir a los participantes hacer ofertas y debatirlas a través de un foro de discusión apoyado. De esta forma, los participantes interaccionan y comparten conocimiento, enviando ofertas para recibir comentarios y su posible aceptación. Reciben apoyo analítico a través de diversos índices para evaluar las ofertas. Los participantes pueden votar a favor o en contra de las ofertas. La oferta con mayor nivel de aceptación se considerará un acuerdo, si ese nivel es suficientemente alto, seguido por un post-acuerdo en la fase 6. Si no, pasamos a la fase 5.
5. *Votación.* En este punto, las negociaciones han fracasado y se emplea una sesión de votación para escoger el presupuesto. Por las razones esgrimidas en la sección 4.2, usamos un esquema de voto por aprobación para determinar el presupuesto ganador.
6. *Post-acuerdo.* En esta fase, tenemos un presupuesto potencial, obtenido por votación en la fase 5 o por negociación en la fase 4. Como disponemos, de las preferencias de los participantes, podemos comprobar si

el resultado es socialmente mejorable. En tal caso, los participantes deberían mejorarlo en forma negociada. Empleamos una modificación del BIM, ver Sección 4.4, para apoyar tales negociaciones.

Observemos que esta aproximación incluye la metodología estándar de elaboración de presupuestos participativos que, en términos generales, incluye una fase 2 en la que los participantes elaboran una lista inicial de propuestas, y una fase 5, en la que los participantes votan sobre esa lista. Incluyendo la fase 1 antes de la 2, mitigamos la cuestión de una visión demasiado miope de los participantes. Incluyendo las fases 3 y 4 antes de la 5, los participantes votan con un conocimiento mejor de las opciones. Incluyendo la fase 6 tras la votación, proporcionamos un mecanismo para verificar si la solución votada es socialmente subóptima, lo cual se ignora frecuentemente.

Esta metodología se ha implementado en PARBUD, un sistema web de apoyo a la toma de decisiones por grupos. El sistema asume el papel de facilitador, como ayudante externo neutral, recogiendo información confidencial de los participantes en un marco FOTID, que posibilita, por ejemplo, detectar si un resultado es dominado y, en tal caso, mejorarlo en forma negociada, sugiriendo a los participantes presupuestos eficientes y equitativos para su posible aceptación, basado en el conocimiento de las preferencias de los participantes y algún concepto de equidad, hasta que uno sea comúnmente aceptado, como en nuestro caso el método de incrementos equilibrados. Así, en lugar de emplear mítines físicos con mecanismos de votación, PARBUD promueve mítines virtuales en los que los participantes discuten el problema y exploran las consecuencias mediante una metodología integradora, revelación confidencial de preferencias y negociación para la resolución de conflictos. Así, PARBUD incluye módulos para apoyar:

- La gestión de participantes.
- La estructuración de problemas: definición de proyectos, criterios, evaluación de consecuencias, restricciones, asignación de costes y un foro

de discusión para consolidar la lista final.

- La modelización de preferencias: obtención de las funciones de valor de los participantes con métodos robustos como el SMART y el método equivalente en probabilidad.
- El cálculo del presupuesto óptimo para cada participante, por resolución del correspondiente problema de optimización.
- La resolución del conflicto mediante negociación a través de *posting*, permitiendo a los participantes publicar, leer, discutir y votar ofertas.
- La resolución del conflicto a través de votación, permitiendo votar mediante voto por aprobación.
- El post-acuerdo, a través del método de incrementos equilibrados (BIM).

Lógicamente, se incluirían mecanismos adecuados de seguridad, en particular aportando a los participantes procedimientos adecuados de validación segura, por ejemplo, basados en certificados digitales. Obsérvese, en cualquier caso, que puesto que el proceso de elaboración es relativamente extenso en el tiempo, un participante tendría más posibilidades de detectar una posible alteración de las opiniones vertidas por él.

Hay que observar que el sistema guiará al dueño del problema y los participantes en el proceso de elaboración del presupuesto, siguiendo un protocolo, esencialmente las seis fases que hemos mencionado, en el que la acción que debe realizar cada agente en cada momento dependerá de su última acción realizada sobre el sistema y de las acciones del resto de agentes. Así, por ejemplo, ningún participante podrá comunicar sus preferencias hasta que el mediador haya terminado de estructurar el problema. También se puede definir el estado del proceso en función de las acciones realizadas por los agentes. Además, se incluye el correspondiente soporte de información a



través de un esquema de base de datos relacional, una interfaz de usuario basada en web y un sistema de aviso a usuarios mediante correo electrónico.

## **5.5 Apoyo a decisiones en democracia participativa**

Concluimos este capítulo con la discusión de algunas cuestiones de índole práctica, motivados por las dificultades debidas a la presencia de un número grande de participantes muy diversos desde el punto de vista cognitivo. Estas consideraciones son relevantes en el diseño de sistemas de ayuda a la decisión de apoyo a la democracia participativa.

### **5.5.1 Comunicación**

Los ciudadanos participan en las actividades de toma de decisiones bien directamente, bien indirectamente a través de sus representantes. Las TIC extienden esta capacidad de participación de un mismo lugar y un mismo tiempo a cualquier lugar y cualquier instante. Además, por el momento, el ancho de banda proporcionado por las comunicaciones basadas en TIC (CMC) es mucho menor que el de las comunicaciones cara a cara (F2F).

Ya hemos indicado distintos medios para la CMC como el video, el correo electrónico, o los SMS. Resulta importante seleccionar el medio de comunicación con los participantes adecuado. La investigación en teoría de la riqueza de medios puede ser útil para ello. Esta teoría sugiere que la riqueza en los medios de comunicación puede determinarse por factores como la posibilidad de retroalimentación instantánea, la capacidad para transmitir señales múltiples (e.g., expresión facial, tono de voz, inflexión, ...) o el apoyo al lenguaje natural. Así, la comunicación F2F sería más rica que la CMC síncrona y ésta, a su vez, más rica que la CMC asíncrona.

Sin embargo, la investigación experimental en teoría de riqueza de medios sugiere que no siempre es beneficioso proporcionar el máximo grado de riqueza para una tarea dada. Por ejemplo, diversos estudios proponen que las sesiones F2F son mejores para tareas de generación de ideas, pero las sesiones CMC son mejores para la toma de decisiones (Fjermestad y Hiltz 1998/1999). En cualquier caso, no todos los estudios en este campo son consistentes en sus conclusiones, lo que plantea la necesidad de experimentar en este nuevo campo de aplicación. Además, en los procesos de toma de decisiones públicas participativas es habitual que se empleen distintos modos de comunicación, lo que abre nuevas vías de investigación.

### **5.5.2 Apoyo a individuos**

Cuando un individuo se prepara para la participación pública en una democracia debería pensar, en primer lugar, sobre lo que le gusta, lo que quiere, a lo que aspira, así como lo que considera justo. Además, debería recoger información sobre los temas a discutir, las alternativas factibles y sus consecuencias esperadas. Los individuos pueden averiguar esto mediante construcción de escenarios y herramientas de simulación. Finalmente, si es posible, deben averiguar cuestiones relativas a las necesidades, preferencias y aspiraciones de los otros participantes e identificar los conflictos potenciales.

Podríamos así aconsejar a un participante sobre cómo debe comportarse para conformar las decisiones públicas que le interesen, dadas sus preferencias y creencias, y cómo espera que se comporten los otros participantes. Si se tratase de un individuo con inclinación analítica, podríamos apoyarle dentro del paradigma del Análisis de Decisiones. En el caso de un individuo más holístico, podríamos emplear razonamiento basado en casos para determinar su alternativa preferida por similitud con las elegidas en casos previos anteriores.

En democracia, podría haber muchas decisiones que pudiesen afectar a un

individuo pero en las que no tuviese tiempo para hacerlo directamente. En tal caso, podrían utilizarse agentes software para apoyar la automatización de algunas tareas de toma de decisiones, reduciendo así la carga cognitiva asociada a la participación activa.

### **5.5.3 Apoyo a grupos de interés y coaliciones**

Cuando los individuos afrontan cuestiones públicas, pueden estar interesados en buscar otros participantes con metas similares. Esto les permitiría definir una estrategia común o tratar de hacer lobby sobre el gobierno u otros grupos de interés. Cuando entra una gran cantidad de participantes en la arena pública, la formación de coaliciones puede complicarse. Los individuos interesados en crear una coalición podrían emplear agentes para detectar personas con perfil similar e invitarles a unirse a la coalición. En este proceso, las coaliciones formadas deberían identificarse para facilitar la unión de otros interesados.

En caso de que los individuos revelasen sus preferencias a un intermediario neutral, podrían emplearse técnicas estadísticas de conglomerados para identificar grupos con preferencias similares y ponerlos en contacto a través de un foro. En este caso, las coaliciones serían dependientes del problema, pues en su formación se consideran las preferencias de los individuos respecto de las consecuencias de las alternativas, en lugar de dar el voto a un partido político que sólo con una probabilidad muy baja apoyará los intereses de los individuos que representa en todos los temas públicos que pudiesen surgir en una legislatura. Las coaliciones capacitan a sus miembros a conseguir más que si lo hiciesen por sí solos. En caso de que surjan coaliciones en la negociación, debería prestarse apoyo y atención a la coordinación entre las negociaciones internas y externas.

### 5.5.4 Facilitación, coordinación y mediación

El apoyo a procesos es crítico para mejorar la productividad de individuos y grupos. Las grandes diferencias en intereses, conocimientos, habilidades cognitivas y otras características puede hacer insuficiente e inefectivo el mero apoyo basado en TIC.

La facilitación puede tener un impacto considerable en el desarrollo de relaciones, la participación, los conflictos interpersonales, así como la satisfacción y la calidad de las decisiones de grupo (Miranda y Bostrom, 1999). Hay, de hecho, varios modelos de facilitador. La facilitación puede realizarla el líder del grupo, un miembro ordinario, alguien externo o, incluso, un sistema. El facilitador puede centrarse en promover interacciones o contenido. Puede ser restrictivo o flexible.

En el entorno de mítines F2F para grupos, el facilitador típicamente proporciona apoyo técnico y responde a preguntas. En este caso, el papel del facilitador es crítico, pues promueve el uso efectivo del sistema. En el caso de entornos síncronos distribuidos, su papel es más sencillo, puesto que la función de apoyo técnico no la proporciona usualmente el facilitador. En el entorno asíncrono distribuido, el rol del facilitador puede ser más complejo. En primer lugar, un mitin asíncrono puede durar días, semanas o, incluso, meses. Además, las interacciones entre participantes pueden producirse cuando les resulte conveniente y puede responderse a los mensajes en orden diferente. Más aún, como los participantes tienen más libertad para trabajar individualmente y las interacciones son menos frecuentes e inmediatas, la coordinación de participantes sería mucho más difícil (Tung, 1998).

Turoff et al. (1993) sugieren cuatro tipos de métodos de coordinación: paralela, combinada, secuencial y recíproca. Argumentan, además, que un grupo apoyado por un modo síncrono de comunicación típicamente emplea un método secuencial autoimpuesto de coordinación, pues el grupo suele utilizar agendas que fuerzan a los participantes a ir paso a paso a través de

un proceso.

Cuando se emplea el modo asíncrono, deben considerarse más explícitamente los mecanismos de coordinación. Para la coordinación secuencial, debería definirse y forzarse una agenda, mientras que para la coordinación recíproca, es necesaria la comunicación frecuente para permitir a los individuos reconsiderar actividades anteriores y hacer los ajustes necesarios. Para la coordinación combinada, debería haber un mecanismo de señales para indicar que deben concluirse las aproximaciones individuales y que el procedimiento estándar debería comenzar (Tung, 1998). En cualquier caso, considero que la facilitación mediante un sistema tendrá un papel crucial en el entorno distribuido asíncrono, típico de la e-democracia participativa.

### 5.5.5 Confianza y confidencialidad

Supongamos que hemos resuelto los problemas anteriores y hemos implementado nuestro marco en un sistema web que apoye procesos participativos para satisfacción del dueño del problema y del facilitador. ¿Confiaría el público en él y lo percibiría como legítimo? ¿Considerarían genuinas todas las interacciones con el sitio web? ¿Aceptarían los análisis en el sitio web como reflejo del conjunto de creencias y preferencias o percibirían el sistema como distorsionador o sobresimplificador de sus opiniones? ¿Confiarán los ciudadanos en que los otros ciudadanos revelen sus preferencias honestamente en la forma que requiere el análisis de decisiones?

Está además la cuestión de confiar en que el sistema implemente un algoritmo correctamente. Incluso en el caso relativamente sencillo del recuento de votos, los debates en el área del e-voto sugieren que garantizar que el sistema sume los votos de forma correcta y transparente no es una tarea trivial. Más difícil aún será hacerlo cuando el sistema deba resolver un diagrama de influencia con estructuras de probabilidad y utilidad complejas. ¿Qué control de calidad sería necesario para garantizar la confianza en los resultados? ¿De-

bería el código publicarse en cierto sentido, por ejemplo a través de código abierto?

Tendríamos que preguntarnos también si los políticos confiarían en el sistema. En primer lugar, deberían aceptar los cambios en las estructuras políticas que conllevaría el uso de tales sistemas. Al igual que los ciudadanos, deberían confiar en los procesos y los sistemas y en el equipo de facilitación.

Está además la cuestión de la legitimidad, en el sentido de que incluso si se confía en los sistemas, podemos preguntarnos si reflejan al total de la sociedad, cuestión relacionada con los problemas de la brecha digital. Igualmente, surgen las cuestiones relativas a la representación justa y el potencial de que el sistema de e-participación pueda quedar secuestrado por algún grupo de presión. Además, las autoridades deberían intentar implicar al gran público, con lo que sería necesario diseñar mecanismos para motivar al público a participar en una actividad costosa en tiempo y, así, legitimar todo el proceso.

## 5.6 Discusión

Como puede deducirse de las numerosas iniciativas gubernamentales recientes y el interés de empresas de consultoría y proveedores de software, los procesos de e-participación serán pronto una práctica estándar en nuestra vida política. Nuestra motivación aquí ha sido sugerir un marco robusto que pueda acomodar muchos de los procesos participativos actuales, basado en herramientas de ayuda a la toma de decisiones y de las TIC. Nuestra experiencia con pequeños grupos de usuarios cuantitativamente sofisticados en problemas específicos de elaboración de presupuestos participativos ha sido muy enriquecedora. Pero aún debemos probar con grupos de participantes no sofisticados en problemas generales.

Una cuestión importante es que estas herramientas se diseñan, en parte, para promover e incrementar la participación, pero ¿realmente se conseguirá?

Después de todo, el estilo de vida moderno conlleva poco tiempo para que nos impliquemos en la sociedad civil. Insistimos, sin embargo, que no estamos sugiriendo que nos involucremos en todas las decisiones que nos afecten, sino que habrá ocasiones en las que podríamos estar interesados en participar, como en la determinación de las prioridades en los presupuestos. En ocasiones, como hemos indicado, podríamos también delegar nuestra participación a un agente software.

# 6

## A MODO DE CONCLUSION:

Guzmán de Alfarache

There are people who don't want to see things change, because they're not used to things changing...

People want to be heard. People really think they have something to say.

Markos Moulitsas (2006) *Wired*

The times they're a-changin'

Robert Allen Zimmerman (1964)

Llega ya el momento de finalizar este discurso. El mensaje esencial que he querido transmitir es que todo el bagaje que aportan las Matemáticas, a través del Análisis de Decisiones y de Negociaciones fundamentalmente, y de las TIC, principalmente a través de los desarrollos en Internet, deberían facilitar el acceso de la ciudadanía a la participación en la toma de decisiones públicas, modificando los modos tradicionales de hacer política. TIC<sup>3</sup>. Me permitirán concluir con unas breves reflexiones sobre la viabilidad de la aproximación propuesta, a partir de una discusión general sobre el poder, la racionalidad, el mito del voto y la resistencia al cambio, basado en algunas anécdotas y observaciones, propias y ajenas, de la pequeña política.



## 6.1 ANΘΡΩΠΟΣΑΝΘΡΩΠΩΙΛΥΚΟΣ

Cuando hace dos años y medio durante un caluroso verano empezaba a pensar sobre el tema de mi discurso, planteé a mi hija mayor y a mi ahijada menor repetidas veces un pequeño juego en el que ambas se beneficiaban de la cooperación. La primera no había ido a la escuela aún, mientras que la segunda llevaba unos pocos meses en una guardería. Esperaba, por tanto, un comportamiento poco contaminado por los modos sociales. Pasé así parte del verano proponiendo a ambas tareas en las que, teóricamente, se lo pasarían mejor cooperando, que cada una actuando por su lado. Aunque no puse empeño excesivo en un correcto diseño, que de hecho fue más bien casual, en más del 90% de las ocasiones las pequeñas prefirieron la actuación egoísta a la cooperativa. Mi fe en la raza humana retornó cuando en casi un 80% de los casos, tras una breve explicación accedieron a cooperar.

Podría criticarse precisamente el no haber tratado con individuos con formación cuantitativa y sin apoyo a su toma de decisiones, objeto habitual de los trabajos de economía y psicología experimentales. En un contexto de participantes sofisticados, en alguno de los concursos de oposición a los que he tenido que asistir recientemente, recuerdo haber llegado a una situación de obvio enfrentamiento entre dos partes, con nulas posibilidades para mi tercera vía, y una presidencia cambiando criterios repetidas veces, de forma demasiado predecible. Tal situación me permitió de nuevo experimentar con mis colegas, sin que lo supieran, pudiendo de nuevo observar repetidos errores en sus juicios y apreciaciones. Por ejemplo, en la evaluación de pares de candidatos la presidencia nos solicitaba dar una valoración de los mismos en una escala 0-10, de forma intuitiva (sic). El procedimiento, anunciado a posteriori por la presidencia, consistió en la suma de las valoraciones (absurdo, pues se suman medidas ordinales). A la vista de los resultados no favorables para su candidato, la presidencia propuso eliminar la valoración del miembro del tribunal que diferenciase más a los candidatos (absurdo, pues las medidas

eran ordinales e implícitamente se supone su intercomparabilidad) y repetir la agregación, lo que conducía al triunfo de su candidato. La moción no prosperó.

Lección 1. Incluso los usuarios sofisticados, dejados a su intuición cometen errores e inconsistencias en sus juicios en toma de decisiones.

Lección 2. El poder puede ser capaz de alterar las reglas del juego en el momento que lo necesite.

Lección 3. Incluso los usuarios poco sofisticados, son capaces de actuar racionalmente cuando se les explica cómo hacerlo.

## 6.2 ANΘΡΩΠΩΝΙΑΥΚΟΣΛΥΚΩΤΑΤΟΣ

En algún momento de esta memoria he aludido al poder, a su definición y a que, en ocasiones, el poder utiliza sus resortes para boicotear cambios que puedan alterar su *status quo*.

Como ejemplo, un buen conocido mío me comentó cómo en su institución, al ir a organizar unas primeras elecciones a órganos representativos, se le ocurrió proponer un sistema de repartición de poder, basado en índices estándar, con argumentos racionales y cálculos elementales para asignar puestos a los distintos grupos. Tal asignación cambiaba el equilibrio de poder artificial de ese momento. La autoridad boicoteó (con su poder) la propuesta racional e impuso (con su poder) otra que preservaba su *status*.

Efectivamente, no siempre resultan suficientes las razones y las cuantificaciones para convencer al poder. Recuerdo hace unos pocos años, la decisión que se tomó, probablemente la más trascendental en materia TIC en nuestra organización, pues implicaba cambios en todos los sistemas de gestión. Después de varios meses de intenso estudio y consultoría, y de hacer una concienzuda presentación, descubrí a los pocos minutos que el tema apenas interesaba al resto de compañeros encargados de ayudar a tomar la decisión.

Fracaso absoluto. Pero dada la importancia de la situación, conseguí una nueva oportunidad para debatir el tema. Para esa segunda oportunidad, hice la presentación en términos de probabilidades de perder las siguientes elecciones. Además, busqué un par de aliados influyentes para completar mi presentación, que, esta vez sí, fue un éxito.

Lección 4: Los argumentos cuantitativos y las soluciones racionales no son siempre convincentes para el poder.

Lección 5: El poder tiene miedo al cambio, especialmente si puede conllevar la pérdida del poder.

### 6.3 ΑΝΟΥΣΗΝΕΓΩΚΑΙΔΙΑΟΣΣΑΕΙΔΟΝ ΔΙΣΑΝΟΥΣΑΝΟΥΣΕΓΕΝΟΜΗΝ

Hemos mencionado en alguna ocasión la visión casi mística que del voto tiende a tener mucha gente. *Los votos son los votos* es una expresión que demasiado frecuentemente he oído. Desde un punto de vista político, las críticas a los nuevos modos que estamos proponiendo están relacionadas con el acto mismo del voto: su peligro radica en su transformación. Virtualizar el voto desvirtúa el acto de votar, dicen algunos. Recuerdo una presentación que hice de algunos de los conceptos que les he mostrado ante un Alcalde. Cuando tras explicarle la relevancia de las TIC en la democracia, mencionarle la posibilidad de modernizar su municipio, no se le ocurrió otra cosa que decir que él nunca dejaría participar a sus ciudadanos en una votación que no fuese la de elecciones municipales, que para eso era el elegido y que era él quien tenía que encargarse de asumir responsabilidades.

Otra situación 'fascinante' se produjo cuando presentando ante un grupo de concejales y técnicos municipales algunas de nuestras herramientas, intentaba explicar por qué las soluciones votadas en un presupuesto participativo podían ser socialmente inaceptables, por mucho que procedieran del voto

del pueblo. El pueblo había hablado y no se le podía avisar de que estaba cometiendo un error, argumentaban: los amigos de los sistemas assemblearios suelen olvidar el hecho de que una solución obtenida por votación puede ser socialmente inferior, en el sentido de Pareto. Este hecho se comprueba fácilmente con ayuda de las funciones de valor construídas. Si se detecta que el presupuesto obtenido por votación o el acuerdo alcanzado en la negociación es claramente inferior a otros posibles presupuestos, podemos reiniciar una negociación partiendo de dicho presupuesto, para obtener una solución mejor. Ello se consigue restringiendo la renegociación a aquellos presupuestos que son unánimemente preferidos al de partida.

Finalmente, se olvida que un sistema de votación puede promover, tal vez inconscientemente, valores fuertemente antidemocráticos. Como ejemplo, en un sistema de elección popular en muchas universidades de nuestro país, se utilizan listas abiertas con los votantes pudiendo votar hasta el 75% de los sitios disponibles. El efecto habitual es que, de hecho, se producen listas cerradas, de forma implícita o explícita. Es desalentador, así, ver en los recuentos listas rellenas con un mismo patrón y un mismo bolígrafo. Además, basta con el 51% de los votos para obtener el 75% de los sitios y hasta puede bastar con poco más del 60% para obtener el 100 % de los sitios, en un claro desprecio por las minorías. Más aún, en una democracia pequeña con pocos electores este sistema se presta con demasiada facilidad a la compra de voto y al clientelismo, más propios de Caltanissetta o Cesaró.

Lección 6 (Repetimos). El poder tiene miedo al cambio, especialmente si puede conllevar la pérdida del poder.

Lección 7. No hay nada mítico en un sistema de votación. Un sistema de votación no necesariamente promueve valores democráticos. Un sistema de votación puede promover soluciones socialmente inaceptables.

## 6.4 ΣΟΦΟΣΗΝΕΓΩΚΑΙΔΙΑΟΣΣΑΕΙΔΟΝ ΔΙΣΣΟΦΟΣΕΓΕΝΟΜΗΝ

Algo que muchas veces se olvida es que una de las principales ventajas del poder es controlar la agenda política, lo que a su vez facilita, en ocasiones, el voto estratégico. En cierta reunión a la que asistí estaba a punto de prosperar una medida populista, poco compatible con el rigor científico. La única forma de arreglarlo era establecer una agenda de votación, potestad del director de la reunión, perder (aparentemente) una primera votación en la que ganase la medida populista y, después, en la votación en la que se aplicase tal medida, ganar la correspondiente votación reestableciendo el rigor científico. Tenemos así un ejemplo concreto de establecimiento de agenda y votación estratégica para obtener una solución menos mala, explotando los defectos de la regla de la mayoría simple.

Se tiene así también un ejemplo del interés de conocer en detalle estas metodologías para aprovechar el desconocimiento de las otras partes. Confieso que haber estudiado en cierta profundidad estas metodologías me ha dado alguna ventaja estratégica en numerosas negociaciones que he tenido que afrontar en los últimos años. En primer lugar, dentro de mi grupo, nos ha permitido realizar un análisis detallado de las situaciones conociendo todas las posibles consecuencias, las posibles medidas y contramedidas, para así acordar un plan común de acción. En segundo lugar, frente a grupos con posiciones demasiado encontradas y agresivas, nos han ayudado a intentar promover soluciones integradoras. Finalmente, cuando estas soluciones no han prosperado y nos hemos debido enfrentar a rivales manipuladores, agresivos y con comportamiento estratégico, i.e. cuando nos enfrentamos a un adversario, estas metodologías nos han ayudado a prever, algunos pasos por delante, su mal comportamiento e intentar mitigarlo.

Lección 8. El poder puede abusar de su control de situaciones actuando

estratégicamente.

Lección 9. Resulta esencial promover soluciones que, por un lado, promuevan el comportamiento honesto y, por otro, sean racionales y consensuadas.

## 6.5 Conclusiones

En este discurso de ingreso en la Real Academia, que hoy generosamente me acoge, he hecho un breve recorrido sobre algunas propuestas que, creo, contribuirían a redemocratizar el sistema democrático, apoyado en el empleo de la red para desplegar herramientas que promuevan la solución racional y consensuada de problemas de toma de decisiones involucrando a las personas que puedan estar interesadas. Indudablemente, serán muchas las barreras a salvar, los modos a cambiar. Pero estoy absolutamente convencido de que algún día muchas de las decisiones públicas más importantes se tomarán en forma cercana a nuestras propuestas. Se hará entonces realidad la misión de nuestro equipo de investigación<sup>1</sup>: tomar mejores decisiones para crear un mundo mejor.

---

<sup>1</sup>Es de justicia aquí mencionar a tantas personas que me han ayudado a perfilar las ideas aquí descritas, entre ellas: J. Berger, B. Nau, S. French, G. Kersten, F. Ruggeri, J. Ríos, J. Martín, S. Ríos, S. Ríos Insua, A. Mateos, C. Bielza, J. Moguerza, J. Muruzábal, R. Efremov, C. Grima, E. Fernández, P. Muller, R. Hamalainen, A. Moreno, M. Virto, M. Herrero, M. Sanz, R. Moreno y J.A. Rubio.

# Referencias

- Arnstein, S. (1969) A Ladder of Citizen Participation, *Journal of the American Planning Association*, 35, 216-224.
- Aliprantis, C., Chakrabarti, S. (1999) *Games and Decision Making*, Oxford University Press.
- Arrow, K. (1951) *Social Choice and Individual Values*, Wiley.
- Baierle, T., Cayford, J. (2002) *Democracy in Practice: Public Participation in Environmental Decisions*, RFF.
- Bobbit, P. (2002) *The Shield of Achilles*, Knopf.
- Bongers, F. (2000) *Participatory Policy Analysis and Group Support Systems*, Tilburg Univ. Press.
- Brams, S.J. y Fishburn, P.C. (1978) Approval Voting, *American Political Science Review*, 72, 831-847.
- Brams, S.J. y Fishburn, P.C. (1983) *Approval Voting* Birkhauser, Boston.
- Brams, S.J. y Fishburn, P.C. (2002) Voting procedures, in Arrow, Sen, Suzumura (eds) *Handbook of Social Choice and Welfare*, Elsevier.
- Brams, S.J. y Taylor, A.D. (1996) *Fair Division*, Cambridge University Press.

- Brams, S. (1985) *Rational Politics*, CQ Press.
- Browning, G. (2003) *Electronic Democracy*, Information Today.
- Brzezinski, Z. (1970) *Between two ages: America's role in the technotronic era*, Viking.
- Carstensen, P. and Schmidt, K. (2003) Computer supported cooperative work: New challenges to systems design, in Itoh (ed.) *Handbook of Human Factors/Ergonomics*, Asakura, 619-636
- Chaum, D. (1983) Blind Signatures for Untraceable Payments, *Advances in Cryptology: Proceedings of Crypto 82*, Plenum Press.
- Coleman, S. y Gotze, J. (2002) *Bowling Together: Online Public Engagement in Policy Deliberation*, BT Hansard Society.
- Consejo de Europa (2004) Recommendation Rec (2004)11 of the Committee of Ministers to member states on legal, operational and technical standards for e-voting. *Adopted by the Committee of Ministers on 30 September 2004 at the 848th meeting of the Ministers.*
- Crick, B. (2002) *Democracy: A very short introduction*, Oxford University Press.
- Davies (2006) From messages to meetings: the promise of online deliberation, presentado en TED'06 Mantova.
- Dunn, W. (1994) *Public Policy Analysis: An Introduction*, Prentice Hall.
- Farquhar, P.H. (1984) Utility Assessment Methods, *Management Sciences*, 30, 1283-1300.
- Fishburn, P.C. (1973) *The Theory of Social Choice*, Princeton University Press.



- Fisher, R. (1978) *International Mediation: A Working Guide*, International Peace Academy, New York.
- Fjermestad, J., Hiltz, S. (1998, 1999) An assessment of group support systems experimental research: methodology and results, *J. Mgt. Inform. Systems*, 15, 7-149.
- French, S. (1985). Group consensus probability distributions: a critical survey, en J.M. Bernardo, M.H. DeGroot, D.V. Lindley and A.F.M. Smith (eds) *Bayesian Statistics 2*, North-Holland.
- French, S. (1986) *Decision Theory. An Introduction to the Mathematics of Rationality*, Ellis Horwood, Wiley, Chichester.
- French, S. y Rios Insua, D. (2000) *Statistical Decision Theory*, Arnold.
- French, S. (2003). Modelling, making inferences and making decisions: the roles of sensitivity analysis, *TOP*, 11, 229-252.
- French, S., Rios Insua, D., Ruggeri, F. (2007) e-Participation and Decision Analysis, aparecerá en *Decision Analysis*.
- Gibbard, A. (1973) Manipulation of voting schemes: a general result, *Econometrics*, 41, 587-601.
- Goldreich, O. (1999) *Modern Cryptography, Probabilistic Proofs and Pseudorandomness*, Springer-Verlag.
- Gregory, R., Fischhoff, B., McDaniels, T. (2005) Acceptable Input: Using Decision Analysis to guide public policy, *Decision Analysis*, 2, 4-16.
- Hamalainen, R. (2003) Decisionarium - aiding decisions, negotiating and collecting opinions on the web, *J. Multicriteria Decision Analysis*, 12, 101-110.

- Holtzman, S. (1989) *Intelligent Decision Systems*, Addison-Welsey.
- Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (Eds) (1982) *Judgement under Uncertainty*, Cambridge University Press.
- Kalai, E. y Smorodinsky, M. (1975) Other solutions to Nash's bargaining problem, *Econometrica*, 43, 3, 513-518.
- Keeney, R.L. y Raiffa, H. (1976, 1993) *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*, Cambridge University Press.
- Kersten, G. (2008) *Negotiations and e-negotiations*, Springer.
- Kobach, K. (1993) The referendum: direct democracy in Switzerland, *Electoral Studies*, 12, 342-365.
- Krimmer, R. (2006) *Electronic Voting 2006 Proceedings of the 2nd Workshop on Electronic Voting*, GI Series.
- Livne, Z.A. (1989) Axiomatic Characterizations of the Raiffa and the Kalai-Smorodinsky Solutions to the Bargaining Problem, *Operations Research*, 37, 6, 972-980.
- Levy, P. (1995) *L'Intelligence collective*, Dunod.
- Lourenço R. y Costa J.P. (2006) Incorporating citizens' views in local policy decision making processes, aparecerá en *Decision Support Systems*.
- Luce, R.D. y Raiffa, H. (1957) *Games and Decisions*, Wiley, Nueva York.
- Miranda, S. y Bostrom, R. (1999) Meeting Facilitation: Process versus Content Interventions, *Journal of Management Information Systems*, 15, 89-114.

- Morris, D. (1999) *Vote.com: How Big-Money Lobbyists and the Media are Losing Their Influence, and the Internet is Giving Power to the People*, Renaissance Books.
- Morrow, J. (1994) *Game Theory for Political Scientists*, Princeton University Press.
- Nash, J.F. (1950) The bargaining problem, *Econometrica*, 18, 155-162.
- Nash J.F. (1951) Noncooperative games, *Annals of Mathematics*, 54, 289-295.
- Nunamaker, J., Applegate, L., Konsynski, B. (1988) Computer-aided deliberation: model management and group decision support *Operations Research archive*, 36, 826 - 848.
- Pateman, C. (1970) *Participation and Democratic Theory*, Cambridge University Press.
- Peck, S. (2001) What's e-Government? How do we do it?, *Government Computer News*.
- Peeters, H. and E. van Damme (1991) Characterizing the Nash and Raiffa bargaining solutions by disagreement point axioms, *Mathematics of Operation Research*, 16, 447-461.
- Phillips, L.D. (1984) A theory of requisite decision models, *Acta Psychologica*, 56, 29-48.
- Phillips, L.D. y Phillips, M. (1993) Facilitated work groups: theory and practice, *Journal of the Operational Research Society*, 44, 533-550.
- Plott, C.R. (1976) Axiomatic social choice theory: an overview and interpretation, *American Journal of Political Science*, XX, 511-596.

- Raiffa, H. (1953) Arbitration schemes for generalized two-person games, *Annals of Mathematics Studies*, 28, Princeton University Press, 361—387.
- Raiffa, H. (1982) *The Art and Science of Negotiation*, Harvard University Press.
- Raiffa, H. (2002) *Negotiation Analysis*, Harvard University Press.
- Renn, O., Webler, T., Wiedemann, M. (1995) *Fairness and Competence in Citizen Participation. Evaluation Models for Environmental Discourse*, Kluwer.
- Rheingold, H. (2000) *The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier*, MIT Press.
- Rios Insua, D., Holgado, J. y Moreno, R. (2003) An e-negotiation system to support edemocracy, *J. Multicriteria Decision Analysis*, 12, 213-218.
- Rios, J. y Rios-Insua, D. (2007) A framework for participatory budget elaboration, aparecerá en *Jour. Operational Research Society*.
- Rios, J., Rios Insua, D., Fernandez, E. y Rivero, J.A. (2005) Participatory Budget Formation Through the Web, *Lecture Notes in Computer Science*, 3416, 268-276.
- Rios, J., Rios Insua, D. (2008) Balanced increment and balanced concession methods, *Tech. Rep.*
- Rios Insua, D., Rios, J., Rubio, J.A., Vera, J.M. (2008a) *Mitos y Realidades de la Democracia Electrónica*, Editorial LID.
- Rios Insua, D., Rios, J., Banks, D. (2008b) Adversarial risk analysis, *Tech. Rep.*

- Rios Insua, D., Kersten, G., Rios, J., Grima, C. (2007) Decision Support and participatory democracy, en Holsapple (ed) *Handbook of Decision Support Systems, vol 2*, Springer Verlag.
- Rubio, J.A., Rios Insua, D., Rios, J. y Fernandez, E. (2005) Quixote: Supporting Group Decisions Through the Web, *Lecture Notes in Computer Science*, 3416, 225-234.
- Sartori, G. (2002) *Homo videns. La sociedad teledirigida*, Taurus.
- Scott Morton, M. (1991) *The Corporation of the 1990s: Information Technology and Organisational Transformation*, Oxford University Press.
- Shah, R. (2003) *Statistical Mappings of Social Choice Procedures*, Msc Thesis, Stanford University.
- Shenk, D. (1997) *Data Smog: Surviving the Information Glut*, HarperCollins.
- Souza, C.U. (2001) Participatory budgeting in Brazilian cities: limits and possibilities in building democratic institutions, *Environment and Urbanization*, 13, 1, 159-184.
- Steffek, J., Kissling, C., Nanz, P. (2007) *Civil Society Participation in European and Global Governance: A Cure for the Democratic Deficit?*, Palgrave Macmillan.
- Sunstein, C.R. (2001) *Republic.com*, Princeton University Press.
- Surowiecki (2004) *The wisdom of crowds*, MIT Press.
- Taylor, A. (1995) *Mathematics and Politics*, Springer.
- Thomson, W. (1994) Cooperative models of bargaining, *Handbook of Game Theory*, North-Holland, Aumann, R.J. y Hart, S. (eds.), Vol. II, Capitulo 35, 1238-1277.

- Trippi, J. (2004) *The Revolution Shall not be Televised*, Harper Collins.
- Tung, L. y Turban, E. (1998) A Proposed Research Framework for Distributed Group Support Systems, *Decision Support Systems*, 23, 175-188.
- Turoff, M., Hiltz, S., Bahgat, A., Rana, A. (1993) Distributed Group Support Systems *MIS Quarterly*, 17,399-417.
- Von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1947) *Theory of Games and Economic Behaviour*, 2nd edn, Princeton University Press.

CONTESTACIÓN

DEL

**EXCMO. SR. D. FRANCISCO JAVIER GIRÓN  
GONZÁLEZ-TORRE**

Excmo. Sr. Presidente

Excmos. Sres. Académicos

Señoras y Señores

El pleno de la Real Academia de Ciencias me ha conferido el honor de contestar al discurso del Prof. David Ríos Insua y darle la bienvenida como Académico numerario, concretamente para ocupar la plaza número 49, dentro del cupo correspondiente a la última ampliación de plazas de Académicos numerarios.

El ingreso de David Ríos reviste ciertos signos de excepcionalidad como son el de su juventud y el de coincidir con su padre el Prof. Sixto Ríos, el miembro más antiguo de nuestra Academia. Sus nombres se unen así a una breve pero importante lista de apellidos ilustres en la que se encuentran los de Echegaray y Eizaguirre —los hermanos José y Eduardo—, siendo el primero de ellos premio Nobel de Literatura y presidente de esta Academia y dando nombre a la medalla Echegaray, la máxima distinción que otorga nuestra Academia a aquellos académicos que han destacado por sus excepcionales méritos; los hermanos Sagasta —Práxedes Mateo, ingeniero de caminos y en siete ocasiones primer ministro de España que introdujo, entre otras medidas que modernizaron el país, el sufragio universal en 1890 y Bernardo Mateo— que no coincidieron en la Academia pues aunque este último fue elegido en 1901 dos años antes de fallecer Práxedes, no tomó posesión hasta 1916; Hernández Pacheco, padre e hijo, que coincidieron durante un breve período y, por último, la saga de los Torroja que comienza con Eduardo Torroja y Caballé, continúa con sus tres hijos Antonio, Eduardo y José María Miret y termina con José María Torroja Menéndez, hijo del anterior y Secretario de



nuestra Academia, al que quiero recordar como mi profesor de Astronomía en la Licenciatura de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.<sup>2</sup>

David Ríos es el quinto de los seis hijos que D. Sixto Ríos tuvo con María Jesús Insua, su esposa, de los que tres son matemáticos y estadísticos: María Jesús, Sixto y David. Mi relación con la familia Ríos ha sido siempre muy estrecha, pues D. Sixto fue primero profesor, posteriormente director de mi tesis doctoral y, lo que es más importante, mi maestro en el sentido más verdadero, auténtico y amplio de la palabra, no solamente en el científico como cabría esperar. Durante mi estancia en el Departamento de Estadística de la Universidad Complutense de Madrid, fui primero profesor y más tarde director de la tesis de María Jesús Ríos Insua y también profesor y codirector de la de su hermano Sixto. No tuve la suerte de tener como alumno a David ya que cuando él decidió estudiar Ciencias Matemáticas y seguir la especialidad de Investigación Operativa, ya me había desplazado a la Universidad de Málaga como catedrático del Área de Estadística e Investigación Operativa.

David, antes de acabar la carrera, fue becario del CSIC en un programa de Introducción a la Investigación y se le concedió el premio Ramiro Melendreras, que otorga la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa con la periodicidad con la que celebra sus Congresos, al mejor trabajo de investigación en el apartado de investigadores menores de treinta años.

Terminada la licenciatura con la concesión, primero, de Premio Extraordinario y, posteriormente, de Premio Nacional, dio sus primeros pasos definitivos en la investigación y empezó a trabajar sobre un problema abierto que había quedado sin resolver en un artículo invitado conjunto del Prof. Sixto Ríos y mío publicado en las Actas del primer *Congreso de Valencia* como han venido a denominarse la serie de los —hasta ahora— ocho congresos internacionales sobre *estadística bayesiana* celebrados en esa ciudad y sus

---

<sup>2</sup>Quisiera agradecer a nuestra bibliotecaria, Leticia de las Heras, el haberme proporcionado estos datos sobre parentescos entre académicos.

aledaños cada cuatro años. Entre las discusiones que se hicieron durante la presentación del trabajo que, posteriormente, se publicaron en los *Proceedings of Bayesian Statistics I*, estaba la del Prof. Simon French sobre cómo podría abordarse el problema que habíamos dejado abierto y pendiente de encontrar una solución general. Ese fue el comienzo de su andadura científica en la Teoría de la Decisión y el Análisis de Decisiones que aún perdura. Permitanme adelantar que, en su tesis doctoral, David Ríos —doctor por la Universidad de Leeds— extendió la axiomática que habíamos desarrollado el profesor Ríos y yo sobre la existencia de conjuntos de probabilidades subjetivas al caso general de caracterizar conjuntamente clases de probabilidades subjetivas y de funciones de utilidad cuando las decisiones estaban parcialmente ordenadas, aportando el primer marco suficientemente general para el análisis de sensibilidad en análisis de decisiones.

Poco después de concluir su licenciatura, se desplazaría a las Universidades de Manchester y Leeds, donde estuvo bajo la tutela y supervisión del Prof. French que, como ha recordado David Ríos, es Académico Correspondiente Extranjero de nuestra Academia. De esa estancia en Inglaterra y de sus contactos posteriores con el Prof. French surgió su tesis doctoral —que fue publicada poco después como monografía por la editorial Springer en su prestigiosa serie *Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems*—, un buen número de artículos de investigación y el excelente texto *Statistical Decision Theory* en la célebre colección Kendall's.

Como prueba de la valía de David Ríos quisiera recordar la siguiente anécdota: En una ocasión en la que coincidí con el Prof. French, en un Congreso Internacional —creo recordar que fue uno de los primeros Valencia— me comentó que, si acaso tenía estudiantes tan brillantes como David Ríos, hiciese el favor de enviárselos para trabajar con él; le respondí que en ese momento no tenía ninguno, pero que si los hubiera tenido me habría quedado con ellos.

Pese a su juventud, ha publicado casi un centenar de artículos —de los

cuales aproximadamente la mitad se han publicado en revistas de impacto—, además de diez libros y monografías que abarcan otras disciplinas, no solamente la Teoría de la Decisión. Quiero destacar una actividad que ahora se da con mucha más frecuencia entre los matemáticos que en mi época —jóvenes y no tan jóvenes—, pues basta retroceder en el tiempo unos veinte años atrás para darse cuenta de los cambios habidos. Me refiero a publicar artículos de carácter más aplicado en los que muchas veces, además, se analizan datos reales. Por las fluctuantes modas de las Ciencias —incluidas las Matemáticas—, por las políticas de investigación de los diferentes gobiernos en los últimos años, por la demanda social de potenciar más la investigación aplicada entre los científicos y por la necesidad de formar grupos de investigación, cada vez mayores y de carácter interdisciplinar, hemos pasado de publicar artículos muy teóricos a otros de carácter más aplicado y esto es especialmente cierto en mi campo de especialidad que es la Estadística, aunque no se haya olvidado del todo, como es lógico, la parte de los fundamentos de las disciplinas científicas.

En el caso de David Ríos, aunque sus primeros trabajos fueron de carácter eminentemente teórico, tras su paso por el IIASA y, sobre todo, tras sus estancias en las universidades de Duke y de Purdue, tomó la acertada decisión de interesarse por problemas reales complejos ya que, de una parte motivan nuevos desarrollos metodológicos; de otra parte, le permitieron aprender otras ciencias y, por último, le ayudaron a obtener financiación para avanzar en el desarrollo y solución de esos problemas. David tiene una formación ciertamente multidisciplinar y, más que actuar como estadístico o investigador operativo, le gusta que le consideren un resolvidor de problemas, siendo el Mr. Wolf de la película *Pulp Fiction* de Tarantino uno de sus grandes ídolos. Quizá por ello haya pasado parte de su tiempo reciente como gestor en su universidad.

Repasando su currículum, podemos encontrar una gran variedad de aplicaciones en los trabajos de David Ríos que van desde la gestión de recursos

hidrológicos a la gestión de problemas médicos; de la predicción de accidentes laborales a la predicción de la fiabilidad en sistemas complejos de hardware y software y al estudio del tráfico en Internet y, más recientemente, al apoyo a la toma de decisiones de grupos a través de la red, con especial énfasis en los presupuestos participativos, y el desarrollo de modelos de lucha contra el terrorismo, tarea en la que lidera en la actualidad un grupo apoyado por la National Science Foundation. En ellos ha hecho contribuciones metodológicas relevantes en áreas como las redes neuronales, el análisis bayesiano de colas, los métodos computacionales en análisis de decisiones, el análisis de negociaciones, el análisis bayesiano de juegos, el análisis de sensibilidad, la robustez bayesiana o los métodos de decisión multicriterio, en los que ha participado como investigador principal de más de treinta proyectos subvencionados y director de ocho tesis doctorales.

El discurso de David Ríos versa sobre las relaciones entre tres conceptos aparentemente muy alejados entre sí, como si de mundos diferentes se tratase, que son las Matemáticas, la Política y las TIC, acrónimo de uso frecuente para designar las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. En el discurso se hilvanan con maestría los tres conceptos y al final se propone, para ser aplicado a nuestro presente actual y al futuro inmediato, la utilización sistemática de métodos matemáticos, en especial, métodos de la Teoría de la Decisión, para mejorar muchos aspectos de la actividad política, sobre todo aquellos que se refieren a la toma de decisiones que, a la postre, afectan al conjunto los ciudadanos de un país democrático. Lo anterior es posible y su implementación es asimismo factible precisamente por el desarrollo reciente y la casi ubicuidad actual de las TIC que han penetrado en casi todos los campos de la actividad científica, económica, social y creativa.

Como comenta David Ríos, uno de los temas estrella de las aplicaciones de las TIC en el campo de la política es el que se refiere a la democracia electrónica, habitualmente denominada e-democracia. El creciente interés que ha suscitado este concepto puede medirse simplemente por el número de

páginas de la Red que tratan del tema —que superan los varios millones— y por el número creciente de seminarios y ciclos dedicados al tema, que es claramente multidisciplinar y afecta a distintas ramas del derecho, de las ciencias sociales, de las matemáticas y de la tecnología. Como muestra de este interés creciente, quisiera recordar la celebración del ciclo de conferencias sobre *E-democracia: retos y perspectivas multidisciplinarias* organizado por el *Instituto de España* el pasado mes de abril en el que se abordó el tema desde las perspectivas constitucional, politológica, tecnológica y decisonal por parte de destacados ponentes de diversas Academias.

## Breve historia de la democracia

De todas las formas de gobierno conocidas, la democracia es la que actualmente goza de mayor predicamento. Como ha ocurrido con otras formas de gobierno, la democracia ha tenido diversos significados a lo largo de la historia como ha quedado reflejado en la evolución del pensamiento político. Sabemos que la democracia floreció en la Grecia del siglo V AC pero, para muchos, solamente empezó a existir como tal en tiempos recientes e incluso algunos ni siquiera creen en la existencia de la democracia o de las formas democráticas en ningún lugar del mundo.

Asociamos la democracia inconscientemente con la existencia de un gobierno constitucional y habitualmente la consideramos como lo contrario del despotismo o la dictadura.

A pesar de los diversos significados que pueden atribuirse a la democracia, hay ciertas constantes que la caracterizan y que no se dan en otras formas de gobierno. Montesquieu afirma que hay democracia cuando se otorga el poder supremo a la mayoría del pueblo, que es el origen etimológico de la palabra democracia: a saber, el gobierno del pueblo. Aunque ha habido diferentes opiniones acerca del significado de lo que se considera como *el pueblo*, la idea de democracia se ha asociado permanentemente con la doctrina de la

soberanía popular en conjunción con, o acompañada por, la salvaguardia de los derechos humanos de todos los ciudadanos.

Aunque estas últimas sean parte esencial y características específicas de la democracia, también son compatibles con otras formas de gobierno distintas de la democracia. El elemento específico de la democracia —que ha permanecido invariante a lo largo de las diversas formas de democracia que han existido a lo largo de la historia— es, a su vez, el hilo conductor que permite que el poder político resida en muchas personas y no unas pocas. Así, ya en los comienzos de los gobiernos democráticos, Pericles llamaba al gobierno de Atenas democracia porque su administración favorecía a muchos en vez de a unos pocos. Más cercano a nuestro tiempo, John Stuart Mill sostiene del mismo modo que la democracia es el gobierno del pueblo por el pueblo en el que, además, prevalece la opinión mayoritaria.

En la manera en que *la mayoría*, considerada ésta como el conjunto de los ciudadanos, ejerce el poder legal, la democracia se alinea con los gobiernos constitucionales. El significado cuantitativo de *la mayoría* varía desde unos pocos hasta todos o casi todos, de modo que un gobierno constitucional puede ser, a la vez, considerado como oligárquico o democrático. La forma en que la mayoría de los ciudadanos ejerce el poder, bien directamente o a través de sus representantes, se denomina democracia directa o representativa.

Estos dos aspectos, el de la participación de *la mayoría* y los sistemas de representación de ésta, señalan las diferencias entre las democracias actuales y las del pasado. Hoy, la democracia constitucional tiende a ser representativa y la garantía de *la ciudadanía* bajo una constitución democrática se manifiesta en el *sufragio universal*. En particular, ésta es la razón de por qué las democracias griegas —oligárquicas o aristocráticas— nos parecen antidemocráticas vistas desde nuestra perspectiva actual.

Mill, en su obra *Representative Government*, identifica la democracia con el régimen ideal. “La mejor forma de gobierno —escribe— es aquella en la que la soberanía o el control supremo del poder en última instancia, se ejerce

por toda la comunidad”, de forma que cada ciudadano no solamente tiene voz en el ejercicio de esa soberanía sino que puede, en ocasiones, ser llamado a tomar parte activa en el gobierno.

Una de las características de las modernas democracias, originada por las grandes dimensiones territoriales o por el elevado tamaño de la población de muchos estados o naciones, es la necesidad que tienen de adoptar una forma de gobierno democrático que sea representativo. La representatividad se hace indispensable cuando *el pueblo* —es decir, la gente que lo forma— es muy numeroso y está geográficamente disperso como para poder reunirse con cierta facilidad y frecuencia en asamblea y, de este modo, participar en la política nacional. La democracia representativa, al delegar el gobierno del pueblo en unos pocos ciudadanos elegidos por el resto, proporciona una metodología que, al menos a priori, permite combinar la idea de un gobierno popular con el principio aristocrático del gobierno de los mejores.

Pero el traspaso del poder popular a las instituciones representativas de éste en la formación de las democracias modernas suscita un nuevo problema como es el de delimitar la naturaleza y funciones de los representantes y el de cómo deben elegirse estos.

De nuevo Mill, al comentar la problemática o la casuística de los sistemas democráticos representativos, aunque deja muchos de los problemas que hemos mencionado sin resolver, va mucho más allá que sus predecesores en el estudio del análisis y la naturaleza de los sistemas representativos introduciendo, p. ej., el método de representación proporcional que permite asegurar la representación de las minorías, dando además detalles sobre los procedimientos electorales, la nominación de los candidatos, el voto secreto y otras cuestiones y pormenores relacionados con la puesta en práctica de un sistema democrático.

De todos los aspectos que afectan al concepto y a la implementación de la democracia —la mayoría de los cuales quedan fuera de mi alcance— voy a concentrar mi intervención en aquellos relativos a los sistemas de re-

presentación electoral, por razones obvias: en primer lugar, por tratarse de un problema matemático que, como todos sabemos, tiene consecuencias políticas muy importantes que nos afectan a todos, no solamente a la clase política. Y, en segundo lugar, por el particular interés que desde hace unos años he tenido en el tema. Recordemos además que en pocos días estaremos celebrando en nuestro país elecciones generales con un impacto trascendental del sistema electoral adoptado. Como señala casi al final de su discurso el Prof. Ríos, un determinado sistema de votación no tiene por qué promover necesariamente valores democráticos; sabemos, por experiencia, que muchos sistemas electorales pueden producir soluciones socialmente inaceptables.

Esto nos lleva a reflexionar sobre un tema que ha sido recurrente en nuestra etapa democrática, desde los comienzos de la transición, como es la modificación del sistema electoral actual por otro que fuese consensuado por la mayoría de los agentes políticos, de modo que se aproximara mejor al mandato constitucional de que sea proporcional, lo que tal vez, aunque no necesariamente, podría necesitar de reformas en nuestra constitución, como comentaremos más adelante.

## Las matemáticas de los sistemas electorales

Detrás del hecho aparentemente simple de buscar una solución al problema de la representatividad de las diversas opciones que los partidos políticos ofrecen a la ciudadanía en aquellos países en los que está asentada una democracia, se oculta un problema, en apariencia sencillo, pero complejo desde el punto de vista matemático, como veremos, que es el de distribuir los escaños de un Parlamento de acuerdo con las preferencias que los ciudadanos expresan en las consultas de carácter político.

Los sistemas de representación democrática, generalmente llamados *sistemas electorales*, tendrían como finalidad primordial la de ser métodos de selección justa de un pequeño número de individuos que representen a una



mayoría de los ciudadanos, de modo que un sistema electoral sería una herramienta constitucional que se utilizaría para resolver el problema antes señalado de transformar los votos de los ciudadanos en un cierto reparto o asignación de un cierto número de escaños.

Aunque detrás de todos los sistemas electorales está la idea de que el reparto de escaños sea proporcional al número de votos que obtiene cada grupo político, al ser el número de escaños muy inferior al de votos y al ser necesariamente éste un número entero, se produce un desajuste —un problema de redondeo— a la hora de asignar las partes no enteras sobrantes de los escaños a alguno de los partidos políticos en liza. Además, la estructura administrativa del estado, como son las provincias o las comunidades autónomas influye en que el logro de la proporcionalidad final en el ámbito nacional sea dificultoso. Sobre esta falta o déficit de proporcionalidad de nuestro actual sistema electoral volveremos más adelante.

A lo largo de la historia se ha propuesto una gran variedad de procedimientos o sistemas electorales —se han contabilizado más de 300—. El adoptar uno de ellos ha dependido de la historia, de la herencia y de los debates políticos de cada país. Como toda obra humana, por los cambios que se suceden en los países, se han demandado modificaciones de los sistemas electorales, de modo que la reforma electoral es un tema que afecta por igual tanto a las nuevas democracias como a las más antiguas.

El diseño de sistemas electorales nuevos es algo tan difícil como tomar la decisión de elegir uno de entre los muchos que actualmente existen. En su elección suele haber factores culturales e históricos, además de intereses políticos, a veces de naturaleza espúrea. De modo que la elección de un sistema electoral no puede considerarse como una decisión imparcial o insesgada. Las votaciones *per se* no son garantía de equilibrio ya que el procedimiento elegido puede producir diferencias radicales en los resultados de la votación. De aquí se desprende la importancia de la racionalización desde el punto de vista matemático de los sistemas electorales y su comprensión

por parte de todos los agentes políticos.

La llamada *ingeniería electoral* se ocupa del diseño, el análisis y la selección de procedimientos electorales adecuados. En particular, en nuestra intervención, nos centraremos en los procedimientos que se suelen utilizar para transformar votos en escaños, las llamadas *fórmulas electorales*, que constituyen el grueso de cada sistema electoral.

Algo que no podemos dejar de comentar es el hecho de que no hay sistemas electorales perfectos, aunque es una cuestión que siempre ha estado presente en la mente de todo el mundo. De hecho, se puede demostrar que no es posible diseñar ningún sistema electoral que satisfaga todas las propiedades dictadas por el sentido común. Este resultado sería una *versión electoral* del famoso *teorema de imposibilidad de Arrow* (1951) que ha comentado el prof. Ríos en su discurso. Así pues, la elección de un sistema electoral apropiado se reduce a elegir un cierto subconjunto de aquellas propiedades que se consideren fundamentales.

En nuestra intervención nos referiremos básicamente al modelo electoral español y al de las Comunidades Autónomas, señalando de paso, brevemente, algunas características de otros procedimientos que se aplican en otros países. Siguiendo el mandato constitucional de atender a criterios de representación proporcional, analizaremos éstos y otros criterios alternativos desde la moderna perspectiva de la relación que tienen con los problemas de programación entera.

De hecho, las llamadas *fórmulas electorales* no son fórmulas matemáticas en el sentido tradicional, sino que son algoritmos que con el *input* de la distribución de votos entre los partidos políticos generan un *output* que es el reparto del total de los escaños, utilizando para ello operaciones aritméticas elementales.

Desde el punto de vista matemático, anticipamos que una fórmula electoral es simplemente un algoritmo diseñado para minimizar una cierta función de coste. En particular, las fórmulas de representación proporcional son algo-

ritmos eficientes para resolver un problema de optimización con una función objetivo específica. Un resultado muy importante, desde esta perspectiva, es que estas funciones objetivo, distintas para cada fórmula electoral, representan de hecho diversos índices de proporcionalidad, lo que muchas veces tiende a corroborar la opinión generalizada del por qué una fórmula electoral se puede considerar más o menos proporcional que otra. Podemos considerar estos *índices de proporcionalidad* como los criterios ocultos en los que se basan las fórmulas empleadas. Este modo de enfocar el problema nos proporciona, en definitiva, un substrato teórico de las fórmulas de representación proporcional y nos permite estudiar los puntos débiles de muchas de las metodologías usuales en el análisis de los sistemas proporcionales.

Por razones obvias, de espacio y de tiempo, no tratamos aquí los sistemas mayoritarios —donde el candidato más votado es elegido en su distrito— como los que se utilizan, sobre todo, en los países anglosajones como Gran Bretaña, Estados Unidos, Nueva Zelanda y también en Italia, ni el caso de Francia, en el que se usa un sistema de doble votación.

## **El mandato constitucional**

Reproducimos aquí el artículo de la Constitución española referido al modo de elegir los representantes de la Cámara Baja. Como puede comprobarse, el artículo 68 no es muy explícito a la hora de fijar el método de reparto de los Diputados, salvo la referencia a que sea proporcional. La descripción pormenorizada del procedimiento electoral vigente en nuestro país se desarrolla en los artículos de la Ley electoral, que reproducimos en el Apéndice de este discurso de contestación.

**TÍTULO III**  
**De las Cortes Generales**  
**CAPÍTULO PRIMERO**  
**De las Cámaras**  
**Artículo 68.**

1. El Congreso se compone de un mínimo de 300 y un máximo de 400 Diputados, elegidos por sufragio universal, libre, igual, directo y secreto, en los términos que establece la ley.
2. La circunscripción electoral es la provincia. Las poblaciones de Ceuta y Melilla estarán representadas cada una de ellas por un Diputado. La ley distribuirá el número total de Diputados, asignando una representación mínima inicial a cada circunscripción y distribuyendo los demás en proporción a la población.
3. La elección se verificará en cada circunscripción atendiendo a criterios de representación proporcional.

## **Los métodos proporcionales**

El artículo 68.3 es bien escueto pues no precisa lo que se entiende por criterios de representación proporcional, aunque el desarrollo del mismo se precisa en la ley electoral.

La elección de los representantes del Congreso de los Diputados en España, o dentro de cada Comunidad Autónoma del correspondiente Parlamento, comporta dos problemas de asignación proporcional: el reparto del total de los escaños del Parlamento por provincias y, dentro de cada provincia, el posterior reparto de los correspondientes escaños entre los partidos políticos concurrentes. Cada uno de ellos se resuelve por métodos diferentes tal como se establece en la ley electoral.

El llamado *Método de restos mayores* se utiliza para obtener la distribución de los escaños entre las provincias, aunque previamente se le aplican ciertas restricciones, a saber: a las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla se les asigna un escaño a cada una, y el resto de las provincias recibe automáticamente dos escaños cada una. La asignación del resto de los escaños se hace mediante el método de restos mayores.

De entre los llamados *Métodos de Divisores*, pues de hecho estos constituyen una clase de métodos de asignación proporcional, el conocido como ley o método de d'Hondt, se aplica a la asignación de escaños a los partidos dentro de cada provincia, con la restricción de que se excluyen aquellos partidos que no obtengan un mínimo del 3 % de los votos en cada distrito electoral.

Desde el punto de vista matemático, estos dos métodos son casos particulares de lo que se conoce generalmente bajo el nombre de *problemas de asignación proporcional entera*, que describimos a continuación.

## **El problema de la asignación proporcional entera**

Entre los problemas de asignación proporcional entera, además de los dos ya especificados de la distribución de escaños entre provincias y la asignación de escaños a los partidos políticos, se incluirían otros muchos como, p. ej., la asignación de centros escolares en proporción a la población, o muchos de los problemas de asignación de recursos en Economía. La descripción matemática de todos estos problemas es la misma y se conoce con el nombre de *modelo de urnas (o cajas) y bolas* y se puede representar esquemáticamente por el diagrama de la Figura 1.

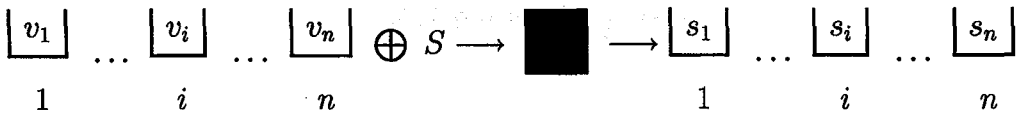


Figura 1. Modelo de *caja negra* que describe la transformación de votos de  $n$  partidos políticos  $v_1, \dots, v_i, \dots, v_n$  en escaños  $s_1, \dots, s_i, \dots, s_n$ , de modo que sumen un total de  $\sum_{i=1}^n s_i = S$  escaños.

Adaptado a nuestro contexto electoral, supongamos que hay que repartir una cantidad de escaños  $S$  entre  $n$  formaciones políticas a partir del número de votos  $v_1, \dots, v_n$  que recibe cada partido. Si  $s_1, \dots, s_n$  representa el número de escaños asignados a los partidos  $1, \dots, n$ , un *método de asignación proporcional* determina los números enteros  $s_1, \dots, s_n$  de modo que los cocientes  $s_1/v_1, \dots, s_n/v_n$  sean lo más parecidos entre sí.

Si definimos las *cuotas*  $q_1, \dots, q_n$  asociadas a los números de votos  $v_1, \dots, v_n$  como la parte del número de escaños proporcional al número de votos

$$q_i = \frac{v_i}{v_1 + \dots + v_n} S = \frac{v_i}{V} S,$$

y si estas cuotas fuesen números enteros, que necesariamente han de sumar  $S$ , tendríamos resuelto el problema de asignación pues entonces la solución sería  $s_i = q_i$ , ya que los cocientes  $s_i/v_i$  serían iguales a  $S/V$ , donde  $V = v_1 + \dots + v_n$  representaría el total de votos. En general, las cuotas no son números enteros, por lo que una solución al problema de asignación proporcional entera consistirá en encontrar números enteros  $s_1, \dots, s_n$  próximos a las cuotas y que sumen  $S$ . Entonces, de manera natural, surge la pregunta de ¿cómo se pueden construir métodos de asignación proporcional entera?

Históricamente se han utilizado esencialmente dos métodos: el de los restos mayores y los métodos basados en divisores. Estos métodos parten de una idea simple y, como veremos, terminan siendo la solución de un problema de programación entera. Todos los métodos propuestos tienen ciertas ventajas e inconvenientes. De hecho, no existe ningún método comúnmente

aceptado por todos, ni puede existir un método de asignación proporcional que satisfaga una lista de propiedades razonables, como demuestra el *teorema de imposibilidad* de Balinski y Young (1982).

Como cabe esperar, la relación existente entre los métodos de asignación proporcional y los métodos de optimización permite profundizar en las propiedades de estos métodos y, de este modo, abre el camino para introducir nuevos métodos potenciales de asignación proporcional más razonables que los actuales.

A continuación, describimos el primero de los métodos de asignación proporcional y comentamos sus ventajas e inconvenientes.

## El método de restos mayores

La aplicación de este método se reduce al siguiente algoritmo que consiste en asignar, en primer lugar, a cada partido la parte entera de su cuota  $[q_i]$ ; a continuación, se ordenan de mayor a menor los restos  $q_i - [q_i]$  y se asigna un escaño más a cada uno de los partidos con mayor resto hasta completar los  $S$  escaños.

Una de las ventajas de este método es que satisface la propiedad de *verificación de la cuota*: la repartición de escaños, es decir las soluciones  $s_1, \dots, s_n$  que éste produce, difieren de la cuota en menos de un escaño, es decir  $|q_i - s_i| \leq 1$  para todo  $i = 1, \dots, n$ . Sin embargo, tiene algunas desventajas, como la de que no es necesariamente *monótono respecto de la asignación de escaños*, lo que se conoce en la literatura con el nombre de *Paradoja de Alabama*, tal como se explica a continuación.

### *La Paradoja de Alabama*

En el año 1881, el método de restos mayores fue muy criticado por lo que, en su momento, el Congreso de los Estados Unidos

lo eliminó como método de asignación debido al hecho de que el estado de Alabama que tenía derecho a ocho representantes cuando el tamaño de la cámara era de 299 escaños pasó a tener siete cuando el número de representantes se aumentó a 300, habiendo mantenido los estados la misma población.

Este método tampoco es necesariamente *monótono respecto de la asignación de los votos*, lo que se conoce como la *paradoja de los votos*: Puede ocurrir que, al comparar dos elecciones distintas en las mismas condiciones, un determinado partido haya obtenido más votos pero menos escaños.

#### *La Paradoja de los estados nuevos*

En 1907, Oklahoma se convirtió en un nuevo estado al que se le asignaron 5 representantes debido a su población, con lo cual el total de representantes pasó de 386 a 391. La entrada de este nuevo estado produjo cambios colaterales inesperados. En concreto, y sin razón aparente, un escaño que previamente se había asignado a Nueva York pasó a engrosar los del estado de Maine, de modo que Nueva York pasó de 38 a 37 escaños, mientras que Maine pasó de 3 a 4 escaños.

Podríamos pensar que las paradojas son simplemente cuestiones puramente académicas o bien que pudieran ser sucesos o acontecimientos históricos raros o poco probables. No obstante, para bien o para mal, estos hechos pueden tener implicaciones políticas de enorme importancia. De hecho, la mayoría de los debates parlamentarios sobre los métodos proporcionales se produce por la asignación de un solo escaño a uno u otro partido. Así ocurrió en 1991, cuando los estados de Montana y Massachusetts presentaron alegaciones contra la constitucionalidad del método de las Proporciones Iguales o de Hill-Huntington, que había estado en vigor durante más de cincuenta



años. Ambos propusieron métodos alternativos basados en el censo de 1990. Finalmente, el Tribunal Supremo confirmó la constitucionalidad del método.

## Métodos de divisores

En realidad, no se debe hablar de un solo método de los divisores sino de que éstos constituyen toda una clase de procedimientos de asignación proporcional, dependiendo del *criterio divisor* que se utilice, que es el que los diferencia. Varios de los métodos más utilizados en la práctica, junto con sus criterios divisores y algunos de los países donde éstos están vigentes, se enumeran en la Tabla 1.

Método	Divisor $n$ -simo	Sucesión de divisores	Criterio Div. $d(s)$	Países
Belga	$(n + 1)/2$	1, 1.5, 2, 2.5, ...		Bélgica
d'Hondt	$n$	1, 2, 3, 4, ...	$s + 1$	España
Sainte-Laguë	$2n - 1$	1, 3, 5, 7, ...	$s + 1/2$	Dinamarca
Sainte-Laguë modificado	$(10n - 5)/7$	0.71, 2.14, 3.57, 5, 6.43...		Noruega, Suecia
Proporciones iguales	$\sqrt{n(n - 1)}$	0, 1.41, 2.45, 3.46, 4.47, ...	$\sqrt{s(s + 1)}$	USA
Adams Divs. peqs.	$(n - 1)$	0, 1, 2, 3, 4, ...	$s$	

Tabla 1. Ejemplos de los métodos de divisores.<sup>34</sup>

El algoritmo que describe la aplicación de estos métodos es el siguiente:

Cada uno de los métodos se asocia a un *criterio divisor*, que es una función real  $d(s)$  definida sobre los enteros  $s = 0, 1, 2, \dots$  que satisface las condiciones

$$0 \leq d(0) \leq 1 \leq d(1) \leq 2 \leq \dots$$

<sup>3</sup>Además de en España, la ley d'Hondt también se emplea en Austria, Bélgica, Finlandia, Islandia, Portugal, Holanda, Suiza y Francia (solamente se empleó en el año 1986).

<sup>4</sup>En Dinamarca, el método de Sainte-Laguë se empleó durante el período 1945-1953.

y

$$d(0) < d(1) < d(2) < \dots$$

Una vez fijado el criterio divisor, para cada  $i = 1, 2, \dots, n$  y cada  $s = 0, 1, \dots, S$ , se calculan los cocientes

$$c_{is} = \frac{v_i}{d(s)},$$

se eligen los  $S$  mayores y se asignan a los respectivos partidos. Si en algún momento del proceso de asignación hubiera un empate, la *ley electoral* correspondiente decide el método de asignación del escaño en cuestión.

De la infinidad de criterios posibles, tantos como funciones o criterios divisores, se suelen emplear solamente unos pocos que, como hemos señalado anteriormente, se recogen en la Tabla 1. Los tres más utilizados son:

- El *Método de d'Hondt*, introducido por Jefferson para el reparto de escaños del Congreso de los Estados Unidos en 1794 y el más utilizado en Europa, a pesar de que se le haya criticado por ser el menos proporcional de todos. Se atribuye al jurisconsulto Victor d'Hondt la creación del método. El criterio divisor correspondiente es:  $d(s) = s + 1$ .
- El *Método de Sainte-Laguë*, introducido por el matemático francés del mismo nombre en 1910 —aunque Webster lo había sugerido algunos años antes— como alternativa al método de Jefferson que favorecía a los grandes estados. El criterio divisor para este método es:  $d(s) = s + 1/2$ .
- El *Método de los Divisores Pequeños*, desarrollado por Adams, se puede considerar como la antítesis del de d'Hondt ya que tiende a favorecer a los partidos pequeños. No se suele utilizar en Europa. En este caso, el criterio divisor correspondiente es:  $d(s) = s$ . Obsérvese que con el método de los Divisores Pequeños, al ser  $d(0) = 0$ , todos los cocientes  $c_{i0} = +\infty$ , lo que implica que cada partido obtiene al menos un escaño.

Una ventaja importante de los métodos de divisores, si se comparan con el método de los restos mayores, es que *son monótonos* pero por otro lado, en su contra, *no necesariamente verifican la propiedad de la cuota*.

Aunque ya hemos mencionado algunas de las ventajas e inconvenientes de los métodos que hemos descrito, nos planteamos ahora el problema mucho más interesante de abordar el estudio de los métodos de asignación proporcional desde el punto de vista axiomático, es decir, de los principios que son deseables que verifique un criterio de asignación proporcional. Los cuatro axiomas que enumeramos a continuación parecen representar el común sentir de lo que debería exigirse a un buen método de asignación proporcional. La conclusión es —como por otra lado cabría esperar, dada la diversidad de métodos y las críticas que todos han recibido— decepcionante y nos conduce al siguiente *Teorema de imposibilidad* de Balinski y Young (1982) —similar en espíritu, al famoso teorema de imposibilidad de Arrow— que enunciamos a continuación.

**Teorema 1.** *No existe ningún criterio de asignación que cumpla simultáneamente las cuatro propiedades siguientes:*

1. *Verificación de la cuota: Ninguna de las diferencias entre escaños y cuotas debe ser superior a la unidad.*
2. *Monotonía respecto de los escaños: Al aumentar el número de escaños  $S$  ningún partido debería recibir menos escaños, para una asignación fija de votos.*
3. *Monotonía respecto de los votos: Al comparar los resultados de dos elecciones, si el número de votos de un partido aumenta y el de otro disminuye, no debería ocurrir que el primero tuviera menos escaños y el segundo más que los que tuvieran anteriormente.*
4. *Homogeneidad: La solución no se altera si los números de votos se multiplican por un factor  $\lambda > 0$ .*

## Relación con los métodos de optimización

Uno de los problemas más importantes que se plantean en el estudio de los métodos de reparto o asignación proporcional es saber cómo se puede medir su grado de proporcionalidad. Así, es un sentir general que el método de los Restos Mayores es el más proporcional, mientras que el método de d'Hondt es el menos proporcional. La respuesta o la explicación a este sentir no es a priori del todo clara. Sin embargo, se puede arrojar luz sobre ella, o entenderla mejor, enfocando el problema de la asignación proporcional como un problema de optimización con variables enteras.

Pero, suponiendo que cualquier criterio de asignación proporcional se puede representar como un problema de optimización con variables enteras equivalente, ¿cuál sería la función objetivo que se encuentra detrás de cada uno de los métodos de asignación proporcional? La programación entera nos permite descubrir, a posteriori, la función objetivo que cada criterio minimiza. Entre otras ventajas, este nuevo enfoque del problema original en términos de las soluciones de problemas de programación entera permite diseñar nuevas fórmulas electorales que corresponden a ciertas funciones objetivo o medidas de desproporcionalidad. El planteamiento del problema de optimización para los métodos de asignación proporcional sería pues el siguiente.

Consideremos  $n$  partidos y  $S$  escaños. Sea  $v = \{v_1, \dots, v_n\}$  el vector de los votos que obtiene cada partido y  $V = \sum_{i=1}^n v_i$  el total. El problema de representación proporcional consiste en determinar la configuración o vector  $s = \{s_1, \dots, s_n\}$  tal que

$$\sum_{i=1}^n s_i = S$$

$$s_i \geq 0, \text{ entero, para } i = 1, 2, \dots, n, \quad (P1)$$

$$s_i \overset{\text{más}}{\propto} v_i$$

donde la relación  $s_i \propto^{\text{más}} v_i$  describe que los escaños asignados  $s_i$  deberían ser lo *más proporcionales posible* a los votos obtenidos  $v_i$ .

Para que el número de escaños  $s_i$  fuese exactamente proporcional al número de votos de cada uno de los partidos  $i = 1, \dots, n$ , debería cumplirse exactamente la igualdad

$$s_i = v_i \frac{S}{V} \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n.$$

Como la cuota,  $q_i = v_i \frac{S}{V}$ , es generalmente un número fraccionario, hay que redondearla de algún modo y, por consiguiente, no hay solución única del problema (P1).

Se puede demostrar que las soluciones del problema (P1) dado por las diferentes fórmulas de asignación son soluciones óptimas del siguiente problema de optimización

$$\min \phi(s; v)$$

$$\sum_{i=1}^n s_i = S \quad (P2)$$

$$s_i \geq 0, \text{ entero, para } i = 1, 2, \dots, n,$$

en el que la función de coste  $\phi(s; v)$  es una medida de la falta de equidad (o índice de desproporcionalidad) específica de cada método, que toma valores no negativos y generalmente satisface que  $\phi(s; v) = 0$  si y sólo si  $s_i = v_i \frac{S}{V}$  para todo  $i = 1, 2, \dots, n$ .

A continuación, damos una lista de varios de los métodos de asignación proporcional más utilizados, con sus correspondientes funciones de coste, pudiendo haber más de una función para un mismo criterio.

$$\text{Método de restos mayores} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n |s_i - q_i|^p \quad \text{para todo } p \geq 1 \\ \sum_{i=1}^n v_i \left| \frac{s_i}{v_i} - \frac{S}{V} \right| \\ \sum_{i=1}^n \left| \frac{s_i}{S} - \frac{v_i}{V} \right|^p \quad \text{para todo } p \geq 1 \\ \max_{i=1,2,\dots,n} \left| \frac{s_i}{S} - \frac{v_i}{V} \right| \end{array} \right.$$

$$\text{Método de d'Hondt} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \left( \frac{s_i}{v_i} - \frac{S}{V} \right)^+, \quad \text{donde } z^+ = \max(z, 0) \\ \max_{i=1,2,\dots,n} \frac{s_i}{v_i} \end{array} \right.$$

$$\text{Método de Sainte-Laguë} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n v_i \left( \frac{s_i}{v_i} - \frac{S}{V} \right)^2 \\ \sum_{i=1}^n s_i \left( \frac{s_i}{v_i} - \frac{S}{V} \right) \\ \sum_{i=1}^n \frac{(s_i - q_i)^2}{q_i} \end{array} \right.$$

$$\text{Método de las Proporciones Iguales} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n s_i \left( \frac{v_i}{s_i} - \frac{V}{S} \right)^2 \\ \sum_{i=1}^n v_i \left( \frac{v_i}{s_i} - \frac{V}{S} \right) \\ \sum_{i=1}^n \frac{(s_i - q_i)^2}{s_i} \end{array} \right.$$

$$\text{Método de los Divisores Pequeños} \left\{ \max_{i=1,2,\dots,n} \frac{v_i}{s_i} \right.$$

Los resultados anteriores permiten entender los pros y contras de cada uno de los métodos comúnmente usados e incluso así como diseñar nuevas fórmulas electorales que minimicen ciertas medidas de desproporcionalidad o distancia entre la representación política de cada partido, medida por  $s_i/v_i$  y la ideal  $S/V$ . Por ejemplo, si pretendemos incluir la restricción de que cada

provincia tenga asignada, a priori, al menos dos escaños, en vez de asignarlos automáticamente como hace nuestra ley electoral y, a continuación, aplicar el método de d'Hondt a los escaños restantes, una solución mejor, que además respeta esa asignación mínima, sería sustituir la restricción  $s_i \geq 0$  del problema (P2) por  $s_i \geq 2$  y resolver el nuevo problema de minimización.

La diferencia es que, casi seguramente, para el nuevo problema de optimización no habrá un algoritmo simple para calcular el nuevo óptimo, como es la ley de d'Hondt; pero esta es una cuestión técnica que, en nuestros días, no plantea ningún problema. Sin embargo, históricamente se ha considerado que *la fórmula electoral ideal ha de ser, a la vez, fácil de entender y de calcular*. El que sea fácil de entender es una condición muy importante ya que *en un sistema realmente democrático cada elector debe ser consciente y tener una idea clara de las consecuencias de su voto*. El segundo requisito, de que sea fácil de calcular, antaño fue importante pero, como acabamos de comentar, hoy ya no lo es. Podemos concluir, por consiguiente, que la elección de una fórmula electoral es una decisión política importante que debe compatibilizarse con el mandato constitucional y debe tener en cuenta los avances que las matemáticas y la computación han experimentado en este campo.

## Proporcionalidad y gobernabilidad: el caso español

Del teorema de imposibilidad de Balinsky y Young se sigue que, si consideramos que la propiedad de monotonía es más importante que la de verificación de la cuota, los únicos métodos de asignación proporcional apropiados son los métodos de divisores. Pero entre la infinidad de ellos, ¿cuál de los métodos de divisores es el mejor, si lo hubiere? o, de manera equivalente, ¿cómo se debe elegir la función divisor?

Los dos métodos de asignación más interesantes y, a la vez, los que más se

aplican, son los de d'Hondt y de Sainte Laguë. El método de d'Hondt favorece a los partidos mayoritarios al asignar un número igual o mayor de escaños que la cuota correspondiente, discriminando a los partidos minoritarios. De este modo favorece la posibilidad de una mayoría absoluta o, en su defecto, la de formar coaliciones a fin de aumentar la gobernabilidad. El método de Sainte Laguë es imparcial de modo que no proporciona ventajas ni a los partidos mayoritarios ni a los minoritarios.

Pero incluso la elección entre uno de ellos o sus variantes depende de otros muchos factores extramatemáticos. Ya hemos comentado el sentir general de que el método de d'Hondt es menos proporcional de lo que sería deseable. Por otra parte, el que un método permita o, al menos, favorezca la gobernabilidad, como suele ser el caso del método de d'Hondt, se considera una virtud del mismo. El buscar un equilibrio entre estas dos posturas generalmente contradictorias no es sencillo, aunque ya hay propuestas de nuevos métodos que pueden mejorar ambos aspectos.

Tal como recoge la ley electoral actual, nuestra Cámara Baja o Congreso de los Diputados consta de 350 escaños o diputados distribuidos entre 52 provincias de muy diverso tamaño, a las que se asigna un mínimo de 2 escaños a cada una, salvo en el caso de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla a las que se asigna solamente 1 escaño. Dependiendo de la población de cada provincia, el número de escaños varía entre 2 y 30, teniendo la mayoría de ellas entre 3 y 5. El método de asignación proporcional del resto de los escaños por provincias se describe pormenorizadamente en la ley electoral y se basa en la ley de d'Hondt. Para evitar la proliferación de partidos minoritarios en el Congreso de los Diputados, y a fin de aumentar la gobernabilidad, nuestro sistema excluye a aquellos partidos que obtengan menos del 3 % de los votos.

El estudio y análisis, desde un punto de vista matemático, de los resultados de las elecciones generales habidas en en nuestro país durante los últimos años revela un elevado grado de falta de proporcionalidad entre los porcentajes de votos obtenidos por los partidos políticos y los de escaños



finalmente conseguidos. Ocurre en general que, mientras que los dos partidos nacionales mayoritarios reciben un número de escaños superior a sus cuotas, el tercero recibe aproximadamente la mitad de su cuota; los partidos nacionalistas y autonómicos reciben un número similar al de sus cuotas y el resto de los partidos pocos o ningún escaño. Como ejemplo extremo de la falta de proporcionalidad, reseñamos que en las elecciones generales de 1993, el partido de ámbito nacional que quedó en cuarto lugar, el CDS, con más de 400000 votos no obtuvo ningún escaño mientras que siete partidos nacionalistas cuyo número de votos osciló entre 100000 y 300000 sí obtuvieron escaños. Los partidos nacionalistas, al recibir un número de votos similar a su cuota, tienen más poder del que les correspondería porque, en general, el partido más votado no suele tener la mayoría absoluta de los escaños, lo que suele conllevar pactos posteriores.

Una característica interesante de nuestro sistema electoral es que favorece a los partidos más votados. Este hecho se considera por muchos como un aspecto positivo del mismo ya que puede facilitar la gobernabilidad del país y, además, mantiene o incluso aumenta la cohesión interna de los partidos. Habitualmente, el método de d'Hondt favorece al partido más votado en detrimento del partido que ocupa el lugar tercero o cuarto. El efecto global acumulado de su aplicación en las 52 provincias españolas es que un partido puede obtener un incremento importante en su número de escaños si ocupa el primer puesto en todas o muchas de las provincias. Como consecuencia del sistema electoral, también puede ocurrir que un partido obtenga la mayoría absoluta de escaños aunque quede bastante por debajo de la mayoría absoluta en votos. Desde este punto de vista, está claro que nuestro sistema electoral tiende a favorecer la gobernabilidad. Pero este argumento a veces puede ser engañoso, pues depende de los resultados parciales por provincias, como ocurriría en el caso posible de que el partido que queda en segundo lugar por votos, si ganase en más provincias o circunscripciones electorales que el primero, podría recibir un número mayor de escaños que el que ha quedado

en primer lugar. Por otra parte, en muchas comunidades autónomas los partidos nacionalistas más consolidados pueden ganar en varias provincias de sus respectivas comunidades autónomas, beneficiándose así del actual sistema electoral. ¿Podemos hablar entonces, en tales circunstancias, de que nuestro sistema favorece la gobernabilidad?

De estos comentarios se deduce que si de verdad queremos favorecer la gobernabilidad asignando más escaños al partido más votado, hay que hacerlo de un modo más consistente a nivel nacional. El actual proceso de asignación en 52 provincias reparte por igual los beneficios entre los diferentes partidos en liza de modo que la ventaja real del sistema puede quedar neutralizada. En algunos casos, el partido que queda en segundo lugar puede salir favorecido sobre el primero. Así, por ejemplo, en las elecciones generales de 1993, el coste medio por escaño del PSOE fue de 57055 votos, el del PP 57945 mientras que el de IU fue de 125000 votos. Sin embargo, esta desproporcionalidad en contra de IU no facilitó la gobernabilidad del PSOE ya que los escaños sobrantes de aplicar la ley de d'Hondt se repartieron entre los dos partidos más votados y algunos partidos nacionalistas.

La falta de proporcionalidad de un sistema electoral suele medirse por alguno de los índices siguientes, que indican las diferencias globales de los tantos por ciento entre los votos y los escaños.

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{v_i}{V} - \frac{s_i}{S} \right|,$$

$$LS = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( \frac{v_i}{V} - \frac{s_i}{S} \right)^2}.$$

Si comparamos los índices de desproporcionalidad asociados a las elecciones generales habidas en nuestro país con los correspondientes a la mayoría de los países de nuestro entorno, nos damos cuenta de que, de forma casi sistemática, los índices de desproporcionalidad son mayores en nuestro país.

Lo anterior sugiere modificar el sistema electoral para, de una parte, aumentar la proporcionalidad global y, de otra, aumentar la gobernabilidad del partido más votado. La reforma de la ley electoral ha sido y es un tema recurrente en nuestra democracia que no solamente es de incumbencia para los partidos políticos, sino para toda la sociedad. No debemos olvidar la importante y difícil tarea que supone la modificación de una ley electoral, atendiendo a criterios objetivos y no de oportunidad política que, como es bien sabido y la historia nos recuerda con frecuencia, se pueden volver en su contra.

Ahora sabemos que las matemáticas pueden ayudar a mejorar nuestro sistema electoral y hacerlo más proporcional, tal como exige el artículo 68.3 de nuestra Constitución, a la vez que se favorezca la gobernabilidad, por lo que no solamente sería conveniente sino necesario que cualquier reforma tendente a lograr ese fin tuviera en cuenta sus aspectos matemáticos.

Por eso, sería bueno y deseable hacer llegar a los oídos de nuestra clase política que existen herramientas matemáticas, computacionales e informáticas que pueden ayudar a mejorar muchos aspectos de la toma de decisiones que afectan a nuestra democracia, entre las que la reforma de la ley electoral es solamente una de ellas.

De hecho, desde la comunidad matemática española ya se han realizado diversas propuestas de reforma para, de una parte, aumentar el grado de proporcionalidad de nuestro sistema electoral y, de otra, favorecer la gobernabilidad. Con la finalidad de corregir esta desproporción, se han propuesto varios métodos que no requerirían grandes cambios en nuestro sistema electoral. El más sencillo de ellos sería aumentar el número de escaños de la Cámara Baja hasta 400, el máximo que permite nuestra actual Constitución y sustituir el método de d'Hondt por el de Sainte Laguë, o algún otro método de divisores intermedio entre ambos como han sugerido Balinsky y Ramírez. En concreto, estos autores, recomiendan sustituir el método de d'Hondt para el reparto de escaños por el método de los divisores con criterio divisor  $d(s) = s + 2/3$ ,

que se sitúa a mitad de camino entre el de d'Hondt y el de Sainte Laguë.

## A modo de conclusión

El problema de muchas de las propuestas que David Ríos sugiere a lo largo de su discurso es que para que la e-democracia sea eficiente y no acabe en manos de los partidos políticos es imprescindible insistir en la educación o la formación integral de los futuros ciudadanos en su sentido más cabal y, al mismo tiempo, lejos de todo adoctrinamiento.

Es algo similar, en cierta medida, a la falta de acceso a las TIC por parte de la ciudadanía, pero quizá de mayor transcendencia. Esto último —la incorporación y la asunción de las nuevas tecnologías por parte de la mayoría de los ciudadanos— es más fácil de conseguir, aunque no a corto plazo; lo primero, como nos ha demostrado la tozuda realidad a lo largo de la historia, es mucho más difícil. La brecha digital de hoy sería el equivalente de la brecha educativa o económica que existió en el pasado en muchas sociedades —y que en muchas otras aún persiste—, que necesitó de grandes cambios y revoluciones para que éstas desapareciesen. Como afirma el Prof. Ríos la forma de votar, sea electrónica o no, no necesariamente permite mejorar la participación democrática.

El alterar las reglas de juego cuando se tiene la mayoría absoluta de modo que favorezca los intereses de un cierto grupo, se puede volver a medio o largo plazo en contra de los promotores de la reforma. Esta forma de actuar conlleva muchas veces a la mala imagen que, en muchas ocasiones, proyectan los políticos y que en el fondo, como nos ha enseñado el Prof. Ríos en su discurso, se puede achacar a la falta de racionalidad en algunas de sus decisiones, que pueden ser cambiantes según como se tercien las circunstancias. La racionalidad se acepta, en consecuencia, cuando no se cambia el *status quo* presente.

Me gustaría compartir con David Ríos su visión plenamente optimista de

que las decisiones públicas más importantes, que afectan a nuestro bienestar como ciudadanos de una monarquía parlamentaria, se tomen de forma similar a las propuestas que ha detallado en su discurso, basadas en modelos matemáticos para la toma de decisiones que se ponen en práctica o, como se dice ahora, se implementan con la ayuda de las TIC actuales y con las que puedan desarrollarse en el futuro. Pero, probablemente, debido a la diferencia de edad y, tal vez, a mi natural escepticismo, no veo tan fácil el camino que propone ya que este está plagado de numerosos escollos, como nos ha comentado al final del discurso, aunque éstos no tienen por qué ser insalvables cuando se tiene el convencimiento y el entusiasmo juvenil de David Ríos en lo que está trabajando actualmente, que constituye la piedra angular de su discurso de ingreso. Afortunadamente, en algunas ocasiones se cumple el dicho de que el futuro es de los valientes, como así deseo que ocurra en esta ocasión. Estoy seguro de que el Prof. Ríos continuará la dilatada y brillante trayectoria que inició D. Sixto en nuestra Academia desde su ingreso en la que hoy se nos presenta como lejana fecha de 1961. Sea pues bienvenido el Prof. David Ríos a ésta su casa en la que estoy seguro desarrollará una labor fructífera y encomiable de la que todos podremos beneficiarnos.

Gracias por su atención.

## **Apéndice: Extracto de la ley electoral**

LEY ORGANICA 5/1985, DE 19 DE JUNIO DEL REGIMEN ELECTORAL GENERAL, MODIFICADA POR LA LEY ORGANICA 1/1987, DE 2 DE ABRIL, POR LA LEY ORGANICA 8/1991, DE 13 DE MARZO, POR LA LEY ORGANICA 6/1992, DE 2 DE NOVIEMBRE, POR LA LEY ORGANICA 13/1994, DE 30 DE MARZO, POR LA LEY ORGANICA 3/1995, DE 23 DE MARZO, POR LA LEY ORGANICA 1/1997, DE 30 DE MAYO, POR LA LEY ORGANICA 3/1998, DE 15 DE JUNIO Y POR LA LEY ORGANICA 8/1999, DE 21 DE ABRIL.

### **TÍTULO II. CAPÍTULO III**

#### **Sistema electoral**

##### **Artículo 161.**

1. Para la elección de Diputados y Senadores, cada provincia constituirá una circunscripción electoral. Asimismo, las ciudades de Ceuta y Melilla serán consideradas, cada una de ellas, como circunscripciones electorales.
2. Se exceptúa de lo dispuesto en el párrafo anterior, para las elecciones de Senadores, a las provincias insulares, en las que a tales efectos se consideran circunscripciones cada una de las siguientes islas o agrupaciones de islas: Mallorca, Menorca, Ibiza-Formentera, Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote, Tenerife, Hierro, Gomera y La Palma.

##### **Artículo 162.**

1. El Congreso está formado por trescientos cincuenta Diputados.
2. A cada provincia le corresponde un mínimo inicial de dos Diputados. Las poblaciones de Ceuta y Melilla están representadas cada una de ellas por un Diputado.

3. Los doscientos cuarenta y ocho Diputados restantes se distribuyen entre las provincias en proporción a su población, conforme al siguiente procedimiento:

- (a) Se obtiene una cuota de reparto resultante de dividir por doscientos cuarenta y ocho la cifra total de la población de derecho de las provincias peninsulares e insulares.
- (b) Se adjudican a cada provincia tantos Diputados como resulten, en números enteros, de dividir la población de derecho provincial por la cuota de reparto.
- (c) Los Diputados restantes<sup>5</sup> se distribuyen asignando una a cada una de las provincias cuyo cociente, obtenido conforme al apartado anterior, tenga una fracción decimal mayor.

4. El Decreto de convocatoria debe especificar el número de Diputados a elegir en cada circunscripción, de acuerdo con lo dispuesto en este artículo.

#### Artículo 163.

1. La atribución de los escaños en función de los resultados del escrutinio se realiza conforme a las siguientes reglas:

- (a) No se tienen en cuenta aquellas candidaturas que no hubieran obtenido, al menos, el 3 por 100 de los votos válidos emitidos en la circunscripción.
- (b) Se ordenan de mayor a menor, en una columna, las cifras de votos obtenidos por las restantes candidaturas.
- (c) Se divide el número de votos obtenidos por cada candidatura por 1, 2, 3, etcétera, hasta un número igual al de escaños correspondientes a la circunscripción, formándose un cuadro similar al que

---

<sup>5</sup>Descripción del método de los restos mayores

aparece en el ejemplo práctico. Los escaños se atribuyen a las candidaturas que obtengan los cocientes mayores en el cuadro, atendiendo a un orden decreciente<sup>6</sup>

- (d) Cuando en la relación de cocientes coincidan dos correspondientes a distintas candidaturas, el escaño se atribuirá a la que mayor número total de votos hubiese obtenido. Si hubiera dos candidaturas con igual número total de votos, el primer empate se resolverá por sorteo y los sucesivos de forma alternativa.
- (e) Los escaños correspondientes a cada candidatura se adjudican a los candidatos incluidos en ella, por el orden de colocación en que aparezcan.

2. En las circunscripciones de Ceuta y Melilla será proclamado electo el candidato que mayor número de votos hubiese obtenido.

---

<sup>6</sup> Aquí se describe un ejemplo práctico de aplicación de la ley de d'Hondt