

Propuesta de Modelo de Decisión para la e-Democracia Participativa

David L. la Red Martínez

Abstract—Un modelo de decisión aplicable a la generalidad de los proyectos de *presupuestos participativos* debe contar con un sencillo e intuitivo método para la expresión de las preferencias de los ciudadanos, con un método de agregación de dichas preferencias que tenga en cuenta la manera en que habitualmente se toman las decisiones cuando las personas interactúan en grupos, y con un modelo de votación electrónica seguro que permita la utilización de las TIC. En este trabajo se presenta un modelo de decisión que satisface estos requisitos.

Index Terms— democracia participativa, e-democracia, modelo de decisión, operador de agregación, toma de decisiones en entornos participativos

1 INTRODUCCIÓN

Los principales componentes que conforman los procesos democráticos son: expresión de preferencias, agregación de la información y seguridad en los procesos electorales. Estos componentes se deben fusionar en modelos de participación democrática que permitan llevar a cabo la ejecución de los presupuestos participativos o los procesos electorales a través de la participación directa de los ciudadanos.

Un modelo de decisión aplicable a la generalidad de los proyectos de *presupuestos participativos* [1] debe contar con un sencillo e intuitivo método para la expresión de las preferencias de los ciudadanos, con un método de agregación de dichas preferencias que tenga en cuenta la manera en que habitualmente se toman las decisiones cuando las personas interactúan en grupos, y con un modelo de votación electrónica seguro que permita la utilización de las TIC.

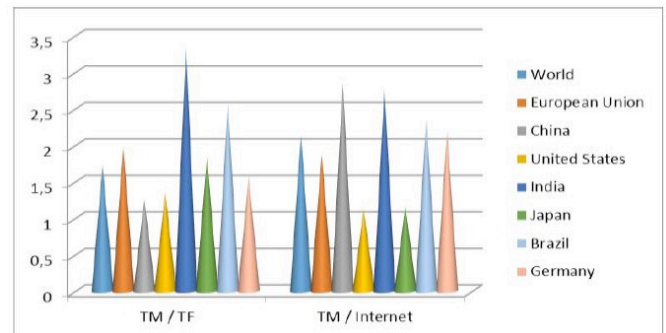
Seguidamente se presentará el modelo de decisión para la democracia participativa, finalizándose con las conclusiones.

2 MODELO DE DECISIÓN PARA LA DEMOCRACIA PARTICIPATIVA

A continuación, se describen los procesos de decisión social para la democracia participativa, se presenta el modelo de decisión propuesto y luego se muestra un ejemplo de aplicación del mismo.

2.1 Procesos de Decisión Social para la Democracia Participativa

El modelo de democracia participativa que se propone se basa en los procesos de interacción social usando la web 2.0 y tecnologías móviles como su plataforma de desarrollo, dada su gran penetración en el entramado



social actual (Fig. 1) [2].

Fig. 1. Coeficiente de penetración de la telefonía móvil (TM) respecto de la telefonía fija (TF) y de Internet.

Este nuevo entorno permite a las personas reunirse con otros individuos que comparten sus intereses. Estas comunidades virtuales se pueden crear para colaborar, comunicar y compartir información o recursos y mucho más [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Los *e-ciudadanos* pueden usar las TICs para armar propuestas, decidir sobre las mejores alternativas y votar usando sus dispositivos de comunicaciones móviles [11], [12], [13].

El modelo debe incluir las siguientes *facilidades*:

1. Ser accesible a la mayoría de las personas: para cumplir este requisito se propone la utilización de dispositivos móviles (no excluyente), dada la gran penetración de los mismos en la sociedad moderna [14], [15].
2. Ser fácil de usar: se propone que los ciudadanos expresen sus preferencias mediante tuplas de valoración directa y etiquetas lingüísticas [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22].
3. Ser capaz de producir un resultado que sea representativo de la mayoría de los ciudadanos: se propone en este caso la utilización de un operador de agregación que modela los comités de trabajo, dadas las propiedades del mismo [23], [24], [25],

• D.L. la Red Martínez es Profesor de la Universidad Nacional del Nordeste, 9 de julio 1449, (3400) Corrientes, Argentina.
E-mail: lrm david@exa.unne.edu.ar

[26], [27].

4. Ser seguro: se propone en este aspecto la utilización de un modelo seguro de elecciones basado en patrones, que cubre desde la registración de votantes hasta la votación propiamente dicha, dadas las características del mismo [28], [29], [30].

El modelo propuesto contempla varias etapas, que se detallan a continuación.

Inicialmente los ciudadanos hacen sus propias propuestas que son enviadas al gobierno, que las selecciona de acuerdo a diferentes criterios: su impacto presupuestario, restricciones legales, criterios técnicos, etc., con lo cual el gobierno produce la lista de propuestas ciudadanas ordenada según su plataforma electoral.

Los ciudadanos realizan un proceso de registración y habilitación ante la autoridad electoral, lo cual los habilita para votar.

La lista final de proyectos es evaluada y votada por los ciudadanos registrados y habilitados por la autoridad electoral para determinar un orden final de las alternativas que serán llevadas adelante por el gobierno, considerando los criterios y coeficientes de ponderación establecidos por el gobierno (Fig. 2).

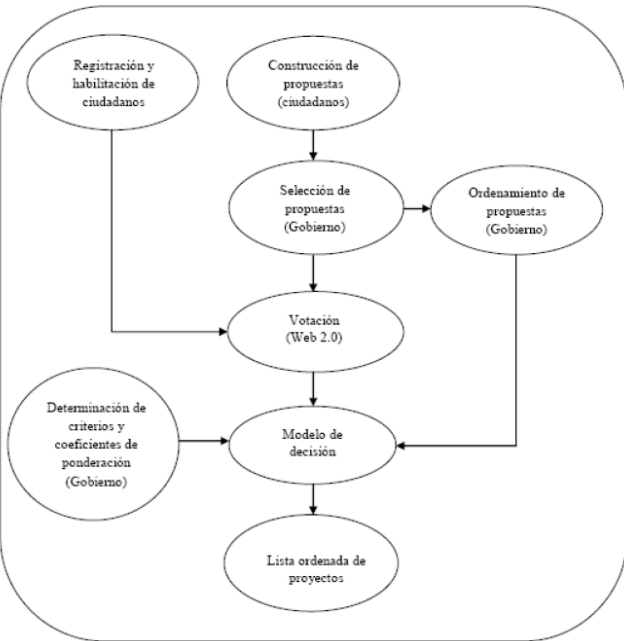


Fig. 2. Modelo global de decisión en entornos de democracia participativa.

2.2 Modelo de Decisión Democrática Participativa

En el modelo de decisión democrática participativa propuesto se deben aplicar dos procesos antes de obtener una solución final: el proceso de resolución y el proceso de selección (Fig. 3). El objetivo principal es combinar las opiniones individuales para producir una solución global satisfactoria. Para tratar este problema se define el modelo de democracia participativa (*m-Cognocracia*).

En este modelo, inicialmente, el gobierno (supra decisor) determina los criterios y coeficientes de ponderación, para cada ciudadano. Ejemplos de criterios para los ciudadanos:

1. Área de residencia del ciudadano. Si el área de

residencia del ciudadano está cerca del Proyecto, su peso es mayor.

2. Tiempo viviendo en la ciudad. Si el ciudadano está viviendo desde hace un cierto tiempo en la ciudad, su peso es mayor.
3. Cumplimiento fiscal. Si el ciudadano es un buen pagador de impuestos, su peso es mayor.

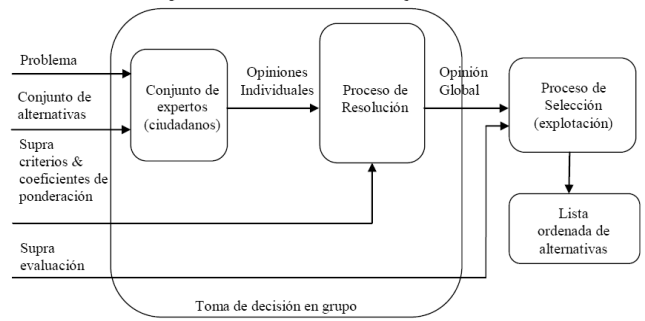


Fig. 2. Modelo específico de decisión democrática participativa.

Los ciudadanos evalúan las diferentes opciones usando lenguaje natural con su propia escala lingüística. Estas evaluaciones se combinan en los grupos o comités de trabajo [24]. Finalmente se aplica una fase de explotación para obtener una decisión final de los ciudadanos, donde para resolver conflictos de evaluación se usa la supra evaluación definida por el programa electoral.

El Modelo de Decisión se define en cuatro niveles:

Nivel 1: El escenario de decisión.

1. Determinar los criterios y coeficientes de ponderación del supra decisor.

Se supone que se tiene un conjunto de criterios $C = \{c_1, \dots, c_r\}$ ($r \geq 1$) y un conjunto de coeficientes de ponderación $P = \{p_{11}, \dots, p_{rm}\}$ ($r \geq 1$; *criterios*), (m : *ciudadanos*) que toman valores en el intervalo $[0,1]$.

2. Determinar las expresiones de los evaluadores y las jerarquías lingüísticas.

Se supone que se tiene un grupo de ciudadanos $E = \{e_1, \dots, e_m\}$, un conjunto de alternativas a evaluar $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ ($n \geq 1$) y una supra-evaluación X_{SD} , que representa el orden de las alternativas dado por el programa electoral.

Nivel 2: Evaluación individual.

1. Los ciudadanos individualmente expresan sus valoraciones para cada opción de acuerdo al método definido anteriormente: $V_{e_i} = \{v_{i1}, \dots, v_{in}\}$ con $v_{ij} \in L_k$ donde L_k es el conjunto de etiquetas de granularidad k seleccionado por los ciudadanos.

2. Determinar el peso de cada evaluación individual. Para cada evaluación V_{e_i} se calcula un peso w_{e_i} usando una función de distancia con un valor de proximidad α :

$$w_{e_i} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \{ \text{dist}(V_{e_i}, V_{e_j}) \}} \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq m, \quad i \neq j. \quad (1)$$

- Determinar el promedio de coeficientes de ponderación p_{ci} ($c = 1, \dots, r$) para cada evaluación V_{e_j} :

$$p_i = \frac{1}{r} \times (\sum_{c=1}^r p_{ci}) \quad (2)$$

Nivel 3: Evaluación global.

- La evaluación global se obtiene usando las evaluaciones individuales y sus pesos, utilizando el modelo de comisiones de trabajo, y el promedio de los coeficientes de ponderación suministrados por el supra decisor:

$$\phi \left((V_{e_1}, w_{e_1}, p_{11}, \dots, p_{r1}), \dots, (V_{e_m}, w_{e_m}, p_{1m}, p_{rm}) \right) = \sum_{j=1}^m V_{e_j} \cdot \lambda_j = (v_{f_1}, \dots, v_{f_m}) \quad (3)$$

donde

$$w_{e_i} \leq w_{e_{i+1}}; \lambda_j \in [0, 1]; \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_j = \begin{cases} \frac{w_{e_j}}{d_j} & \text{si } j = 1 \\ \lambda_{j-1} + \frac{1}{d_j} (w_{e_j} - w_{e_{j-1}}) & \text{si } j > 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$d_j = (n - j + 1) \cdot w_{e_m} \quad \forall j = 1, \dots, m \quad (6)$$

$$\lambda_j = \frac{(e_j \cdot p_j)}{\sum_{i=1}^m (e_i \cdot p_i)} \quad \forall j = 1, \dots, m \quad (7)$$

Nivel 4: Explotación.

- Esta fase transforma la información global acerca de las alternativas en un orden global de ellas, desde el cual se obtiene el conjunto de alternativas solución. Si varias alternativas tienen la misma valuación, entonces se utiliza el X_{SD} para definir la preferencia entre las opciones:

$$Sol = \{z_1, \dots, z_n\}$$

donde z_i es el i -ésimo elemento de $\{x_1, \dots, x_n\}$ en orden descendente según v_{f_i} .

2.3 Ejemplo

Lo que sigue a continuación es un ejemplo que muestra la aplicación del modelo de decisión propuesto.

Nivel 1.

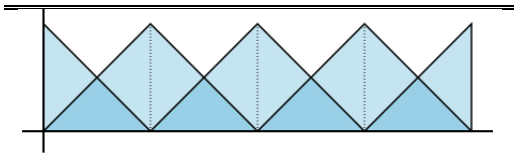
Se considera el conjunto C de criterios de ponderación seleccionados por el gobierno (supra-decisor), $C = \{\text{proximidad entre ciudadano / proyectos } (c_1); \text{ nivel de cumplimiento fiscal de los ciudadanos } (c_2)\}$. Con estos criterios el gobierno ha establecido una ponderación o peso para cada criterio / ciudadano: $P = \{p_{11}, \dots, p_{2m}\}$. Se considera el conjunto X de alternativas seleccionadas por el gobierno, basado en criterios técnicos, económicos, legales, etc., de entre aquellas enviadas por los ciudadanos, tal que

$X = \{(\text{Comunicaciones } (X_1), \text{ Alimentos } (X_2), \text{ Movilidad } (X_3), \text{ Parking } (X_4))\}$. Finalmente, se considera que X_{SD} es el orden de las alternativas de acuerdo con el programa electoral del gobierno tal que $X_{SD} = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$.

Nivel 2.

Los ciudadanos votan de acuerdo a un conjunto de etiquetas lingüísticas L_k ($k = 1, \dots, 5$) cuya semántica se muestra en la Tabla 1. Sin pérdida de generalidad, en el ejemplo se considerará que todos los ciudadanos usan el mismo conjunto de etiquetas.

TABLA 1
GRUPO DE ETIQUETAS LINGÜÍSTICAS



Etiquetas	Semánticas
BE: La mejor	0,75; 1; 1
GO: Buena	0,50; 0,75; 1
ME: Media	0,25; 0,50; 0,75
BA: Mala	0; 0,25; 0,50
WO: La peor	0; 0; 0,25

Un grupo de ciudadanos E_j ($j = 1, \dots, 19$) ha votado y los resultados han sido inicialmente agrupados en 5 conjuntos: CD_1, CD_2, CD_3, CD_4 y CD_5 , con 6, 3, 5, 4 y 1 miembros respectivamente; se ha considerado que la distancia de cluster es igual a 0 ($dist = 0$). La Tabla 2 muestra las preferencias expresadas por la población, con las cardinalidades obtenidas y los valores promedio de ponderación.

TABLA 2
VOTOS DE LOS CIUDADANOS, PROMEDIOS DE PONDERACIÓN Y CARDINALIDAD

Promed io c_1	Promed io c_2	Promed io Global	Cardinalid ad	Grup o	X_1	X_2	X_3	X_4
0.9	0.7	0.8	6	CD_1	G	BE	M	W
					O		E	O
0.6	0.5	0.55	3	CD_2	BA	M	G	W
						E	O	O
0.8	0.3	0.55	5	CD_3	M	BE	W	G
						E	O	O
0.3	0.8	0.55	4	CD_4	W	BE	M	G
					O		E	O
0.2	0.35	0.275	1	CD_5	BE	W	G	BA
						O	O	

La Tabla 3 muestra las comisiones de trabajo, donde ECD_i representa un experto del grupo CD_i .

TABLA 3
COMISIONES O COMITÉS DE TRABAJO

Comisiones de trabajo

$$\begin{aligned} & \overline{(ECD_1, ECD_2, ECD_3, ECD_4, ECD_5)} \\ & (ECD_1, ECD_2, ECD_3, ECD_4) \\ & (ECD_1, ECD_2, ECD_3, ECD_4) \\ & (ECD_1, ECD_3, ECD_4) \\ & (ECD_1, ECD_3) \\ & (ECD_1) \end{aligned}$$

Nivel 3.

Aplicando el proceso de resolución, se obtiene:

$$\begin{aligned} w_{e_1}(CD_5) &= 1; w_{e_2}(CD_2) = 3; w_{e_3}(CD_4) = 4; w_{e_4}(CD_3) = 5; w_{e_5}(CD_1) = 6 \\ d_1 &= (5 - 1 + 1) \cdot 6 = 30; \rho_1 = 1/30 = 0,03 \\ d_2 &= (5 - 2 + 1) \cdot 6 = 24; \rho_2 = 0,03 + 1/24(3 - 1) = 0,11 \\ d_3 &= (5 - 3 + 1) \cdot 6 = 18; \rho_3 = 0,11 + 1/18(4 - 3) = 0,17 \\ d_4 &= (5 - 4 + 1) \cdot 6 = 12; \rho_4 = 0,17 + 1/12(5 - 4) = 0,25 \\ d_5 &= (5 - 5 + 1) \cdot 6 = 6; \rho_5 = 0,25 + 1/6(6 - 5) = 0,42 \\ \sum_{i=1}^5 \rho_i \cdot p_i &= (0,03 \times 0,8) + (0,11 \times 0,55) + (0,17 \times 0,55) + \\ & (0,25 \times 0,55) + (0,42 \times 0,275) = 0,431 \\ \lambda_1 &= (0,03 \times 0,8) / 0,431 = 0,056 \\ \lambda_2 &= (0,11 \times 0,55) / 0,431 = 0,14 \\ \lambda_3 &= (0,17 \times 0,55) / 0,431 = 0,217 \\ \lambda_4 &= (0,25 \times 0,55) / 0,431 = 0,319 \\ \lambda_5 &= (0,42 \times 0,275) / 0,431 = 0,268 \\ \phi(CD_1, \dots, CD_5) &= CD_5 \otimes \lambda_1 \oplus CD_2 \otimes \lambda_2 \oplus CD_4 \otimes \lambda_3 \\ & \oplus CD_3 \otimes \lambda_4 \oplus CD_1 \otimes \lambda_5 \end{aligned}$$

Se obtiene el siguiente orden y preferencias:

Alternativas ordenadas	Preferencias de las alternativas
(X_1, X_2, X_3, X_4)	(ME, GO, BA, ME)

Nivel 4.

Debido a que las alternativas X_1 y X_4 tienen la misma valoración, se aplica el orden del programa gubernamental (nivel 1), y se obtiene el siguiente resultado:

1. Primer Proyecto: Alimentos (X_2).
2. Segundo Proyecto: Comunicaciones (X_1).
3. Tercer Proyecto: Parking (X_4).
4. Cuarto Proyecto: Movilidad (X_3).

3 CONCLUSIONES

Se ha presentado una nueva forma de participación ciudadana para la formulación, implementación y evaluación de políticas gubernamentales, brindándoles así legitimidad. Se ha presentado un modelo de decisión basado en la asignación de valoraciones lingüísticas y el operador WKC-OWA, que usando una plataforma tecnológica basada en tecnologías móviles y Web 2.0, permite a los ciudadanos participar de los procesos de toma de decisiones del gobierno, por ejemplo, los presupuestos participativos.

El nuevo sistema usa lenguaje natural y valoraciones sencillas para representar las opiniones de los usuarios

(ciudadanos) y se aplica el concepto de comisiones de trabajo para modelar el entorno de decisión social.

En particular, el modelo desarrolla su actividad en cuatro niveles: definición del escenario de decisión, valoraciones individuales y grupales y finalmente la explotación de los resultados.

Este modelo de decisión social efectivamente puede soportar el problema de gobierno en entornos de democracia participativa.

RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Dr. J. M. Doña y al Dr. J. I. Peláez, de la Universidad de Málaga, España, y al Dr. Eduardo Fernandez, de la Universidad Atlántica de Florida, Estados Unidos.

REFERENCIAS

- [1] Concurso de Buenas Prácticas patrocinado por Dubai. La Experiencia del Presupuesto Participativo de Porto Alegre (Brasil), catalogada como Best. Best Practices Database. <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp309.html>. 2000. Consultado el 18/09/09.
- [2] CIA. Factbook. USA., 2008.
- [3] J. M. Aguado & I. J. Martinez. "From social web to mobile 2.0: The 2.0 paradigm in the mediatization process of mobile communications". *Profesional de la información*, 18, 2, 2009, 155-161, 2009.
- [4] K. J. Lin. "Building web 2.0". *Computer*. Online, 101-102, 2007.
- [5] P. Norris. "The Impact of the Internet on Political Activism: Evidence from Europe". *International Journal of Electronic Government Research*, Vol. 1, Issue 1. 19-39. USA, 2005.
- [6] J. Melitski, M. Holzer, S.-T. Kim, Ch.-G. Kim & S.-Y. Rho. "Digital Government Worldwide: A e-Government Assessment of Municipal Web Sites". *International Journal of Electronic Government Research*, Vol. 1, Issue 1. 1-18. USA, 2005.
- [7] N. Holman. "Community participation: using social network analysis to improve developmental benefits". *Environment and Planning C: Government and Policy*, 26(3). 525-543, 2008.
- [8] J. A. Summerville, B. A. Adkins & G. Kendall. "Community participation, rights, and responsibilities: the governmentality of sustainable development policy in Australia". *Environment and Planning C: Government and Policy*, 26(4). 696 - 711, 2008.
- [9] V. Mayer-Schonberger & D. Lazar [eds]. "Governance and Information Technology from Electronic Government to Information Government". London: MIT Press. 2007. *Book Review in Information Polity*. IOS Press. 14. 235-237, 2009.
- [10] A. Edwards. "ICT strategies of democratic intermediaries: A view on the political system in the digital age". *Information Polity*. IOS Press. 11. 163-176, 2006.
- [11] J. I. Peláez, J. M. Doña & D. L. La Red. "M-Cognocracia: Un Modelo Borroso Para Decisión Democrática Con Tecnologías Móviles"; Conferencia IADIS Iberoamericana 2008 (International Conference Information Systems 2008); *Actas del Congreso*, págs. 385-392; 2008; ISBN N° 978-972-8924-72-0; Algarve; Portugal, 2008.
- [12] J. I. Peláez, J. M. Doña, D. L. La Red & C. R. Brys. "A Linguistic Model for Citizen Participation in Electronic Government"; Computational Intelligence in Decision and Control - Proceedings of the 8th International FLINS Conference; 2008; Volumen I, pg. 895-900; ISBN N° 978-981-279-946-3; Madrid, España, 2008.
- [13] J. Fodor & T. Calvo. "Aggregation Functions Defined by t-Norms and t-Conorms". En Bouchon-Meurier, B. (editor). *Aggregation and Fusion of Imperfect Information. Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Vol. 12. Physica-Verlag. 36-48, 1998.
- [14] H. Astok & R. Rannu. "M-Governance: Mobile services in the Public Sector". Estonian Parliament, 2005.
- [15] T. C. Beierle. "Using Social Goals to Evaluate Public Participation in Environmental Decisions". *Policy Studies*, 1999.
- [16] B. Arri. "Fuzzy decision making in politics: A linguistic fuzzy-set approach (LFSA)". *Political Analysis*, 13(1): 23-56, 2005.

- [17] B. Arfi. "Linguistic fuzzy-logic game theory". *Journal of Conflict Resolution*, 50(1): 28-57, 2006.
- [18] D. Ben-Arieh & Z. Chen. "Linguistic-labels aggregation and consensus measures for autocratic decision making using group recommendations", 2006.
- [19] E. Herrera-Viedma, L. Martínez, F. Mata & F. Chiclana. "A consensus support system model for group decision-making problems with multigranular linguistic preference relations". *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 13(5): 644-658, 2005.
- [20] D. L. la Red Martínez, J. C. Acosta. "Review of Modeling Preferences for Decision Models"; Volume 11 – N° 36; *European Scientific Journal (ESJ)*; pp. 1-18; ISSN N° 1857-7881; University of the Azores, Portugal, 2015.
- [21] M. Marimin, M. Umano, I. Hatono & H. Tamura. "Linguistic Labels for Expressing Fuzzy Preference Relations in Fuzzy Group Decision Making". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 28(2): 205-218, 1998.
- [22] L. Martínez, J. Liu & J. B. Yang. "A fuzzy model for design evaluation based on multiple-criteria analysis in engineering systems". *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 14(3): 317-336, 2006.
- [23] D. L. la Red Martínez, J. C. Acosta. "Aggregation Operators Review - Mathematical Properties and Behavioral Measures"; Volume 7 – N° 10; *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*; pp. 63-76; ISSN N° 2074-904X; Hong Kong, 2015.
- [24] D. L. la Red Martínez, J. M. Doña, J. I. Peláez & E. B. Fernandez. "WKC-OWA, a New Neat-OWA Operator to Aggregate Information in Democratic Decision Problems"; V. 19 N° 5; *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (IJUFKS)*; págs. 759-779; ISSN N° 0218-4885; Francia, 2011.
- [25] R. Medaglia. "Measuring the diffusion of eParticipation: A survey on Italian local government". *Information Polity*. IOS Press. Volume 12, Number 4. 265-280, 2007.
- [26] R. R. Yager. "On Ordered Weighted Averaging Operators in Multicriteria Decisionmaking". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 18. 183-190, 1988.
- [27] R. R. Yager. "Families of OWA operators", *Fuzzy Sets and Systems*, 59. 125-148, 1993.
- [28] G. E. G. Beroggi. "Secure and easy Internet voting". *Computer*, IEEE, February 2008, 52—56, 2008.
- [29] E. B. Fernandez, D. L. la Red Martínez, J. I. Peláez. "A conceptual approach to secure electronic elections based on patterns"; 30 January 2013; *Government Information Quarterly*; pp. 64-73; ISSN N° 0740-624X; U.S.A, 2013.
- [30] E. B. Fernandez, M. M. Larrondo-Petrie, T. Sorgente & M. VanHilst. "A methodology to develop secure systems using patterns", Chapter 5 in *Integrating security and software engineering: Advances and future vision*, Mouratidis, H., Giorgini, P. (eds.), IDEA Press, 107-126, 2006.

David L. la Red Martínez es Experto en Estadística y Computación (1979, Universidad Nacional del Nordeste), Especialista en Docencia Universitaria (2003, Universidad Nacional del Nordeste), Magister en Informática y Computación (2001, Universidad Nacional del Nordeste) y Doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación (2011, Universidad de Málaga, España); es Profesor Titular por Concurso de la Universidad Tecnológica Nacional y de la Universidad Nacional del Nordeste; es autor de artículos publicados en revistas y congresos nacionales e internacionales; es revisor de Congresos y Revistas Nacionales e Internacionales; es Categoría A de la UTN y Categoría 2 de la SPU; se ha desempeñado como evaluador de la CONEAU para carreras de grado y de postgrado de Informática y Computación.