



Toma de decisiones a gran escala usando evaluación parcial de criterios. Caso aplicado a evaluación de conferencias

Jeronimo Duran, Rosana Montes y Francisco Herrera

Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence, DaSCI

Universidad de Granada, Granada, España

Correos: jeronimoduran@correo.ugr.es, rosana@ugr.es, herrera@decsai.ugr.es

Resumen—Los eventos de divulgación son un medio de difusión muy importante para la comunidad científica, pues son esos espacios donde se dan a conocer los avances y las nuevas propuestas de investigación. El éxito de los medios de divulgación está directamente relacionado con la percepción que tienen los asistentes hacia dichos eventos. El poder evaluar estos eventos tomando en cuenta a los asistentes resulta interesante, por lo que se propone un modelo de evaluación que utiliza etiquetas lingüísticas, siendo este el recurso más adecuado para captar la opinión de los asistentes. Estos eventos, al ser masivos, se clasifica como un problema de toma de decisión a gran escala (LSGDM) que utilizan el modelo lingüístico de representación 2-tuplas para tener una toma de decisión en grupo con la mínima pérdida de información. La propuesta incluye una valoración parcial de criterios, es decir, el número de criterios a valorar puede variar durante el proceso de toma de decisión. MULTIMOORA permite generar un ranking de alternativas, y al realizar un análisis de los rankings obtenidos, podemos identificar cuales son los indicadores que se deben tomar en cuenta para que los eventos de divulgación tengan éxito, y se genere un plan de mejora continua de dichos eventos.

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de eventos de divulgación científica ha sido abordada en la literatura especializada teniendo en cuenta indicadores que se obtienen a priori o a posteriori de dicho evento. Es habitual la clasificación de conferencias como CORE A, CORE B o CORE C, como el que otorga *The CORE Conference Ranking*¹. Como propuesta para evaluar conferencias científicas de forma automática [1] [2], se puede tomar en cuenta el número de citas de los trabajos publicados en sus actas, el prestigio de la conferencia, el ratio de aceptación o la reputación de los miembros del comité del programa entre otros factores. Por otro lado, charlas, talleres y seminarios – que también son eventos divulgativos– no entran dentro del anterior esquema de evaluación basados en publicaciones de actas, pero cuentan con otros indicadores de evaluación como el número de asistentes, la reputación de los ponentes y la claridad de la charla entre otros. El conocer durante el transcurso del evento cuales son sus fortalezas y debilidades, genera información de gran valor para los organizadores y permitiría que las ediciones futuras sean de mejor calidad y aceptación.

¹<http://www.core.edu.au/conference-portal>

En la actualidad se está implementado una nueva tipología de proyectos científicos, en donde se hace partícipe a la ciudadanía, quienes aportan a las actividades de investigación científica esfuerzo intelectual, herramientas y recursos propios. El concepto que define lo anterior se conoce como Ciencia Ciudadana (CC)². Este tipo de proyectos de investigación potencian la difusión de sus resultados y la participación a gran escala de la sociedad. Para la evaluación de eventos de divulgación científica en ciencia ciudadana se deben considerar otros factores (diferentes a los usados tradicionalmente), como por ejemplo aquellos criterios de calidad que resultan interesantes para los propios asistentes.

Frecuentemente las instituciones educativas realizan actividades de divulgación académica como conferencias y seminarios, cuya temática va acorde a las carreras que se ofertan en cada centro. Estos eventos no son evaluados en su mayoría, por lo que se desconoce el grado de aceptación por parte de la comunidad universitaria. Es importante el saber cuál es el grado de satisfacción que tiene la comunidad universitaria que asiste a este tipo de eventos, por lo que el contar con una herramienta que les permita recopilar la opinión de los asistentes es de gran importancia.

En todos los casos anteriores (conferencias, seminarios, eventos de ciencia ciudadana) se debe tomar en cuenta la opinión de los asistentes, pues son ellos quienes emiten su punto de vista sobre el evento y realizan la labor de publicitar dichos eventos dentro y fuera de las instituciones. Al emitir su valoración de una charla, están asignado valores a los indicadores definidos en un modelo de evaluación, siendo ésta un área de oportunidad para diseñar un modelo lingüístico de evaluación [3] que recoja esas valoraciones y permita emitir una valoración lingüística del éxito o fracaso del evento. Puesto que potencialmente se puede tener un número elevado de participantes, el modelo lingüístico se debe resolver como un Large Scale Group Decisión Making (LSGDM).

El presente trabajo propone que en la evaluación de un evento los participantes determinen cuales son los criterios más importantes de acuerdo con su punto de vista así como la escala lingüística con la que desean evaluar dichos criterios.

²<http://www.ibericivis.es/informe-del-observatorio-de-la-ciencia-ciudadana-2017/>

El uso de un enfoque lingüístico difuso facilita la expresión de una opinión pues permite utilizar lenguaje natural.

El documento se estructura de la siguiente forma. En la Sección II se describen de manera breve los modelos utilizados en el diseño de nuestra propuesta de evaluación parcial de criterios. La Sección III de forma descriptiva desarrolla el modelo propuesto y se ejemplifica con un caso de uso. Las conclusiones y trabajos futuros se exponen en Sección IV.

II. PRELIMINARES

Se proporcionan las definiciones formales de los modelos representación de la información lingüística, representación lingüística de 2-tuplas y la técnica de resolución de toma de decisión MULTIMOORA.

A. Toma de decisión dinámica a gran escala

El uso de modelos de toma de decisiones a gran escala (Large Scale Group Decision Making, LSGDM) [4] se ha enfocado como la simplificación de las opiniones de un gran grupo de expertos, tomados en muestras más pequeñas y tratando de conservar la heterogeneidad en sus opiniones. Tras realizar la agrupación o *clustering* [5], se les presenta el conjunto de alternativas que son evaluadas en este caso mediante relaciones de preferencia difusa. En la literatura se propone la elección dinámica de alternativas [6] [7], en donde se realiza un consenso entre expertos para determinar el o los criterios que serán añadidos o eliminados del sistema de evaluación o de toma de decisiones. Son propuestas interesantes que pueden ser incorporadas al modelo de evaluación de eventos propuesto, Al contar con un gran volumen de participantes en los eventos, se tiene un problema de toma de decisión a gran escala, en donde para poder determinar el grado de aceptación de los participantes se trabajará mediante *clusters* de preferencia.

B. Representación de la información lingüística

Una jerarquía lingüística (Linguistic Hierarchies, LH [8] se define como la unión de un conjunto de términos lingüísticos equidistantes entre si, cuya granularidad de incertidumbre es impar; éstos se representan en niveles $n(t)$, donde t es un nivel válido de jerarquía.

$$LH = \cup_t S^{n(t)}(t), \quad t \in \{1, \dots, h\} \quad h = 3$$

$$S^{n(t)}(t) = \{s_0^{n(t)}, \dots, s_{\nu_t}^{n(t)}\} \quad \nu_t = n(t) - 1, \quad \nu_t \in \mathbb{N}.$$

Para realizar las transiciones entre cada uno de los niveles sucesivos, el término $S^{n(t+1)}$ es definido por el punto medio de cada par de términos que pertenecen al nivel t anterior. los conjunto de etiquetas antiguo son utilizados como puntos de referencia. El conjunto conformado por los puntos de referencia t se define como:

$$FP_t = \{fp_t^0, \dots, fp_t^{2\nu_t}\}$$

Las reglas básicas de la jerarquías lingüísticas cuentan con limitantes, que no permiten trabajar bajo contextos que utilizan conjuntos de términos con 5, 7 y 9 etiquetas. Las

jerarquías lingüísticas extendidas (Extended Linguistic Hierarchies, ELH) [9] es un modelo que permite utilizar conjuntos de términos con $\nu_1 = 5$, $\nu_2 = 7$ y $\nu_3 = 9$ valores y admite la representación lingüística 2-tuplas para evitar la pérdida de información. Es un modelo en donde se tiene un conjunto términos lingüísticos $S^{n(t)}(t)$ ordenado según su granularidad $n(t)$. Cada conjunto corresponde a un nivel t , quien realizará una transición entre los niveles sucesivos.

En éste nuevo conjunto de términos lingüísticos con t^* (nivel donde van los cálculos) se mantienen los puntos de referencia definidos en LH.

$$n(t^*) = \left(\prod_{t=1}^h \nu_t \right) + 1 = \nu_{t^*} + 1$$

Es posible simplificar el término $n(t^*)$, calculando el mínimo común múltiplo (MCM) del valor de las granularidades del conjunto de términos en el ELH de la siguiente forma:

$$n(t^*) = LCM(\nu_1, \nu_2, \nu_3) + 1 = LCM(2, 4, 6) + 1 = 13$$

La expresión anterior nos muestra que los cálculos realizados pertenecen a S^{13} , que corresponde al MCM común entre los términos. En el EHL cada punto $fp_{t^*}^i \in [0, 1]$ se localiza en:

$$j = \frac{i \cdot \nu_{t^*}}{\nu_t} \rightarrow FP_t \subset FP_{t^*} \quad \forall t = \{1, \dots, h\}$$

El uso de múltiples escalas lingüísticas no modifica el esquema de toma de decisión, solamente agrega un paso de *Unificación*. En el proceso de unificación, se traducen los datos lingüísticos de entrada mediante una función $TF_{t^*}^t$ que transforma y convierte un término $s_j \in S^{n(t)}$ en su equivalente s_k expresado en $S^{n(t^*)}$ con $t < t^*$. De ésta forma se tiene la representación de cualquier valor del conjunto de términos lingüísticos. La función de transformación que se utiliza en la unificación esta dada por:

$$TF_{t^*}^t(s_j^{n(t)}, \alpha_j) = \Delta \left(\frac{\nu^{-1}(s_j^{n(t)}, \alpha_j) \cdot (n(t^*) - 1)}{n(t) - 1} \right) = (s_k^{n(t^*)}, \alpha_k) \quad (1)$$

Como ejemplo de unificación para datos procedentes de distintas escalas tenemos:

$$\begin{aligned} n(1) = 3; (s_1^3, 0) &\Rightarrow TF_{13}^3 = \Delta \left(\frac{1-12}{2} \right) = (s_6^{13}, 0) \\ n(2) = 5; (s_3^5, 0) &\Rightarrow TF_{13}^5 = \Delta \left(\frac{3-12}{4} \right) = (s_9^{13}, 0) \\ n(3) = 7; (s_4^7, 0) &\Rightarrow TF_{13}^7 = \Delta \left(\frac{4-12}{6} \right) = (s_8^{13}, 0) \end{aligned}$$

De ésta forma ya se puede trabajar con datos homogéneos, independientemente de que su representación original sea en una escala diferente.



C. Representación lingüística de 2-tuplas

La 2-tuplas [10] (s_i, α) es la representación de un término lingüístico $s_i \in S = \{s_0, \dots, s_g\}$ válido para cálculos en procesos de computación.

- 1) Sea $s_i \in S$ un término lingüístico cuya semántica es proporcionada por una función de membresía difusa.
- 2) Sea $\alpha \in [-0.5, 0.5)$ el valor de traducción simbólica que indica la función de membresía difusa que representa el término mas cercano, cuando $s_i \in S$ no coincide de forma exacta con la información lingüística calculada.
- 3) Los cálculos que se realizan de manera simbólica, operan con los índices de los términos lingüísticos y obtiene un valor $\beta \in [0, g]$.

La transformación de un termino lingüístico $s_i \in S$ en un término lingüístico 2-tuplas, se realiza añadiendo a la traducción simbólica del término lingüístico un cero:

$$s_i \in S \longrightarrow (s_i, 0)$$

Sea (s_i, α) un valor lingüístico 2-tuplas. Se tiene una función Δ^{-1} que traduce un término 2-tuplas en un número $\beta \in [0, g]$:

$$\begin{aligned} \Delta^{-1} : S \times [-0.5, 0.5) &\rightarrow [0, g] \\ \Delta^{-1}(s_i, \alpha) &= i + \alpha = \beta \end{aligned} \quad (2)$$

Sea $\beta \in [0, g]$ el resultado de un cálculo simbólico. El término equivalente 2-tuplas se obtiene mediante la función Δ definida como:

$$\begin{aligned} \Delta : [0, g] &\rightarrow S \times [-0.5, 0.5) \\ \Delta(\beta) &= (s_i, \alpha), \text{ con } \begin{cases} s_i & i = \text{round}(\beta), \\ \alpha & = \beta - i \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

Donde *round* es la función que asigna el entero más cercano $i \in \{0, 1, \dots, g\}$ o puede ser utilizado como operador de redondeo, s_i denomina la etiqueta cuyo índice es el mas cercano al valor β y el valor de la traslación simbólica esta representada por α .

Sea $x = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$ un conjunto de valores lingüísticos representados como 2-tuplas, W un vector de ponderación $\{w_i | i = 1, \dots, n\}$, y W' su versión normalizada como $\sum_{i=1}^n w'_i = 1$. Tenemos la media aritmética ponderada \bar{x}^e definida como:

$$\bar{x}^e(x) = \Delta \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i w'_i \right). \quad (4)$$

D. MULTIMOORA 2-tuplas

El método ITL-MULTIMOORA [11] permite la solución de problemas de toma de decisión y ha sido aplicado con información lingüística 2-tuplas intervaluar, que permite representar datos complejos o incompletos. En nuestra propuesta lo hemos adaptamos para el uso 2-tuplas.

El método MULTIMOORA parte de valoraciones lingüísticas de expertos P_k ($k = 1, 2, \dots, p$), A_i

($i = 1, 2, \dots, m$) alternativas y n criterios de evaluación C_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Para desarrollar el MULTIMORA se parte de una de matriz de decisión como la siguiente:

$$X_k = \begin{bmatrix} x_{11}^k & x_{12}^k & \dots & x_{1n}^k \\ x_{21}^k & x_{22}^k & \dots & x_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1}^k & x_{m2}^k & \dots & x_{mn}^k \end{bmatrix}$$

En $x_{ij}^k \in S$, donde $S = \{s_i | i = 0, 1, 2, \dots, g\}$ representa la evaluación lingüística de A_i con respecto al criterio C_j dado por el experto P_k . Sea W_j los pesos proporcionados por cada uno de los expertos, donde w_j^k es un valor de peso asignada a C_j por P_k .

El modelo ITL-MULTIMOORA se desarrolla en los siguientes pasos:

Paso 1 Se convierten la matrices de decisión $X_k = (x_{ij}^k)_{m \times n}$ a matrices de decisión lingüística 2-tuplas:

$$\tilde{R}_k = (\tilde{r}_{ij}^k)_{m \times n} = ((x_{ij}^k, 0))_{m \times n} \text{ donde } x_{ij}^k \in S.$$

Paso 2 Se calculan la normalización para las P matrices $\tilde{R}'_k = (\tilde{r}'_{ij})_{m \times n}$. Utilizando la siguiente expresión

$$\tilde{r}'_{ij} = \frac{w_j, (\Delta^{-1}(r_{ij}^k, 0))}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (\Delta^{-1}(r_{ij}^k, 0))}} \quad (5)$$

Paso 3 Para mejorar el proceso, se incorporan las evaluaciones de los expertos cuando es el caso de maximizar, y se sustraen cuando el caso es minimizar los criterios asociados a cada alternativa:

$$\tilde{y}_i = \sum_{j=1}^q \tilde{r}'_{ij} - \sum_{j=q+1}^n \tilde{r}'_{ij} \quad (6)$$

donde $j = 1, 2, \dots, q$ son los criterios que serán maximizados, $j = q + 1, q + 2, \dots, n$ son los valores que serán minimizados y \tilde{y}_i es la evaluación general de la alternativa A_i con respecto a todos los criterios evaluados.

Paso 4 La utilidad global que tiene la i -ésima alternativa se puede expresar de la siguiente forma:

$$\tilde{u}_i = \tilde{a}_i / \tilde{b}_i \quad (7)$$

donde $\tilde{a}_i = \prod_{j=1}^q \tilde{r}'_{ij}$ denota el producto del j -ésimo criterio que van a maximizarse, y $\tilde{b}_i = \prod_{j=q+1}^n \tilde{r}'_{ij}$ que es el producto de criterios serán minimizados, siendo $n - q$ el número de criterios que han de ser minimizados.

Paso 5 El ranking de alternativas es dado por \tilde{y}_i y \tilde{u}_i para $i = 1, 2, \dots, m$ en orden descendente.

III. TOMA DE DECISIONES A GRAN ESCALA USANDO EVALUACIÓN PARCIAL DE LOS CRITERIOS

Se propone un modelo de evaluación de charlas partiendo del concepto de LSGDM en donde nuestros grupos de expertos serán los asistentes a las charlas impartidas. Se les dará a elegir de un conjunto de criterios y escalas de evaluación, que serán las escalas lingüísticas de nuestro problema de toma de decisiones multi-experto multi-criterio, para que después emitirán su valoración sobre la charla usando la escala y los criterios previamente seleccionados por ellos.

A. Metodología MULTIMOORA con evaluación parcial de criterios

Dentro del marco del Seminario Herramientas en Tecnologías Orientadas a la Educación, celebrado del 19 al 21 de junio de 2018 en donde participaron ponentes de la Universidad de Granada y la Universidad de Guadalajara, los cuales dieron una serie de charlas (a_1, a_2, a_3) cuya finalidad era difundir información relevante en el ámbito educativo. Las charlas fueron dirigidas a la comunidad universitaria en general, teniendo como número máximo de asistentes 33; la concurrencia en cada una de las charlas fue variada, pero un gran número de los asistentes tuvieron una presencia constante. Al finalizar cada charla se les proporcionó un formulario en donde opinarían sobre tres aspectos del programa: ponente, contenidos y evento. Cada uno constaba de diferentes criterios los cuales serían elegidos por cada uno de los asistentes.

La finalidad de que los asistentes seleccionaran cuales eran los criterios más importantes de acuerdo con su juicio es identificar el peso que los asistentes les dan a cada criterio de forma individual. Dicha elección también nos proporciona información sobre que aspecto es el que más se valora. Además, se les proporcionó un espacio para que ellos pudieran agregar otros criterios diferentes a los proporcionadas en el formulario.

Durante el ejercicio se pudieron detectar nuevos criterios de evaluación que no se habían tomado en cuenta pero que si fueron considerados por la audiencia. Criterios como: Facilidad de palabra en el *cluster* de ponente, Exponer ideas, Aplicabilidad, Ejemplos prácticos y Tema en el *cluster* de contenidos, y Lugar/sala, y Ruido en el *cluster* de evento, los cuales se agregaron al esquema de evaluación final.

Finalmente los criterios de evaluación asignados a los *clusters* principales tomados para ésta propuesta fueron los siguientes:

- 1) Ponente: Vocalización (C_1), Claridad de las expresiones (C_2), Cercanía (C_3), Dominio del tema (C_4), Atención a la audiencia (C_5) Facilidad de palabra (C_6).
- 2) Contenidos: Calidad del contenido (C_7), Claridad de las transparencias (C_8), Adaptado al nivel (C_9), Exponer ideas (C_{10}), Aplicabilidad (C_{11}), Ejemplos prácticos (C_{12}), Tema (C_{13}).
- 3) Evento: Duración (C_{14}), Medios técnicos (C_{15}), Iluminación (C_{16}), Temperatura (C_{18}), Lugar/sala (C_{17}), Ruido (C_{19})

Dentro del mismo formulario se les proporcionaban tres escalas de evaluación: $S^3 = \{poco, normal, mucho\}$, $S^5 = \{poco, regular, normal, algo, mucho\}$, $S^7 = \{nada, muy poco, regular, normal, algo, bastante, muchísimo\}$, y un espacio para que ellos pudieran proponer una escala diferente a las listadas. También se les proporciono la posibilidad de elegir la escala que ellos consideraran era la más adecuada para evaluar cada uno de los criterios. En su mayoría, los asistentes prefirieron utilizar la escala S^5 para valorar los ítems de su preferencia siendo el 62% del total. Seguido de la escala S^7 con el 25% y al final la escala S^3 con el 13%.

Al final, y de forma individual, se evaluaron cada una de las charlas con los criterios y escalas elegidos. El modelo MULTIMOORA nos permite generar un ranking con los criterios elegidos por los asistentes, permitiendo que nos muestre cuales son aquellas charlas que tienen una mejor aceptación por parte de los asistentes. Éste ranking se obtiene por medio de índices de ordenación, los cuales se calculan conforme a los pasos descritos en la Sección II-D.

B. Valoraciones obtenidas

Una vez recopilada y concentrada toda la información obtenida de la evaluación de cada una de las charlas, se comenzó con el proceso descrito en la Sección II-D. Se unifican las escalas, $s_k \in S^{13}$ utilizando Eq.(1), quedando simplificada de la siguiente forma:

$$TF_{t^*}^t(s_j^{n(t)}) = s_j^{n(t^*)} = s_k \quad (8)$$

En la Tabla IV se pueden observar todas las valoraciones obtenidas de las charlas proporcionadas por cada uno de los participantes. En ésta Tabla las valoraciones se encuentran unificados en la escala S^{13} tras la aplicación de Eq.(8).

Posteriormente los valores se transformaron en 2-tuplas y se realizó una agregación por experto usando peso uniforme. El resultado puede verse en la Tabla I.

Para el paso de normalización se requiere el cálculo previo de los pesos para los criterios como sigue:

$$w_j = \sum_i \delta(s_{ij}) \quad (9)$$
$$\text{con } \delta(s_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{si existe } s_{ij} \\ 0 & \text{si no existe } s_{ij} \end{cases}$$

La Tabla III muestras las valoraciones normalizadas que son expresadas sin dimensiones. La aplicación del método MULTIMOORA continua con la obtención de dos índices para cada una de las alternativas, índices que se utilizan para obtener un *ranking*. Los elementos mejor posicionados en el *ranking* están representados en la Tabla II. Para determinar las posiciones y mostrar la mejor opción se utilizó la teoría del dominio (*the theory of dominance* [12] en donde se comparan los ranking obtenidos (a, b, c). a;b;c, d-a-a es generalmente dominante que c-b-b, a-d-a es generalmente dominante que b-c-b, a-a-a es generalmente dominante que b-b-c.

El ranking que se obtuvo nos muestra que la alternativa a_1 es la que tiene mejor posicionamiento tiene con respecto a



A	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉
a ₁	(s ₁₂ , 0)	(s ₉ , -33)	(s ₁₂ , 0)	(s ₁₁ , 22)	(s ₁₁ , 5)	(s ₀ , 0)	(s ₁₁ , 28)	(s ₁₂ , 0)	(s ₁₀ , 25)	-	-	-	(s ₁₂ , 0)	(s ₉ , 25)	(s ₁₀ , 33)	-	-	-	-
a ₂	(s ₉ , 43)	(s ₁₀ , 46)	(s ₈ , 0)	(s ₁₁ , -37)	(s ₁₀ , 5)	(s ₁₂ , 0)	(s ₁₁ , 47)	(s ₁₀ , 0)	(s ₁₀ , 19)	(s ₁₂ , 0)	(s ₁₂ , 0)	(s ₆ , 0)	(s ₁₁ , 5)	(s ₈ , -4)	(s ₉ , 22)	(s ₉ , 0)	(s ₂ , 0)	(s ₅ , 0.12)	(s ₀ , 0)
a ₃	(s ₁₀ , -16)	(s ₉ , -30)	(s ₉ , -19)	(s ₁₁ , -05)	(s ₁₀ , -28)	-	(s ₁₀ , -43)	(s ₇ , 0)	(s ₁₀ , -42)	-	-	-	-	(s ₇ , 45)	(s ₁₀ , 14)	-	-	(s ₆ , 0)	-

TABLE I
MATRIZ DE 2-TUPLAS CON LAS VALORACIONES POR ALTERNATIVA.

A	\tilde{y}_i	\tilde{u}_i	Valoración Media	Orden
a ₁	2.60	0	(s ₁₁ , 0.318)	1
a ₂	2.46	0	(s ₉ , 0.428)	3
a ₃	2.31	0	(s ₉ , -0.116)	2

TABLE II
RESULTADO DE LA UTILIDAD \tilde{y}_i Y EL DESEMPEÑO \tilde{u}_i DE CADA ALTERNATIVA, NECESARIOS PARA DETERMINAR EL RANKING.



Fig. 1. Distribución de preferencia sobre los criterios a evaluar

las otras dos opciones. En donde los criterios elegidos por los asistentes, pertenecientes a diferentes clusters, tuvieron valores altos en comparativa con las alternativas a₂ y a₃. Para obtener información con la mínima pérdida, se utilizó el valor α proporcionado por la representación lingüística 2-tuplas, el cual nos facilitó el posicionamiento en el ranking de aquellas opciones que se encontraban en la misma escala (s₉), cómo fué el caso de las alternativas a₂ y a₃, siendo la segunda mejor opción a₃ cuyo valoración es la mas cercana a la etiqueta del conjunto unificado.

Es importante resaltar que una mayor parte de los asistentes a las conferencias prefirieron seleccionar y evaluar criterios relacionados con los ponentes, los cual nos represento un 47.94% del total de las valoraciones obtenidas; en cuanto a los contenidos se obtuvo un 27.61% y para el evento 19.68% del total de las valoraciones. La Fig. 1 nos muestra en que proporción fueron elegidos cada uno de los criterios sin tomar en cuenta los clusters, siendo el criterio Dominio del tema (C₄) el que fue elegido por un gran número de asistentes.

IV. CONCLUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron al evaluar las charlas del seminario del caso de uso, nos mostraron que la evaluación de

una charla no siempre encaja en los métodos tradicionales. El diseñar un modelo en donde se utilicen etiquetas lingüísticas, para que los asistentes puedan expresar su incertidumbre con semántica difusa, puede ayudar a crear un plan de mejora continua de los eventos de divulgación. Tomando en cuenta el auge que está teniendo la CC, se debe considerar que las opiniones sobre las charlas saldrán de la ciudadanía, por tal motivo el instrumento de evaluación le debe permitir cierto grado de libertad para que el decida cuales son los criterios de mayor importancia al momento de expresar su valoración.

Para trabajo futuros, se buscará diseñar alguna aplicación móvil que recoja éstas valoraciones y puedan ser incorporadas a un modelo de evaluación de CC.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente apoyado por el proyecto de investigación TIN2017-89517-P del Ministerio de Economía.

REFERENCIAS

- [1] W. Martins, M. Gonçalves, A. Laender, and G. Pappa, "Learning to assess the quality of scientific conferences: A case study in computer science," 2009, pp. 193–202.
- [2] O.-S. Loizides and P. Koutsakis, "On evaluating the quality of a computer science/computer engineering conference," *Journal of Informetrics*, vol. 11, no. 2, pp. 541–552, 2017.
- [3] C. Mi, X. Shan, Y. Qiang, Y. Stephanie, and Y. Chen, "A new method for evaluating tour online review based on grey 2-tuple linguistic," *Kybernetes*, vol. 43, no. 3, pp. 601–613, 2014.
- [4] S. Alonso, I. Pérez, F. Cabrerizo, and E. Herrera-Viedma, "A fuzzy group decision making model for large groups of individuals," 2009, pp. 643–648.
- [5] A. K. Jain, M. N. Murty, and P. J. Flynn, "Data clustering: A review," *ACM Comput. Surv.*, vol. 31, no. 3, pp. 264–323, 1999.
- [6] I. J. Perez, F. J. Cabrerizo, and E. Herrera-Viedma, "A mobile decision support system for dynamic group decision-making problems," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, vol. 40, no. 6, pp. 1244–1256, 2010.
- [7] I. Pérez, F. Cabrerizo, and E. Herrera-Viedma, "Group decision making problems in a linguistic and dynamic context," *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 3, pp. 1675–1688, 2011.
- [8] F. Herrera and L. Martínez, "A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision-making," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, vol. 31, no. 2, pp. 227–234, 2001.
- [9] E. Macarena, L. Jun, and M. Luis, "An extended hierarchical linguistic model for decision making problems," *Computational Intelligence*, vol. 27, no. 3, pp. 489–512, 2011.
- [10] F. Herrera and L. Martínez, "A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words," *IEEE Transactions on fuzzy systems*, vol. 8, no. 6, pp. 746–752, 2000.
- [11] H.-C. Liu, J.-X. You, C. Lu, and M.-M. Shan, "Application of interval 2-tuple linguistic multimora method for health-care waste treatment technology evaluation and selection," *Waste Management*, vol. 34, no. 11, pp. 2355–2364, 2014.
- [12] W. Brauers and E. Zavadskas, "Robustness of multimora: A method for multi-objective optimization," *Informatica*, vol. 23, no. 1, pp. 1–25, 2012.



A	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉
a ₁	0.22	0.28	0.15	0.54	0.21	0	0.43	0.10	0.18	-	-	-	0.07	0.23	0.14	-	-	-	-
a ₂	0.15	0.28	0.10	0.57	0.19	0.01	0.42	0.08	0.18	0.01	0.01	0.005	0.065	0.223	0.132	0.023	0.001	0.043	0
a ₃	0.189	0.280	0.122	0.558	0.209	-	0.425	0.062	0.194	-	-	-	-	0.174	0.148	-	-	0.053	-

TABLE III
NORMALIZACIÓN DE LAS VALORACIONES.

A	P	LTS	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉
a ₁	p ₁	S ⁵	-	s ₉	-	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	s ₆	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-
a ₁	p ₂	S ³	s ₁₂	-	-	s ₁₂	s ₆	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-
a ₁	p ₃	S ³	s ₁₂	-	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₁	p ₄	S ⁵	-	s ₉	-	s ₉	-	-	s ₉	-	s ₉	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-
a ₁	p ₅	S ⁵	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₁	p ₆	S ³	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₁	p ₇	S ⁷	-	s ₁₂	-	s ₁₀	s ₁₂	-	s ₁₀	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₁	p ₈	S ⁷	-	s ₆	-	s ₈	-	-	s ₈	-	-	-	-	-	-	s ₈	s ₈	-	-	-	-
a ₁	p ₉	S ⁷	-	s ₈	s ₁₂	s ₁₀	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₁	S ⁵	s ₉	s ₆	-	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₂	p ₂	S ³	s ₆	-	s ₀	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	s ₁₂	-	-	-
a ₂	p ₃	S ⁵	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₂	p ₄	S ⁷	-	s ₁₀	-	s ₁₂	s ₈	-	s ₈	-	-	-	-	-	-	-	s ₄	-	-	-	-
a ₂	p ₅	S ⁵	-	-	s ₉	s ₁₂	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-	s ₃	s ₃	-	-	-
a ₂	p ₆	S ⁵	-	s ₉	s ₆	s ₁₂	s ₆	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₇	S ⁷	-	s ₁₂	s ₁₂	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₁₀	-	-	-	s ₄	-
a ₂	p ₈	S ⁷	s ₈	s ₁₀	-	s ₁₂	-	-	s ₈	-	-	-	-	-	-	s ₈	-	-	-	-	-
a ₂	p ₉	S ⁵	s ₉	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	s ₉	-	-	-	s ₉	-
a ₂	p ₁₀	S ³	s ₁₂	-	s ₆	s ₆	-	-	s ₆	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-
a ₂	p ₁₁	S ⁵	s ₁₂	s ₉	-	s ₉	-	-	s ₁₂	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₁₂	S ⁷	-	-	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₁₀	-	-	-	s ₂	-
a ₂	p ₁₃	S ⁵	-	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	s ₉	-	-	s ₃	-
a ₂	p ₁₄	S ⁷	s ₈	-	-	s ₁₀	-	-	-	-	s ₈	-	-	-	-	s ₈	-	s ₁₂	-	-	-
a ₂	p ₁₅	S ⁵	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₁₆	S ⁵	s ₉	-	s ₆	s ₁₂	-	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₂	p ₁₇	S ⁵	s ₆	-	-	s ₁₂	-	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	-	-	s ₃	-
a ₂	p ₁₈	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	-	-	s ₉	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	s ₆	-
a ₂	p ₁₉	S ³	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₂	p ₂₀	S ⁵	-	s ₁₂	s ₉	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₂	p ₂₁	S ⁵	s ₉	-	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-
a ₂	p ₂₂	S ⁵	s ₃	-	-	s ₉	-	-	-	s ₆	s ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	-
a ₂	p ₂₃	S ⁵	s ₉	-	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₁	-
a ₂	p ₂₄	S ³	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-
a ₂	p ₂₅	S ⁵	-	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	s ₁₂	s ₉	-	-	-	-	-
a ₂	p ₂₆	S ⁵	s ₃	s ₃	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₂	p ₂₇	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₉	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	s ₁₂	-	-	-	s ₀	-
a ₂	p ₂₈	S ⁷	-	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	s ₁₀	s ₁₀	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₂₉	S ⁵	-	s ₆	-	s ₁₂	-	-	s ₉	-	s ₉	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-
a ₂	p ₃₀	S ⁷	s ₁₀	s ₁₂	s ₁₂	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₂	p ₃₁	S ⁷	-	-	-	s ₈	-	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	s ₆	s ₁₂	-	-	-	s ₂	-
a ₂	p ₃₂	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₆	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₀
a ₂	p ₃₃	S ³	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-
a ₃	p ₁	S ⁵	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₃	p ₂	S ⁵	-	s ₃	-	-	s ₆	-	s ₉	-	-	-	-	-	-	s ₉	s ₁₂	-	-	-	-
a ₃	p ₃	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₉	-	s ₉	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₃	p ₄	S ⁷	-	s ₁₀	-	s ₁₀	s ₁₂	-	s ₁₀	-	s ₁₀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₃	p ₅	S ⁵	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₃	p ₆	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₃	p ₇	S ⁵	s ₁₂	s ₁₂	s ₁₂	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₃	p ₈	S ⁵	-	-	-	s ₉	s ₉	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₀	-	-	-	-	-
a ₃	p ₉	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-
a ₃	p ₁₀	S ⁵	-	s ₆	-	s ₉	-	-	s ₆	-	s ₉	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-
a ₃	p ₁₁	S ⁷	s ₆	s ₁₀	-	s ₁₀	-	-	s ₆	-	-	-	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-
a ₃	p ₁₂	S ⁵	-	-	-	s ₁₂	s ₉	-	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-
a ₃	p ₁₃	S ⁵	-	s ₉	s ₁₂	s ₁₂	-	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	-
a ₃	p ₁₄	S ⁵	-	-	-	s ₉	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-	s ₀	s ₃	-	-	s ₃	-
a ₃	p ₁₅	S ⁵	s ₉	s ₆	-	s ₁₂	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₃	p ₁₆	S ⁵	-	s ₉	s ₆	s ₉	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-
a ₃	p ₁₇	S ⁷	-	s ₁₂	s ₁₀	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₃	p ₁₈	S ⁷	s ₁₀	-	s ₆	s ₁₂	-	-	-	s ₆	-	-	-	-	-	-	s ₁₂	-	-	-	-
a ₃	p ₁₉	S ⁵	s ₁₂	-	-	-	s ₁₂	-	s ₁₂	s ₁₂	-	-	-	-	-	s ₉	s ₁₂	-	-	-	-
a ₃	p ₂₀	S ⁷	-	s ₈	-	s ₁₀	s ₁₂	-	s ₁₀	s ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a ₃	p ₂₁	S ⁵	s ₁₂	s ₁₂	-	s ₁₂	-	-	-	s ₉	-	-	-	-	-	s ₃	-	-	-	-	-
W			33%	54%	24%	90%	37%	2%	73%	16%	33%	2%	2%	2%	11%	48%	27%	5%	2%	16%	2%

TABLE IV

VALORACIONES RECIBIDAS EN LAS CHARLAS TRAS LA UNIFICACIÓN A LA ESCALA S¹³. LOS PESOS CALCULADOS HACEN REFERENCIA AL NÚMERO DE VECES QUE SE USÓ UN CRITERIO.