

Modelo de toma de decisiones lingüística a gran escala aplicado a la evaluación de proyectos de ciencia ciudadana

Jeronimo Duran*[†],

Directores: Francisco Herrera*[†], Rosana Montes*[†]

*Universidad de Granada, España.

[†] Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence, DaSCI

jeronimoduran@correo.ugr.es

herrera@decsai.ugr.es rosana@ugr.es

Fecha de inicio: Febrero 2018

Abstract—La Ciencia Ciudadana incluye la participación de la ciudadanía en los procesos de un proyecto de investigación. Ésta nueva forma de hacer ciencia no puede evaluarse de la forma tradicional, ya que cuenta con diferentes aspectos que no son considerados en los modelos de evaluación tradicionales. Para poder evaluar proyectos de ciencia ciudadana se propone diseñar un modelo basado en la toma de decisiones lingüísticas a gran escala, por lo que se utilizarán expresiones lingüísticas y se incorporará el modelo de representación 2-tuplas para minimizar la pérdida de información en el proceso de toma de decisión, al contemplar a la ciudadanía se considera un gran número de participantes, siendo éste un problema que se puede resolver como Large Scale Group Decision Making.

I. INTRODUCCIÓN

La ciencia cívica [1] fue el primer concepto que incluía a ciudadanos, quienes de forma independiente o con ayuda de científicos diseñaban o implementaban proyectos científicos. La **Ciencia Ciudadana** (*Citizen Science - CS*)¹ es definida como toda aquella actividad de investigación científica en la que los ciudadanos participan de forma activa, contribuyendo con recursos propios y conocimiento en diversas etapas del proceso de investigación científica.

Es de gran importancia que un proyecto sea evaluado para medir su desempeño, cuantificar el alcance que ha tenido o identificar si ha cumplido o no con los objetivos propuestos. Al ser la ciudadanía un actor importante en la CS, debe estar involucrado en el proceso de evaluación. Se tiene documentación² con propuestas de planes de evaluación³ en donde se mencionan aquellos criterios, métricas e instrumentos de evaluación que se sugieren deben tomarse en cuenta al diseñar un plan de evaluación de un proyecto de CS.

La evaluación del un proyecto de CS puede ser abordado como un proceso de toma de decisiones, en donde un grupo de expertos junto con la ciudadanía, elegirán en que medida

un proyecto cumple con los indicadores de ciencia ciudadana. Existe una gran variedad de modelos para resolver problemas de toma de decisión [2] en donde su aplicación dependerá de la complejidad del problema, el número de individuos involucrados, los recursos que se tengan disponibles y el resultado que se espera. Al tener en cuenta a la ciudadanía, el número de involucrados en la evaluación es elevado, por lo que el modelo lingüístico de evaluación debe ser resuelto como un **Large Scale Group Decision Making (LSGDM)**.

En la actualidad, las redes sociales son los medios de comunicación más utilizados, por lo cual debe de aprovecharse su alcance como medio de difusión a gran escala [3]. Las redes sociales permiten recolección de datos [4] que después pueden ser analizados y representados mediante varios modelos, dichos modelos cuentan con formatos de salida que pueden ser incorporados al estudio o proceso de investigación.

II. HIPÓTESIS

La hipótesis que planteamos es comprobar que un modelo de evaluación basado en tomas de decisión lingüística a gran escala, centrado en la opinión de los ciudadanos y que incorpore datos de las redes sociales, permitirá determinar de una manera más óptima y desde el punto de vista de los ciudadanos, los objetivos de CS alcanzados.

Basándonos en un conjunto de criterios de evaluación [5], mostrados en la Tabla I, que pueden aplicarse durante la definición inicial del proyecto o en etapas finales, se generarán los indicadores que evaluarán los expertos, que en éste caso serán los ciudadanos; éstos criterios están agrupados en tres dimensiones principales que abarcan aspectos científicos, sociales y de la sociedad⁴.

Las actividades científicas son comúnmente evaluadas en las etapas de resultados y difusión, y dichas valoraciones

¹<http://ciencia-ciudadana.es/wp-content/uploads/2017/05/ObservatorioCC2017Webv2.pdf>

²<https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2018/01/guia-basica-proyectos-cultura-cientifica-revisada.pdf>

³http://societize.eu/sites/default/files/SOCIETIZE_D5.1.pdf

⁴FUENTE: The Challenge of Evaluation: An Open Framework for Evaluating Citizen Science Activities. DOI 10.17605/OSF.IO/ENZC9 con licencia abierta CC-BY Attribution 4.0 International. De Barbara Kieslinger, Teresa Schäfer, Florian Heigl, Daniel Dörler, Anett Richter y Aletta Bonn, 2017. Link: <https://osf.io/preprints/socarxiv/encz9>. Traducción y adaptación realizada por Ibercivis



DIMENSIONES	PROCESO Y VIABILIDAD	RESULTADOS E IMPACTOS
CIENTÍFICA	Objetivos científicos Datos y Sistemas Evaluación y adaptación Cooperación y sinergias	Publicaciones y conocimiento científico Nuevos campos y estructuras de investigación Nuevas fuentes de conocimiento
PUNTO DE VISTA DE LOS CIUDADANOS	Adecuación al grupo objetivo Grado de implicación Facilitación y comunicación Colaboración y sinergia	Conocimiento y actitudes Comportamiento y propiedad Motivación y compromiso
SOCIAL-AMBIENTAL-ECONÓMICA	Adecuación al grupo objetivo Implicación activa Colaboración y sinergias	impacto social impacto ambiental Mayor potencial de innovación

TABLE I

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA.

son realizadas por expertos o por organismos financiadores. En éstos modelos tradicionales no se tiene contemplada la participación ciudadana. La propuesta se centra en la opinión de los ciudadanos, y sus valoraciones serán obtenidas mediante herramientas de evaluación o redes sociales.

Para la recolección de datos, se proponen las siguientes herramientas⁵: Cuestionarios, Entrevistas, Grupos focales y Observaciones. La elección y el uso de dichas herramientas, dependerá del grado de exploración que se necesita sobre el proyecto y/o el conocimiento previo que se tiene del mismo. En nuestro caso nos centraremos en los cuestionarios, ya que será en ese instrumento en donde las respuestas serán representadas como etiquetas lingüísticas.

Los proyectos de CS difieren en algunos aspectos en sus procesos, con respecto a la forma tradicional de hacer ciencia. Al evaluar la ciencia tradicional, solo se toma en cuenta algunas de sus fases, y éstos indicadores suelen ser cuantitativos. En el modelo propuesto, el proceso de evaluación tratará de abarcar todas las fases del proyecto de CS, y los datos de entrada podrán ser cuantitativos, cualitativos o lingüísticos.

La **Computación con palabras (CW)** junto con la *lógica difusa* [6] han demostrado en diversos campos que proporcionan una gran mejora en el proceso de toma de decisiones [7], pues son utilizados para procesar computacionalmente el lenguaje natural. El modelo de evaluación propuesto utilizará las bondades de los modelos lingüísticos para recopilar la opinión de los ciudadanos y poder generar una valoración final expresada en lenguaje natural.

III. OBJETIVOS

El objetivo general es diseñar un modelo de evaluación, utilizando un esquema teórico de toma de decisiones multicriterio a gran escala, aplicado a proyectos de ciencia ciudadana y asistido por una herramienta que recolecte valoraciones sobre las actividades divulgativas del proyecto.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- 1) Definir una herramienta de evaluación que proporcione el estado actual del proyecto de CS en términos de valoraciones lingüísticas en cada una de sus fases, éstas valoraciones pueden ser antes, durante o al finalizar dichas fases.
- 2) Definir una aplicación para dispositivos móviles de la cual se obtengan las valoraciones proporcionadas por los ciudadanos sobre las actividades divulgativas del proyecto de CS.
- 3) Incorporar al modelo de evaluación datos de Twitter como canal de divulgación del proyecto de CS.

IV. METODOLOGÍA

La propuesta del modelo de evaluación basado en toma de decisiones lingüísticas, contempla su aplicación en un proyecto de ciencia ciudadana denominado **MonuMAI**, el cual consiste en un sistema automático que puede identificar los estilos arquitectónicos de monumentos históricos, apoyada de una aplicación móvil disponible, inicialmente, para los habitantes de la ciudad de Granada. Ésta evaluación incorpora la opinión de los habitantes de Granada como expertos.

El modelo de evaluación lingüístico propuesto consta de tres partes principales, éstas son: recolección de datos, procesamiento de la información y presentación de la información.

Durante el primer año del doctorado se hará un análisis de la bibliografía a utilizar y se diseñará un instrumento de evaluación acorde a las dimensiones y criterios propuestos en la Tabla I, éste instrumento puede ser aplicado en cualquiera de las fases del proyecto, éste proceso formará parte de la recolección de datos .

Una vez elaborado el conjunto de ítems, se diseñarán las escalas basadas en etiquetas lingüísticas, con ellas cada uno de los ítems serán evaluados por parte de los expertos. El instrumento puede ser validado por un conjunto de jueces [8] los cuales someterán a consenso la aceptación instrumento diseñado.

En el segundo y parte del tercer año del doctorado, se diseñará una aplicación (denominada APPlauso), y que pueda

⁵<https://www.fecyt.es/es/system/files/publications/attachments/2018/01/guia-basica-proyectos-cultura-cientifica-revisada.pdf>

ser usada por los habitantes de la ciudad de Granada involucrados en el proyecto, para recolectar la valoración que tienen los ciudadanos sobre eventos de divulgación. Para la valoración de los eventos de divulgación en la aplicación, se puede utilizar un modelo basado en evaluación parcial de criterios [9], es decir, que los criterios a evaluar pueden cambiar durante el evento de divulgación, ya que se toma en cuenta la preferencia de los asistentes sobre los criterios.

Se diseñara un modelo para recolección de datos de la red social Twitter, que servirá como canal bidireccional de comunicación entre los ciudadanos y los científicos. Cada una de las dimensiones generara datos cuantitativos y cualitativos, en algunos casos se incorporarán datos que se obtengan de Twitter y de la aplicación que se encargará de recopilar las valoraciones de los eventos de divulgación. La aplicación y el canal de comunicación en Twitter, pueden ser usados en conjunto o de forma separada en cualquiera de las fases del proyecto.

Se tiene un gran número de ciudadanos que emitirán su valoración sobre cada una de los criterios a evaluar, éste panorama sera afrontado como un LSGDM, en donde el proceso de consenso se realiza con grupos formados por un gran número de expertos, se tienen una variedad de modelos, los cuales cada uno tiene ciertas características, que dependiendo del escenario son las ventajas o desventajas que presentan [10], se aplicará un modelo de consenso cuyas característica se acoplen a las circunstancias que se generen con nuestros grupos de expertos, ya que se pueden tomar en cuenta las preocupaciones y satisfacciones de cada experto [11], o se pueden adecuar acorde a las necesidades que se nos vayan presentando como por ejemplo si se nos llegase a presentar una situación con *clusters* o grupos variables [12]

Se utilizarán los **Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets (HFLTS)** [13] para representar información lingüística con incertidumbre, y es compatible con la representación 2-tuplas, que nos ayudará a disminuir la pérdida de información en el proceso de toma de decisión.

Partiendo de la recolección de datos por medio de una herramienta de evaluación previamente definida y validada. Se unificarán para que tengan una representación común y puedan ser computados. Una vez realizado éste proceso se tendrá una base de datos homogénea de expresiones complejas con incertidumbre.

Para resolver el problema lingüístico con las expresiones complejas con incertidumbre surgidas de las evaluaciones de los expertos se realizarán las siguientes fases:

- 1) Fase de Unificación: Las expresiones lingüísticas generadas de la evaluación de los expertos serán expresados en términos de **HFLTS**.
- 2) Fase de Agregación: Se agregan dos operadores de agregación simbólica a las evaluaciones generando un intervalo lingüístico.
- 3) Fase de Explotación: Se crea una relación de preferencia entre las alternativas basado en el intervalo lingüístico del paso anterior. Se aplica un grado de elección para obtener la solución al problema de decisión.

La salida que se obtiene del modelo de representación **HFLTS** serán un conjunto de expresiones lingüísticas sin incertidumbre y con poca pérdida de información gracias a la incorporación de la representación 2-tuplas en el modelo, éste conjunto de expresiones dará lugar a un score lingüístico que formará parte de la valoración de un indicador.

Éstas valoraciones son proporcionadas por cada uno de los ciudadanos involucrados en el proceso de evaluación. Después se realizarán *clusters*, que agrupen a los ciudadanos con valoraciones similares.

Durante tercer año, se diseñará un formato de salida que contenga la evaluación final del proyecto de CS, los datos que se mostrarán incluirán los resultados obtenidos por la herramienta de evaluación validada, el análisis de los datos recopilados del canal de comunicación en la red social Twitter y las valoraciones obtenidas por medio de la aplicación APPlauso de los eventos de divulgación.

El desglose de los datos se podrán realizar por etapas, teniendo una valoración parcial de cada una de ellas, con esto los investigadores sabrán cual fue la evolución de la percepción de los ciudadanos a lo largo del proyecto.

Las valoraciones parciales y finales se expresarán en forma lingüística, para que los ciudadanos al acceder a esa información puedan interpretarla fácilmente.

V. RELEVANCIA

La ciencia debe estar al alcance de todos y aquellos proyectos que incluyan a la ciudadanía tiene una gran relevancia. las bondades que ofrecen los modelos de representación lingüísticos pueden aplicarse en la evaluación de proyectos de CS, pues permiten que los ciudadanos emitan su percepción expresado en lenguaje natural. El modelo que se propone puede extenderse a otras instancias, mas allá de la evaluación que el equipo de investigadores realiza en los proyectos a su cargo, es decir que instituciones financiadoras y órganos de gobierno puedan utilizar el modelo y adaptarlo a sus necesidades.

REFERENCES

- [1] F. Clark and D. L. Illman, "Dimensions of civic science: Introductory essay," *Science Communication*, vol. 23, no. 1, pp. 5–27, 2001.
- [2] A. Mardani, A. Jusoh, and E. K. Zavadskas, "Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications – two decades review from 1994 to 2014," *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 8, pp. 4126 – 4148, 2015.
- [3] C. Robson, M. Hearst, C. Kau, and J. Pierce, "Comparing the use of social networking and traditional media channels for promoting citizen science," 2013, pp. 1463–1468.
- [4] X. Hu and H. Liu, *Text analytics in social media*, 2012, vol. 9781461432234.
- [5] B. Kieslinger, T. Schäfer, F. Heigl, D. Dörler, A. Richter, and A. Bonn, "The challenge of evaluation: An open framework for evaluating citizen science activities," 2017.
- [6] L. Zadeh, "Fuzzy logic = computing with words," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 103–111, 1996.
- [7] F. Herrera, S. Alonso, F. Chiclana, and E. Herrera-Viedma, "Computing with words in decision making: Foundations, trends and prospects," *Fuzzy Optimization and Decision Making*, vol. 8, no. 4, pp. 337–364, 2009.



-
- [8] J. Morales, R. Montes, N. Zermeño, J. Duran, and F. Herrera, “The use of fuzzy linguistic information and fuzzy delphi method to validate by consensus a questionnaire in a blended-learning environment,” *Communications in Computer and Information Science*, vol. 855, pp. 137–149, 2018.
 - [9] 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.
 - [10] A. Labella, Y. Liu, R. Rodríguez, and L. Martínez, “Analyzing the performance of classical consensus models in large scale group decision making: A comparative study,” *Applied Soft Computing Journal*, vol. 67, pp. 677–690, 2018.
 - [11] H. Zhang, Y. Dong, and E. Herrera-Viedma, “Consensus building for the heterogeneous large-scale gdm with the individual concerns and satisfactions,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 26, no. 2, pp. 884–898, 2018.
 - [12] Z. Wu and J. Xu, “A consensus model for large-scale group decision making with hesitant fuzzy information and changeable clusters,” *Information Fusion*, vol. 41, pp. 217–231, 2018.
 - [13] R. M. Rodríguez, L. Martínez, and F. Herrera, “Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 109–119, 2012.