



# Modelo de evaluación de la usabilidad de entornos web basado en las metodologías de computing with words y design thinking. Caso de uso en entornos virtuales de aprendizaje

Noe Zermeño\*, Rosana Montes\* and Francisco Herrera\*

\*Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence, DaSCI

Universidad de Granada, Granada, Spain

Emails: nzermeno@correo.ugr.es, rosana@ugr.es, herrera@decsai.ugr.es

**Abstract**—Con el incremento en el uso de internet, diversos servicios están haciendo uso de la nube, tal es el caso de la difusión de información, contratación o venta de productos y servicios, además de plataformas de gestión para el aprendizaje en línea. Es necesario crear sistemas informáticos que garanticen el acceso total del contenido digital para cubrir las necesidades del colectivo de personas, independientemente de las capacidades o discapacidades con las que ellas cuenten. La evaluación de los sistemas informáticos mediante estándares dictados por el *World Wide Web Consortium (W3C)* implica la selección de una herramienta de validación del nivel de accesibilidad. Al existir una vasta cantidad de herramientas se debe considerar aquella que satisfaga un conjunto de criterios determinados por los administradores de los *Learning Management System (LMS)*, esto para garantizar el acceso a la información. Así mismo, la usabilidad se puede evaluar a través de técnicas que midan la interacción persona-ordenador (HCI, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, se incorpora *Design Thinking* que es una disciplina que centra las necesidades del usuario en el diseño del sistema informático. Debido a que para los humanos es más sencillo ofrecer su opinión en lenguaje natural, se incorporan procesos de computación con palabras. La utilización de modelos de representación lingüística como *Intuitionistic Fuzzy Sets* y *2-Tuple Linguistic* permite la obtención y agregación de las opiniones, resultando una etiqueta lingüística con el grado de usabilidad y accesibilidad de sistema evaluado.

## I. INTRODUCCIÓN

Para poder evaluar los sistemas de información, es preciso utilizar alguna metodología como lo es la Interacción Persona-Ordenador (HCI, por sus siglas en inglés). HCI engloba cuatro disciplinas: el Graphic Interface User (GUI), el Interaction Design (IXD), la Usabilidad y Experiencia del Usuario (UX, por sus siglas en inglés).

Derivado de GUI, se encuentra *Design Thinking (DT)*. DT es una disciplina usada actualmente para procesos de innovación y emprendimiento debido a que centra su eficacia en entender y solucionar a las necesidades de los usuarios. Además DT incorpora UX, que evalúa la percepción positiva o negativa entre la interacción de los usuarios con determinados servicios, productos o dispositivos [1].

Se evalúa la usabilidad del sistema software, que es la medida en la que el sistema se puede usar por determinados

usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado [2]. Determinar en qué medida un sistema informático como las páginas web o los *Learning Management System (LMS)* son usables se ha convertido en prioritario para empresas, por lo que la evaluación de los sistemas debe centrarse principalmente en las necesidades de los usuarios en términos de usabilidad y accesibilidad.

Puesto que la usabilidad abarca la accesibilidad, nos interesa evaluar la primera. Existen diversas técnicas para la evaluación de la usabilidad, entre este conjunto se hace uso de: (1) Indagación (*Checklist*), (2) Inspección (*FocusGroup*, *Questionarios*) y (3) Test (*Medidas de Rendimiento*). Cabe destacar que la técnica más utilizada actualmente como instrumento de recogida de datos, por coste y facilidad, son los cuestionarios. Además existen instrumentos estándares en la evaluación de la satisfacción del usuario tales como: *Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS)* [3], *Software Usability Measurement Inventory (SUMI)* [4], *Website Analysis and Measurement Inventory (WAMMI) Questionnaire* [5], *Scale Usability System (SUS)* [6] y *Net Promoter Score (NPS)* [7].

Los atributos de la usabilidad tales como: aprendizaje, eficiencia, memorabilidad, manejo de errores y satisfacción, se enfocan en las apreciaciones de tienen los usuarios ante los sistemas, por lo tanto se requiere de instrumentos específicos que recolecten opiniones subjetivas y/o lingüísticas.

## II. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Existen trabajos que evalúan la usabilidad de los sistemas de información desde diferentes dimensiones [8], [9]. Las evaluaciones se realizarán a través de escalas binarias y Likert.

Nuestra propuesta parte del supuesto de la mejora en la interpretabilidad de las opiniones sobre la evaluación de la usabilidad de los sistemas web mediante la toma de decisiones utilizando procesos de Computing with Words y modelos lingüísticos.

Existen otros instrumentos basados en enfoques lingüísticos tales como Computing with Words (CW) [10]–[12] que permiten la evaluación de las opiniones de los usuarios por medio

de procesos CW. Al hacer uso de parabras o expresiones lingüísticas compuestas, permiten expresar información vaga e imprecisa con mayor flexibilidad que los números [13]. El uso de enfoques lingüísticos es ampliamente usado en modelos de decisión que se asemejan al de la naturaleza humana y que facilitan el proceso de toma de decisiones. *Multi Expert Multi Criteria Linguistic Decision Making* (MEMCLDM), puede ser empleado para evaluar un conjunto de alternativas con diversos criterios utilizando variables lingüísticas [14]–[17].

Para evaluar la usabilidad hay que conocer las necesidades de todos los usuarios (Diseño Universal del Aprendizaje/DT). Además se debe considerar qué tareas producen emociones negativas y por tanto valoraciones pobres de la usabilidad. Dilucidar la usabilidad de un LMS se hace con el fin de mejorar el sistema, o simplemente de obtener un ranking de LMS. Por ejemplo un A/B testing que emplee el modelo propuesto puede conocer si la activación de un plugin mejora o empeora la usabilidad del sitio atendiendo a la opinión de sus propios usuarios.

### III. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar un modelo lingüístico de toma de decisiones para la evaluación de la usabilidad con soporte en software con licencia libre. Su aplicación facilitará procesos de evaluación de la usabilidad y accesibilidad de Moodle 2.x y 3.x, por medio de información cualitativa y cuantitativa en contextos heterogéneos.

#### 1) *Objetivos específicos:*

- 1) Determinar los factores de accesibilidad de sistema web.
- 2) Resolver el problema MEMCLDM mediante procesos de CW al combinar técnicas de inspección, indagación, test para la evaluación de usabilidad y evaluación del nivel de accesibilidad.
- 3) Desarrollar un software que aplique el modelo lingüístico de evaluación de usabilidad y accesibilidad en Moodle 2.x y 3.x.

### IV. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

La presente investigación aborda problema MEMCLDM a través de un enfoque de CW. El análisis y desarrollo se hace mediante DT y la representación lingüística de 2-tuplas para la resolución del MEMCLDM con información vaga e imprecisa mediante etiquetas lingüísticas.

Esta investigación cuenta con un enfoque mixto:

- **Cualitativo:** datos resultantes de test usabilidad, NPS y evaluación de accesibilidad web.
- **Cuantitativo:** obtenidos a través de Checklist que se aplican a Focus Group y cuestionario SUS.

La metodología se inicia con un análisis teórico–metodológico de los proyectos de investigación sobre evaluaciones de usabilidad en las bases de datos principales (Scopus y Web of Science). Se analizan y discriminan las investigaciones sobre usabilidad y accesibilidad en sistemas web y se acotan los resultados a aquellos que trabajan con problemas multicriterio.

- **Fase Comprender, Observar:** Esta fase se realiza con la utilización de la técnica Focus Group en la Universidad de Guadalajara (UdG) en Guadalajara, Jalisco, México, donde la actividad es mediante la realización de actividades en Moodle<sup>1</sup> definidas en un primer Checklist. Estas actividades serán realizadas por diferentes tipos de usuarios lo cuales se diversifican desde la técnica role playing. Para medir la tasa de éxito, pensamientos y satisfacción de los usuarios ante la realización de estas actividades se usan técnicas tales como:

- 1) *Feedback Capture Grid (FCG):* Se utiliza para facilitar la captura en tiempo real de la retroalimentación de cada momento en los que se anticipa la interacción entre el presentador y el crítico. Ayuda a ser sistemático sobre la retroalimentación, y más intencional sobre la captura de pensamientos en los cuatro diferentes sectores.
- 2) *Customer Journey Map (CJM):* Es una herramienta de DT que nos permite mostrar en un mapa cada una de las fases, interacciones, vías y elementos por los que pasa el usuario de un punto a otro de la actividad.

Se considera la técnica de rol playing involucrando 3 dados: (1) características con las que cuentan los usuarios que hacen uso de los LMS; (2) necesidades para acceder correcta y totalmente a la información y (3) emociones en el que el usuario se encuentra al momento de utilizar un sistema, con la finalidad de abarcar una diversidad de usuarios formando una 4-tupla (tipo, necesidad, emoción, valoración).

- **Fase Definir:** En esta fase se determina la herramienta de evaluación de accesibilidad a través de valoraciones de expertos utilizando procesos de CW y Conjuntos Intuicionistas Difusos (IFS, por sus siglas en inglés) propuestos por Atanassov en 1986 [18]. Estas herramienta de evaluación de accesibilidad web se valoran a través de nueve criterios: (1) Facilidad de aprendizaje, (2) Ámbito de aplicación, (3) Evaluación de elementos de visualización, (4) Nivel de accesibilidad, (5) Precisión, (6) Evaluación CSS, (7) Informes, (8) Intuitividad y, (9) Salida estandarizada. Para la consideración de un formato de salida estandar, se tienen cuenta tres finalidades:

- 1) Obtener de manera automática el nivel de accesibilidad web (A, AA, AAA) del LMS en un campo de texto.
- 2) Enlistar los criterios que faltan para lograr con satisfacción el nivel superior consecutivo de accesibilidad
- 3) Calcular el promedio entre 0 y 100 del nivel de accesibilidad web del LMS.

- **Fase Idear:** En esta fase se realiza el análisis de lo que se observó en el Focus Group. Se cuenta con información de diferente índole. Para concretizar las ideas obtenidas se usa una herramienta llamada *Point of View* la cual sintetiza en una frase lo que realmente necesita el usuario y porque lo necesita. Posteriormente con la información

<sup>1</sup>[www.moodle.cunorte.udg.mx](http://www.moodle.cunorte.udg.mx)



se define el MEMCLDM problem y se selecciona las métricas que serán utilizadas para su solución.

El uso de técnicas tales como *Test usabilidad*, cuestionarios (SUS, NPS, Instrumento 1) y un *Checklist* resultante de la observación del *Focus Group*. Al finalizar se procede al diseño del modelo lingüístico. La finalidad es resolver un problema MEMCLDM el cual recibe como entradas las valoraciones de los criterios definidos en la etapa anterior.

- **Fase Prototipar:** En esta fase ya se encuentra definido el modelo lingüístico y se desarrolla un prototipo para la evaluación de la usabilidad y accesibilidad web. Este prototipo es un sistema web que debe ser usable y accesible en sí mismo.
- **Fase Testear:** En esta fase se realiza la evaluación de la usabilidad y accesibilidad mediante el sistema desarrollado. El Checklist se diseñó con los resultados de la aplicación en el primer Focus Group. En esta etapa se utilizan dos Focus Groups, el primero en el Centro Universitario del Norte de la UdG (México) y el segundo en usuarios de la Universidad de Granada (UGR, España) mediante la plataforma LMS Prado. La evaluación de las opiniones emitidas por los expertos en usabilidad se hace a través de la representación lingüística de 2-tuplas introducida por Herrera [19]. La utilización de *A/B testing* en esta fase se considera importante. La evaluación de los usuarios en la interfaz gráfica mediante esta herramienta da como resultado que el sistema sea de un nivel adecuado. La aplicación de la encuesta SUS, NPS e II en esta etapa describe la satisfacción de los usuarios en el sistema de evaluación. En caso de que los resultados no sean favorables, se realiza un proceso iterativo en esta fase hasta lograr un resultado positivo.
- **Fase Implementación:** En esta fase el sistema de evaluación tiene resultados positivos y es usable y accesible en sí mismo. Se implementa en plataformas LMS de Moodle versión 2.x y 3.x siguiendo los lineamientos que Moodle.org detalla para el desarrollo de módulos.

## V. RELEVANCIA

Los puntos a destacar del presente trabajo de investigación son los siguientes:

- 1) Permitirá mejorar la evaluación de la usabilidad de los sistemas informáticos mediante la incorporación de Modelos Lingüísticos para la gestión eficaz de la información cualitativa. Los Modelos Lingüísticos utilizan un lenguaje aproximado al razonamiento de las personas para ayudar en la toma de decisiones del evaluador, debido a que es posible que el evaluador no esté seguro de su valoración, o es difícil hacer valoraciones precisas o cualitativas.
- 2) Este proyecto de investigación basado en DT pone al usuario en el centro del diseño, lo que permite captar en mayor medida las necesidades de todo usuario del LMS.
- 3) Se contemplan las diferentes emociones que tienen los usuarios para identificar puntualmente las actividades que

desatan emociones negativas. Debido a este tipo de emociones, se evalúa negativamente la usabilidad de los sistemas informáticos.

- 4) Se desarrollará un complemento (*plugin*) con licencia libre para el LMS Moodle. Este complemento incorporará: valoración de usabilidad y un método automático para evaluación de la accesibilidad web con la finalidad de validar el acceso a la información a personas con diferentes discapacidades.
- 5) Por último, no es necesario un experto en usabilidad. El LSM es evaluado por el grupo de personas que utilizan los sistemas, por lo tanto se promueve una reducción significativa de costes.

## REFERENCES

- [1] W. Albert and T. Tullis, *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*, ser. Interactive Technologies. Elsevier Science, 2013.
- [2] J. Nielsen, "Usability metrics: Tracking interface improvements," *IEEE Softw.*, vol. 13, no. 6, pp. 12–13, Nov. 1996.
- [3] D. V. A. . N. K. L. Chin, J. P., *Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface*. New York: Association for Computing Machinery, 1988.
- [4] K. Jurek and C. Mary, "Sumi: the software usability measurement inventory," *British Journal of Educational Technology*, vol. 24, no. 3, pp. 210–212, 1993.
- [5] J. Kirakowski and B. Cierlik, "Measuring the usability of web sites," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 42, no. 4, pp. 424–428, 1998.
- [6] P. Jordan, B. Thomas, I. McClelland, and B. Weerdmeester, *Usability Evaluation In Industry*. Taylor & Francis, 1996.
- [7] R. Owen and L. Brooks, *Answering the Ultimate Question: How Net Promoter Can Transform Your Business*. Wiley, 2008.
- [8] J. M. Pearson and A. M. Pearson, "An exploratory study into determining the relative importance of key criteria in web usability: A multi-criteria approach," *Journal of Computer Information Systems*, vol. 48, no. 4, pp. 115–127, 2008.
- [9] M. M. Althobaiti and P. Mayhew, "Assessing the usability of learning management system: User experience study," in *E-Learning, E-Education, and Online Training*, G. Vincenti, A. Bucciero, and C. Vaz de Carvalho, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 9–18.
- [10] J. M. Mendel, L. A. Zadeh, E. Trillas, R. Yager, J. Lawry, H. Hagsras, and S. Guadarrama, "What computing with words means to me [discussion forum]," *IEEE Computational Intelligence Magazine*, vol. 5, no. 1, pp. 20–26, 2010.
- [11] S. H. Rubin, "Computing with words," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, vol. 29, no. 4, pp. 518–524, 1999.
- [12] L. A. Zadeh, "Fuzzy logic= computing with words," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 103–111, 1996.
- [13] —, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—i," *Information sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 199–249, 1975.
- [14] R. Montes, A. Sánchez, P. Villar, and F. Herrera, "A web tool to support decision making in the housing market using hesitant fuzzy linguistic term sets," *Applied Soft Computing*, vol. 35, pp. 949 – 957, 2015.
- [15] R. Montes, A. M. Sanchez, P. Villar, and F. Herrera, "Teranga go!: Carpooling collaborative consumption community with multi-criteria hesitant fuzzy linguistic term set opinions to build confidence and trust," *Applied Soft Computing*, vol. 67, pp. 941 – 952, 2018.
- [16] J. Morente-Molinera, G. Kou, I. Pérez, K. Samuylov, A. Selamat, and E. Herrera-Viedma, "A group decision making support system for the web: How to work in environments with a high number of participants and alternatives," *Applied Soft Computing*, vol. 68, pp. 191 – 201, 2018.
- [17] L. A. Zadeh, *Computing with words: Principal concepts and ideas*. Springer, 2012, vol. 277.
- [18] K. T. Atanassov, "Intuitionistic fuzzy sets," *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 87 – 96, 1986.



- [19] F. Herrera and L. Martinez, "A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 8, no. 6, pp. 746–752, Dec 2000.