



Modelo Lingüístico Difuso de Evaluación de la Calidad de la Formación Superior en Entornos Metodológicos de Flipped Classroom y M-learning

Doctorando: Jeovani M. Morales Nieto, Directores: Francisco Herrera and Rosana Montes
Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence, DaSCI.
Universidad de Granada
 Granada, España

Email: jeovani@correo.ugr.es, herrera@decsai.ugr.es, rosana@ugr.es

Abstract—En la educación actual la colaboración e interacción para el desarrollo de actividades mediante el uso de la tecnología y dispositivos móviles, así como la *satisfacción del estudiante* y la *comunicación virtual* estudiante-estudiante y estudiante-profesor que se genera al utilizar los dispositivos móviles como herramientas para la educación, son criterios que surgen al integrar metodologías educativas como *Flipped Classroom* (FC) y *M-learning* (ML). Estos criterios suelen utilizar métricas que por su naturaleza se representan mejor como información lingüística, por lo que este trabajo propone realizar un modelo lingüístico difuso para la toma de decisiones que permita evaluar la calidad de la formación superior en un entorno con metodologías combinadas, es decir un entorno FC-ML. Integra los criterios de interacción, colaboración, comunicación virtual y satisfacción del estudiante, denominados criterios FC-ML, a un Sistema de Garantía de Calidad Educativa (SGCE), desarrollado desde la perspectiva de un problema de toma de decisiones lingüísticas multi-experto multi-criterio con un enfoque en computación con palabras. Por otro lado, se propone el desarrollo de un chatbot de Telegram, denominado EDUtrack, que se conectará a un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) y servirá como medio de comunicación simple bidireccional para la recogida de datos y como apoyo a la evaluación de la calidad educativa.

Index Terms—Modelo Lingüístico Difuso, Grantía de Calidad Educativa, Flipped Classroom, M-Learning, Computing with Words, Evaluación de la Calidad educativa

I. ANTECEDENTES

El concepto de calidad educativa no es fácil de definir, pero en general es el resultado de la interacción entre docentes, estudiantes y los soportes institucionales¹. El objetivo de implementar un Sistema de Garantía de la Calidad Educativa (SGCE) es responder a los cambios educativos para mantener el aseguramiento de la calidad, al mismo tiempo que garantice las cualificaciones de los estudiantes y su experiencia en la educación haciendo hincapié en la creación de vías de aprendizaje flexible y la contemplación de nuevas modalidades de aprendizaje, tales como *b-learning*.

Así mismo, nuevas metodologías educativas permiten experiencias de aprendizaje, interactivas y colaborativas, entre

ellas: *Flipped Classroom* (FC) y *M-learning* (ML). FC y ML por separado han resuelto diversas necesidades de la educación actual y se han vuelto tendencia en la investigación educativa. Diversos estudios ofrecen evidencias de la efectividad de FC [1], [8] y ML [2], [12] haciendo principalmente una comparativa con el modelo educativo tradicional mediante datos cuantitativos y analizando solo la aceptación de las metodologías sin presentar un marco teórico estable para la evaluación calidad educativa.

Así como FC y ML por separado se han popularizado, la combinación de estas metodologías, es decir un entorno FC-ML, aún no ha sido muy explorado por la comunidad científica, conforme se acota la búsqueda a la combinación de estas metodologías y al aseguramiento de la calidad los resultados disminuyen considerablemente. Por lo tanto, el docente que busca integrar estas metodologías se enfrenta a un nuevo reto y a las carencias en cuanto a la metodología que debe aplicar, por la poca literatura existente hasta el momento.

En la literatura se han encontrado nuevas formas de evaluar la calidad educativa. Por un lado, favoreciendo la colaboración y la interacción entre estudiante-estudiante, estudiante-profesor y estudiante-contenido, conocidas como las interacciones de Moore [11]. Hadjileontiadou et al. [6], señala que algunos de los factores importantes para evaluar la colaboración y la interacción son: *la calidad de la colaboración (QoC)*, *el equilibrio de la actividad colaborativa (BCA)* y *la calidad de las interacciones (QoI)*.

Por otro lado, generando nuevas formas de comunicación virtual en comunidades de aprendizaje. El modelo teórico subyacente a la comunidad de aprendizaje es *Community of Inquiry* (CoI) [5]. Según este modelo, en la comunicación que tiene lugar en una comunidad virtual, siempre hay tres estilos de presencia: *presencia cognitiva*, *presencia social* y *presencia docente*.

Es importante señalar que, en este contexto, diversas métricas para evaluar estos criterios no son numéricas sino de naturaleza cualitativa o lingüística, por lo que tienden a ser vagos o de carácter difuso. *Computing with Words* (CW) es una metodología en la que las palabras se utilizan en lugar de los

¹<http://www.enqa.eu/>

números para la computación y el razonamiento [13]. Se ha utilizado como base computacional para resolver problemas de toma de decisión lingüística (LDM, por sus siglas en inglés) [10], este caso en particular se puede abordar como un problema MEMCLDM (*Multi-Expert Multi-Criteria Lingüistic Decision Making*). Multi-experto, donde cada estudiante es un experto, y multi-criterio, donde los criterios FC-ML, se evaluarán mediante la opinión o percepción de los estudiantes.

II. HIPÓTESIS DE PARTIDA

La tecnología por sí sola no genera ni provoca creación de conocimientos significativos, es la interacción que tienen los docentes y los estudiantes con la tecnología, así como las metodologías utilizadas para llevar a cabo las actividades correspondientes a los criterios FC-ML. En la literatura se puede encontrar investigaciones que consideran estos criterios como elementos importantes de la educación:

- Jackson [7] analiza diversas muestras de la presencia cognitiva, social y docente en una comunidad mediante diversas herramientas de comunicación.
- Ebrahimpour et al. [4] analiza las percepciones de los estudiantes para la implementación de redes sociales en los programas educativos, con resultados favorables, en particular con la herramienta Telegram.
- Hadjileontiadou et al. [6] describen algunos estudios donde señalan la importancia de la implementación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y la evaluación de la interacción y la colaboración mediante el uso de LMS en un entorno *b-learning* con implicaciones de lógica difusa.
- Cudney y Ezzell [3] resaltan las ventajas que aportan FC, ML, redes sociales, aprendizajes colaborativos y el aprendizaje autodirigido a la evaluación de la educación.

Sin embargo, cada uno de estos estudios abordan los criterios por separado, y en su mayoría con una perspectiva no lingüística. La pregunta que se pretende resolver con esta investigación y con que se definen los objetivos a desarrollar es:

¿Se puede usar un modelo lingüístico difuso para evaluar una experiencia educativa cuando se está aplicando un entorno FC-ML?

III. OBJETIVOS

El objetivo general de esta investigación es desarrollar un modelo lingüístico difuso de evaluación de la calidad educativa en un entorno FC-ML que integre los criterios FC-ML en un modelo SGCE para una mejor experiencia educativa. De este objetivo se desprenden 4 objetivos específicos:

- 1) Adaptar o Extender un modelo SGCE para incorporar nuevas métricas, (véase Fig. 1).
- 2) Definir la evaluación de la calidad superior como un problema MEMCLDM.
- 3) Desarrollar una herramienta denominada EDUtrack, que facilite la implementación del modelo, automatizando la extracción de datos de las fuentes del modelo lingüístico.

- 4) Dotar a EDUtrack de un sistema de detección de estudiantes de fracaso escolar como método de prevención temprana.

MÉTRICAS DE ENTRADA PARA EL MODELO LINGÜÍSTICO			
Entrada	Métrica	Abreviación	Naturaleza
QoI	Núm. de interacciones Estudiante-Estudiante.	(Chat-Est-Est)	Numérica
	Calidad de la interacción Estudiante-Estudiante.	(Cld-Est-Est)	Lingüística
	Núm. de interacciones Estudiante-Profesor.	(Chat-Est-Prof)	Numérica
	Calidad de la interacción Estudiante-Profesor.	(Cld-Est-Prof)	Lingüística
	Núm. de interacciones Estudiante-Contenido.	(Int-Moodle)	Numérica
	Calidad de la interacción Estudiante-Contenido.	(Cld-Est-Cont)	Lingüística
CoI	Cuestionario para comunicación virtual.	(Q-CV)	Lingüística
	Cuestionario para satisfacción del estudiante.	(Q-SE)	Lingüística
QoC	Autopercepción de la evaluación	(Auto-Eva)	Lingüística
	Evaluación de pares por capsula.	(Eva-Par)	Lingüística
BCA	Media colaborativa de cada planeta en cada métrica de QoC.	(BCA-Planeta)	Lingüística
SRF	Inverso de Calificaciones	(Inv-Cal)	Numérica
	Asistencia de actividades mediante Prado	(Ast-Act-Prado)	Numérica
	Valuación temporal de QoC	(QoC-Tmp)	Lingüística
	Valuación Temporal BCA por planeta.	(BCA-Tmp)	Numérica
	Valuación temporal QoI	(QoI-Tmp)	Lingüística

Fig. 1. Métricas de los criterios FC-ML, para un entorno FC-ML. *QoI*: Calidad de la Interacción, *CoI*: *Community of Inquiry*, *QoC*: Calidad de la Colaboración, *BCA*: Equilibrio de la Actividad colaborativa, *SRF*: *Score Risk Factor*.

IV. METODOLOGÍA

La propuesta se desarrolla en un entorno FC-ML, el cuál combina las características de las metodologías *Flipped Classroom* y *M-Learning*. FC proporciona las bases para que los estudiantes puedan conceptualizar el conocimiento previo a la clase, entregando contenidos y recursos educativos a los estudiantes mediante el uso de las TIC, permitiendo la interacción estudiante-contenido y mejorando así el aprovechamiento del tiempo en el aula. Por su parte ML, aprovecha las bondades de los dispositivos móviles y sus aplicaciones, como Telegram, que es una aplicación de mensajería instantánea, permitiendo tener un mayor acercamiento a los estudiantes gracias a la interacción, colaboración y comunicación virtual que genera entre estudiante-estudiante, y estudiante-profesor. Combinadas permiten del desarrollo de actividades tanto síncronas como



asíncronas junto con el docente, tanto dentro como fuera del aula, véase Fig. 3.

Se abordará como un problema MEMCLDM (varios expertos, estudiantes y varios criterios, los criterios FC-ML), el cuál puede ser explorado mediante CW, asistido por el modelo Personalized Individual Semantics (PIS) [9] y con una representación lingüística 2-tuplas permitiendo resolver problemas LDM de la misma manera que lo hacen los humanos, tratando con información imprecisa, como mediciones inexactas o conocimiento experto disponible en forma de descripciones verbales. Se desarrolla en 5 fases de las cuales las dos primeras ya se realizaron y actualmente se está iniciando la fase 3:

- 1) **Análisis teórico–metodológico:** Se realizó una revisión de la literatura sobre los modelos y metodologías planteadas, usando bases de datos relevantes (*Scopus* y *Web of Science*). Los resultados indican que tanto FC como ML por separado son una tendencia en la investigación educativa, pero combinadas, disminuyen drásticamente los resultados, véase Fig. 2, detectando así una necesidad de investigación en esta área.

CRITERIOS DE BÚSQUEDA	2012	2014	2016	2018	Total
	2013	2015	2017		
<i>Flipped Classroom & Education</i>	87	700	1273	103	2,163
<i>M-Learning & Education</i>	1122	1606	1595	119	4,442
<i>Flipped Classroom & Education & Evaluation</i>	9	101	156	18	284
<i>M-Learning & Education & Evaluation</i>	124	203	179	15	521
<i>Flipped Classroom & Education & Quality Assurance</i>	0	2	2	2	6
<i>M-Learning & Education & Quality Assurance</i>	8	9	6	1	24
<i>Flipped Classroom & M-Learning & Education</i>	0	9	19	1	29
<i>Flipped Classroom & M-Learning & Education & Evaluation</i>	0	3	0	0	3
<i>(B-learning OR Flipped Classroom OR M-Learning) AND Quality Assurance</i>	3	4	2	0	9
<i>Computing with Words AND (Flipped Classroom OR M-Learning)</i>	5	1	1	0	7
<i>Flipped Classroom & M-Learning & Education & Quality Assurance</i>	0	0	0	0	0

Fig. 2. Revisión de la literatura actual para *Flipped Classroom*, *m-learning* y garantía de la calidad.

- 2) **Evaluación preliminar:** Se realizó un primer caso de estudio sin el modelo lingüístico para recogida de datos, en la asignatura de Fundamentos del Software (FS1718) de 1er semestre de Ingeniería en la Universidad de Granada (UGR) en un entorno FC-ML asistido mediante las TIC a través de Prado2². Se dividió la asignatura en pequeños grupos denominados planetas de no más de

²Plataforma LMS de la UGR basada en Moodle: <https://prado.ugr.es/moodle/>

10 integrantes y se trabaja con diversas actividades y recursos, véase Fig. 4:

- **Cápsulas:** Consisten en una serie de videos, recursos y una o varias actividades relacionadas a la temática.
- **Meetings:** Reuniones de 30 min aproximadamente en tiempo real con el profesor a través de Telegram.
- **Chats Colaborativos:** Fuera de los meetings el chat será libre para la colaboración entre los estudiantes y la resolución de dudas entre compañeros.
- **Clases magistrales:** Clases presenciales en donde se profundizarán las temáticas con actividades interactivas y colaborativas.

A la par se realizó la validación por juicio de expertos bajo consenso del instrumento de evaluación de comunicación virtual y satisfacción del estudiante en base al modelo *CoI* mediante números difusos.



Fig. 3. Un entorno FC-ML permite el desarrollo de actividades síncronas como asíncronas tanto dentro como fuera del aula.

- 3) **Adaptación del modelo lingüístico:** Se adecua un modelo SGCE, con la finalidad de integrar las métricas de los criterios FC-ML, a la evaluación de la calidad de una experiencia educativa FC-ML en un contexto de Educación Superior. Estas métricas por su naturaleza en su mayoría son lingüísticas por lo que se procesaran mediante CW utilizando un modelo de representación lingüística de 2-tuplas y el modelo de Semántica Individual Personalizada (PIS, por su siglas en inglés).
- 4) **Diseño del modelo y de EDUtrack:** Se procede al diseño del modelo lingüístico, véase Fig. 4, implementado mediante EDUtrack para resolver un problema MEMCLDM el cual recibirá como entradas las valoraciones de los criterios FC-ML proporcionadas por Prado2 y Telegram, junto con los resultados del cuestionario de evaluación de comunicación virtual y la satisfacción del estudiante.

Score-Risk-Factor (SRF) y *Score-Risk-Students* (SRS), son métricas que se solicitan mediante EDUtrack, la primera es solicitada por cada alumno e informa del riesgo de fracaso académico, mientras que la segunda es solicitada por el docente para conocer a aquellos estudiantes en riesgo dentro del grupo.

Tras el procesamiento se obtendrán 5 valoraciones de salida que permitirán tomar decisiones de forma in-

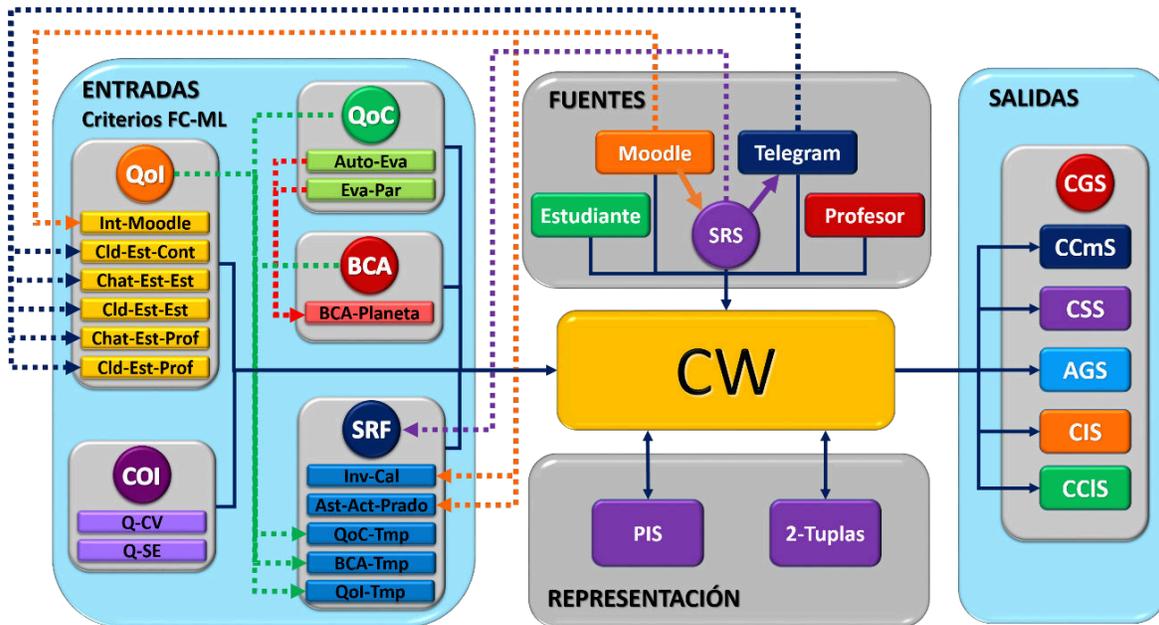


Fig. 4. Modelo Lingüístico para la evaluación de la calidad de la formación superior en un entorno *Flipped Classroom* y *M-learning*.

dependiente para cada criterio: *Average Group Score* (AGS), *Course Interaction Score* (CIS), *Course Satisfaction Score* (CSS), *Course Collaboration Score* (CCIS) y *Course Communication Score* (CCmS). Además, se complementarán para convertirse en el *Course Global Score* (CGS), que indicara el estado general de la experiencia educativa.

- 5) **Implementación y validación:** Se implementa el modelo lingüístico integrando EDUtrack en un segundo caso de estudio para recolección y procesamiento de datos dentro de la misma asignatura, con la misma docente y el mismo entorno FC-ML (FS1819). Como resultado se podrá evaluar los 2 cursos y detectar desviaciones positivas o negativas en el score. Se analizarán los resultados para determinar que recursos y actividades son las que requieren ser modificadas, así como aquellas que suman a la evaluación de la calidad educativa. Con esto se pretende tomar decisiones que ayuden a mejorar la calidad educativa cada ciclo escolar.

V. RELEVANCIA

Es importante analizar la calidad de la educación no solo desde la perspectiva del desempeño académico, sino que se debe de tomar en cuenta la percepción del estudiante. Por lo tanto, este documento considera al mismo estudiante como experto evaluador para evaluar su propia experiencia de aprendizaje. Además, se propone el desarrollo de un modelo que permita modelar las percepciones de los estudiantes de los criterios FC-ML desde una perspectiva MEMCLDM para integrarlos a un SGCE utilizando un lenguaje natural y comprensible que pueda ser procesado fácilmente mediante la computación con palabras.

Con base en lo anterior, esta investigación aportará a la literatura una base para investigaciones futuras en:

- Evaluación de la calidad educativa en entornos FC-ML.
- Integración de los criterios FC-ML para evaluar la calidad educativa superior.
- El uso de modelos lingüísticos difusos para la evaluación de la calidad de la educación superior, mediante CW, como un problema MEMCLDM.

EDUtrack por su parte, utiliza un modelo de comunicación simple pero muy potente, que gracias al uso cotidiano de aplicaciones móviles como Telegram por parte de los estudiantes, se puede implementar de una forma fácil y cómoda.

Cabe destacar que esta propuesta no solo se adecua exclusivamente a entornos FC-ML, puesto que al ser modulares los elementos de entrada se puede evaluar únicamente aquellos que sean útiles en la modalidad y metodología requerida.

REFERENCES

- [1] Bishop, J.L., Verleger, M.A., et al.: The flipped classroom: A survey of the research. In: ASEE national conference proceedings, Atlanta, GA. vol. 30-9, pp. 1–18 (2013)
- [2] Crompton, H., Burke, D.: The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education* **123**, 53–64 (2018)
- [3] Cudney, E., Ezzell, J.: A systematic review of technological advancements to enhance learning. In: ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. vol. 122 (2015)
- [4] Ebrahimipour, A., Rajabali, F., Yazdanfar, F., Azarbad, R., Nodeh, M.R., Siamian, H., Vahedi, M.: Social network sites as educational factors. *Acta Informatica Medica* **24**(2), 134 (2016)
- [5] Garrison, D.R., Anderson, T., Archer, W.: Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The internet and higher education* **2**(2-3), 87–105 (1999)
- [6] Hadjileontiadou, S.J., Dias, S.B., Diniz, J.A., Hadjileontiadis, L.J.: Fuzzy logic-based modeling in collaborative and blended learning. *Information Science Reference* (2015)



-
- [7] Jackson, T.L.: The relationship between student perceptions of satisfaction of social, teaching, and cognitive presence with asynchronous communication tools for online learning in a region v community college. West Virginia University (2015)
 - [8] Karabulut-Ilgü, A., Jaramillo Chérrez, N., Jahren, C.T.: A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology* **49**(3), 398–411 (2018)
 - [9] Li, C.C., Dong, Y., Herrera, F., Herrera-Viedma, E., Martínez, L.: Personalized individual semantics in computing with words for supporting linguistic group decision making. *Information Fusion* **33**, 29–40 (2017)
 - [10] Martínez, L., Rodríguez, R., Herrera, F.: *The 2-tuple Linguistic Model: Computing with Words in Decision Making*. Springer International Publishing (2015)
 - [11] Moore, M.G.: Editorial: Three types of interaction. *American Journal of Distance Education* **3**(2), 1–7 (1989)
 - [12] Wei, Y., So, H.J.: A three-level evaluation framework for a systematic review of contextual mobile learning. In: *mLearn*. pp. 164–171 (2012)
 - [13] Zadeh, L.A.: Fuzzy logic= computing with words. *IEEE transactions on fuzzy systems* **4**(2), 103–111 (1996)