



# Detección del Fracaso Académico y Evaluación de la Práctica Docente mediante la Comunicación Automatizada con un Chatbot

Jeovani M. Morales, Rosana Montes y Francisco Herrera

Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence, DaSCI

Universidad de Granada, Granada, España

E-mails: jeovani@correo.ugr.es, rosana@ugr.es, herrera@decsai.ugr.es

**Resumen**—Este estudio contempla el uso de un modelo simple de comunicación automatizada a través de un chatbot de Telegram, denominado EDUtrack, que se conecta a Moodle, un Sistema de Gestión del Aprendizaje. Está pensado para docentes interesados en evaluar sus clases de alguna manera, así como mantener informados a sus estudiantes sobre su rendimiento académico. EDUtrack define dos perfiles de usuario, estudiante y docente, que a través del uso de comandos interactúan con el bot para obtener información específica. El estudiante será informado de su Factor de Riesgo Académico si se encuentra en riesgo de suspender la asignatura. Al mismo tiempo permitirá recoger la percepción de los estudiantes sobre la satisfacción de la práctica docente a través del uso de información lingüística. El perfil de docente por su parte, podrá solicitar en cualquier momento el listado de los estudiantes con un Factor de Riesgo Académico crítico, así como revisar el resultado de la evaluación proporcionada por los estudiantes de su práctica docente.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Instituciones de Educación Superior (IES), están experimentando una constante evolución dirigida a la mejora de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, así como a proporcionar nuevas metodologías que permitan ofrecer una educación de calidad. El fracaso académico, ya sea por deserción o suspenso de una o varias asignaturas, es un problema recurrente en la educación actual. Según los informes de Eurostat 2016<sup>1</sup> la proporción de personas con abandono escolar en la Unión Europea se encuentra en un 10.7%, mientras que España ocupa el segundo puesto de mayor abandono con un 19%. Actualmente con la integración de las tecnologías de la información (TIC), los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés), surge una gran cantidad de información sobre el estudiante. Esta información puede ser tratada para identificar comportamientos en los estudiantes, así como la detección de aquellos que se encuentren en riesgo de fracaso académico.

Frente a esta situación, un profesor comprometido con la provisión de un ambiente de educación de calidad se cuestiona la razón del fracaso de sus alumnos. ¿Es el profesor quién no cubre las necesidades de los estudiantes o es el mismo estudiante quien es responsable de su fracaso?

En esta comunicación se proponen dos métricas que pueden ayudar a clarificar este interrogante, el cálculo del Factor de Riesgo Académico (*FRA*), y la Evaluación de la Práctica Docente (*EPD*). *FRA* es un indicador que proporciona información sobre el rendimiento académico de un estudiante y determina la situación en la que se encuentra su factor de riesgo: ninguno, bajo, moderado, crítico, muy crítico o irrecuperable. Actualmente existen dos campos de investigación dedicados al análisis de estos datos: Educational Data Mining (EDM) [1] y Learning Analytics (LA) [2], los cuales han sido utilizados en diversos estudios que abordan la predicción o detección temprana de estudiantes en riesgo de fracaso académico [3, 4] y detección y reducción del abandono escolar [5, 6]. En estos ámbitos de trabajo los resultados pueden no ser fáciles de interpretar cuando no se tiene experiencia en minería de datos.

*EPD* es una métrica que se obtiene en base a la satisfacción de los estudiantes con respecto a este criterio. La satisfacción es un sentimiento subjetivo basado en las percepciones de quien evalúa. Las percepciones por su naturaleza suelen ser vagas e imprecisas, colocándonos en un entorno difuso de toma de decisiones. En un entorno como este, el uso de un modelo lingüístico en lugar de la información numérica puede ser más adecuado por la naturaleza de la información al utilizar *Linguistic Decision Making* (LDM) [7].

Cuando un problema se resuelve utilizando información lingüística, requiere de un modelo computacional para procesar la información. Dentro de la teoría difusa se destaca la metodología de Computing with Words (CW) [8]. Esta metodología procesa con palabras en lugar de números proponiendo una forma directa de realizar procesos computacionales lingüísticos.

Con base a lo anterior, la evaluación de la práctica docente se puede abordar como un problema LDM, donde se procesa información lingüística para determinar la mejor opción en un problema de toma de decisiones, que a su vez es evaluada por múltiples expertos convirtiéndose en un problema *Multi-Expert Linguistic Decision Making* (MELDM). Cada estudiante es un experto de la experiencia de aprendizaje lo que les permite ser perfectos evaluadores al ofrecer su percepción de forma lingüística para evaluar la práctica docente.

Este trabajo propone la integración de un bot de Tele-

<sup>1</sup><http://ec.europa.eu/eurostat> - Europe 2020: early leavers from education and training

gram con Moodle, denominado EDUtrack, el cual sirve como medio de comunicación automatizada para informar de forma continua a los estudiantes su *FRA*, y al mismo tiempo al docente sobre aquellos estudiantes que se encuentran en riesgo de fracaso académico. Además, sirve de instrumento para la recogida y procesamiento de los datos utilizando el modelo de representación lingüística de 2-tuplas [9] para operar con valoraciones lingüísticas y así evaluar la práctica docente.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2 se introduce los conceptos significativos del estudio, abordando los LMS, chatbots y los modelos lingüísticos de toma de decisiones. La Sección 3 describe el procedimiento para calcular el Factor de Riesgo Académico y la Evaluación de la Práctica Docente. La Sección 4 presenta la herramienta EDUtrack y sus funcionalidades. En la Sección 5 se describe un ejemplo ilustrativo de los cálculos anteriores. Para finalizar en la Sección 6 con la discusión de las conclusiones.

## II. ANTECEDENTES

En esta sección se detalla los aportes de la integración de los sistemas LMS en la educación. Más adelante se define el concepto de chatbot y su interacción con el usuario. Finalmente se realiza una breve introducción al modelo lingüístico de 2-tuplas para la toma de decisiones.

### A. Sistemas de Gestión del Aprendizaje

La integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han abierto las puertas a modalidades como e-learning (totalmente en línea) y b-learning (aprendizaje mezclado). Estas modalidades hacen uso de la tecnología para crear nuevos espacios de aprendizaje en donde los estudiantes pueden acceder a los recursos y actividades de una forma más simple y eficiente gracias a las herramientas tecnológicas.

Una de las principales herramientas implementadas por las IES para mejorar la enseñanza [10] y que ha permitido la sinergia entre la educación y las tecnologías, son los LMS, siendo Moodle el software libre más popular actualmente. Un LMS nos permite realizar un seguimiento en línea de los avances del estudiante al emplearse para la entrega de recursos educativos electrónicos, el apoyo de entornos interactivos y la gestión de evaluaciones [11].

La integración de los LMS, genera una gran cantidad de datos relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje. Estos datos se pueden analizar para predecir con base a la conducta y acciones de los estudiantes dentro de los LMS, el rendimiento académico y el riesgo de fracaso escolar.

### B. Chatbots de Telegram

Telegram es una de las aplicaciones móviles de mensajería instantánea más populares. Entre sus características podemos encontrar que es libre, abierto y provee de privacidad, rapidez, y seguridad. Además, cuenta con el servicio de chatbots. Un chatbot es un sistema informático que utiliza Inteligencia Artificial y el aprendizaje automático, capaz de mantener un diálogo mediante un lenguaje natural con un humano [12].

Los usuarios pueden comunicarse e interactuar con los chatbots mediante una serie de comandos preprogramados gracias a la API de Telegram<sup>2</sup>. A su vez los chatbots se pueden conectar a Moodle con el uso de Web service API functions<sup>3</sup> del sistema. Con ello se puede extraer información analítica del estudiante en el curso (calificaciones de actividades, registros de uso, datos informativos del estudiante, entre otros).

### C. Modelos Lingüísticos de Toma de Decisiones

La toma de decisiones es una actividad inherente a los seres humanos. Dependiendo del problema abordado, muchos de los casos se pueden tratar con información numérica y precisa. Sin embargo, en otro tipo de problemas donde las decisiones se basan en información como opiniones o percepciones, el enfoque difuso [13] y el uso de variables lingüísticas han dado buenos resultados.

Zadeh [13] introdujo el concepto de variable lingüística, como aquella variable cuyos valores no son numéricos, sino palabras en un lenguaje natural. Una variable lingüística es menos precisa que una variable numérica, pero más cercana a los procesos cognitivos humanos.

Existen diversos métodos para abordar los problemas LDM (TOPSIS [14], ELECTRE [15], entre otros). Desde la perspectiva de la lógica difusa, cuando los modelos probabilísticos ya no son tan funcionales y existe una tolerancia a la imprecisión surgen metodologías como *Computing with Words* (CW) [8].

Debido al uso de LDM en el mundo real y la necesidad de CW, existen diversos modelos computacionales lingüísticos, que denominaremos clásicos, como el modelo basado en funciones de membresía [16], modelo simbólico lingüístico [17]. Estos modelos clásicos requieren de un proceso de aproximación para proporcionar resultados lingüísticos interpretables.

### D. Modelo Computacional Lingüístico 2-tuplas

Herrera y Martínez [9] presentaron el modelo de representación lingüística de 2-tuplas, resolviendo algunos problemas de precisión y pérdida de información que presentaban los modelos clásicos. La representación lingüística 2-tuplas define el valor de la traslación simbólica  $\alpha$  como el valor correspondiente a la diferencia de información entre un valor  $i$  de índice con correspondencia directa al término lingüístico que se espera como resultado. Sea  $S = \{s_0, \dots, s_g\}$  un conjunto de términos lingüísticos utilizado para toma de decisiones. Sea  $\beta \in [0, g]$  el valor resultante de un operador simbólico, donde  $g + 1$  es la cardinalidad de  $S$ . La información lingüística es expresada con el par  $(s_i, \alpha)$ , esto es,  $s_i$  la etiqueta lingüística más cercana en el conjunto  $S$  y  $\alpha$  valor numérico de traslación simbólica. Las operaciones de transformación de esta representación son dos:

- La función  $\Delta : [0, g] \rightarrow \langle S \rangle$ , asigna una 2-tupla asociada a  $S$  y definida como  $\langle S \rangle = S \times [-0.5, 0.5]$ :

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha), \text{ con } i = \text{round}(\beta), \alpha = \beta - i. \quad (1)$$

<sup>2</sup><https://core.telegram.org/api>

<sup>3</sup>[https://docs.moodle.org/dev/Web\\_service\\_API\\_functions](https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions)



- La función  $\Delta^{-1} : \langle S \rangle \rightarrow [0, g]$ , identifica una 2-tupla de  $\langle S \rangle$  con un valor numérico en el intervalo  $[0, g]$ :

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = i + \alpha = \beta \quad (2)$$

Una vez representada la información lingüística como un valor continuo, se puede operar con dicha información mediante los operadores de agregación. Para la toma de decisión, la agregación de múltiples valores es esencial. Uno de los operadores más comunes es el operador de la media aritmética extendida para valores lingüísticos de 2 tuplas, el cual se define como:

**Definición 1. [9]** Sea  $X = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$  un conjunto de valores lingüísticos de 2-tuplas, la media aritmética de 2-tuplas,  $x$ , se calcula como:

$$x(X) = \Delta \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) \right) \quad (3)$$

### III. DETECCIÓN DEL FRACASO ACADÉMICO Y EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

Para prevenir el fracaso académico se deben considerar el compromiso de los estudiantes con el proceso de aprendizaje, así como las estrategias aplicadas por el docente en su práctica para llevar los conocimientos a sus estudiantes.

#### A. Factor de Riesgo Académico

*FRA* es un indicador que determina el riesgo de fracaso académico con base a la relación de la diferencia entre el porcentaje máximo posible de las actividades en un momento dado menos el porcentaje obtenido en cada una de esas actividades, con el potencial de recuperación de un estudiante a partir de ese momento hasta el final del ciclo escolar.

Sea  $t$  la variable tiempo que representa la semana en la que se realiza una solicitud para conocer *FRA*; sea  $Q = 15$  el número de semanas totales de un cuatrimestre, se define el ciclo escolar (*CE*) de una asignatura como el conjunto de actividades ordenadas potencialmente calificables a lo largo del tiempo para un estudiante.

En una asignatura se tienen  $N$  estudiantes,  $E = \{E_1, \dots, E_N\}$  tal que  $n = (1, \dots, N)$ . Así mismo la asignatura maneja un máximo de  $J$  actividades ordenadas y predefinidas a lo largo del curso,  $A = \{A_1, \dots, A_J\}$  tal que  $j = (1, \dots, J)$ , como por ejemplo foros, exámenes, etc.

Para determinar el número de actividades abiertas en una semana determinada, tomando en cuenta que dichas actividades son acumulables, se usa la función  $\tau(t) \in [1, J]$ . Es decir, el número de calificaciones totales que puede tener el estudiante al final del curso es  $\tau(Q) = J$ . Nótese que  $\tau(0) = 0$ .

Para reflejar una evaluación continua, el ciclo escolar se define en función de la variable tiempo como  $CE(t) = \{A_1, A_2, \dots, A_{\tau(t)}\}$  con  $t = (1, \dots, 15)$ . Con  $A_i$  recogemos aspectos como calificaciones por examen o por actividad de Moodle. Según el docente, en el cálculo de la calificación, determinadas actividades pueden ser más importantes que otras, por lo que se define  $W_A$  como el vector de pesos de las actividades,  $W_A = \{W_1, \dots, W_J\}$ .

Cada actividad entregada por el estudiante es calificada por el docente definiendo así la calificación obtenida (*CO*) como  $CO_{A_i}(E_n) \in [0, 10]$ . El vector de pesos ordenado con respecto al conjunto de actividades  $A_i$  es  $W(t) = \{W'_1, \dots, W'_{\tau(t)}\}$ . Así mismo se debe definir el conjunto de actividades  $A_k$  con  $k = (\tau(t) + 1, \dots, \tau(Q))$  como el conjunto de actividades que aún no han sido calificadas y su vector de pesos ordenado como  $W(t)^{-1} = \{W''_{\tau(t)+1}, \dots, W''_{\tau(Q)}\}$

Para determinar el *FRA*( $E_n, t$ ) se deben calcular dos valores también dependientes del tiempo,  $\forall t \leq Q$ .

**Definición 2.** La inversa de la calificación  $IC(E_n, t) \in [0, 1]$ , es la relación entre el porcentaje total de calificación de las actividades abiertas en  $t$  y el porcentaje de calificación obtenido por el estudiante en dichas actividades. Cuanto más cerca de 1, mayor será el riesgo de fracaso académico.

$$IC(E_n, t) = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^{\tau(t)} \left( \frac{W'_i}{10} CO(A_i) \right)}{\sum_{i=1}^{\tau(t)} W'_i} \right) \quad (4)$$

**Definición 3.** El Factor de Recuperación  $FR(E_n, t) \in [0, 1]$  es la relación del porcentaje de calificación obtenidas al momento de una consulta más el porcentaje de calificación de las actividades aún no abiertas. Siendo así,  $FR(E_n, t)$  el máximo porcentaje de calificación que el estudiante puede obtener si obtuviese una calificación perfecta en todas las actividades que quedan por abrirse.

$$FR(E_n, t) = \sum_{i=1}^{\tau(t)} \left( \frac{W'_i}{10} CO(A_i) \right) + \sum_{k=\tau(t)+1}^{\tau(Q)} (W''_k) \quad (5)$$

Para el cálculo de  $FRA \in [0, 1]$ , el tiempo ( $t$ ) es importante así como el factor de recuperación ( $FR$ ) potencial. Juntos determinan la importancia los criterios,  $IC(E_n, t)$  y  $FR(E_n, t)$ . A mayor tiempo, el peso de  $FR$  se reduce y aumenta el de las actividades realizadas.

**Definición 4.** La función Factor de Riesgo Numérico  $FRN(t)$  sirve para determinar el peso de  $IC(E_n, t)$  y  $FR(E_n, t)$  en relación del tiempo en que se realiza una consulta del *FRA*. El parámetro  $\gamma \in [0, 1]$  determina el grado de combinación de 2 factores dependientes del tiempo,  $\gamma = (\tau(t)/Q)FR(E_n, t)$ .

$$FRN(t) = \gamma \cdot (1 - IC(E_n, t)) + (1 - \gamma)FR(E_n, t) \quad (6)$$

por tanto para cada  $t \leq Q$  se define *FRA* como :

**Definición 5.**  $FRA(E_n, \forall t)$  es la relación entre  $IC(E_n, t)$  y  $FR(E_n, t)$  y toma su valor de acuerdo al valor de  $FRN(t)$  según el siguiente conjunto de términos lingüísticos  $S_{FRA} = \{Ninguno, Bajo, Moderado, Crítico, Muy Crítico, Irrecuperable\}$ .

$$FRA(E_n, \forall t) = \begin{cases} \text{Ninguno} & \text{si } 0.9 < FRN(t) \leq 1 \\ \text{Bajo} & \text{si } 0.8 < FRN(t) \leq 0.9 \\ \text{Moderado} & \text{si } 0.7 < FRN(t) \leq 0.8 \\ \text{Crítico} & \text{si } 0.6 < FRN(t) \leq 0.7 \\ \text{Muy Crítico} & \text{si } 0.5 \leq FRN(t) \leq 0.6 \\ \text{Irrecuperable} & \text{si } FRN(t) < 0.5 \end{cases}$$

## B. Evaluación de la Práctica Docente

La satisfacción es una métrica que permite conocer las percepciones de los estudiantes. En el área de marketing existen cuestionarios de una pregunta que son factibles para evaluar la satisfacción de un cliente con un servicio o producto. Estos cuestionarios permiten determinar a los usuarios promotores, pasivos y detractores según su grado de satisfacción. Utilizando la pregunta:

*¿Qué tan satisfecho estás con la práctica docente de tu profesor en esta asignatura?*

mediante la Eq. (3) se procesan las valoraciones de los estudiantes como entrada en un MELDM utilizando la agregación 2 veces para obtener la satisfacción con la experiencia.

**Definición 6.** Sea  $E = \{E_1, \dots, E_N\}$  un conjunto de estudiantes que valoran su propia satisfacción sobre la práctica docente de su profesor. Y sea  $X_t = \{s_1, \dots, s_N\}$  el conjunto de valores lingüísticos proporcionados por los estudiantes para valorar  $EPD(t) \in ([s_0, s_g], \alpha)$  cada semana.

$$EPD(t) = \Delta \left( \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (x(X_i)) \right) \quad (7)$$

## IV. CHATBOT DE TELEGRAM

EDUtrack es una herramienta simple de información y recolección de datos, que funciona como interfaz de comunicación automatizada entre los usuarios (estudiante y docente).

### A. Funcionalidad

A través de comandos tanto el estudiante como docente podrán comunicarse con el bot. Un comando es una instrucción previamente definida en el bot la cual inicia con el símbolo "/". Un comando puede requerir argumentos o no, en este documento se señala como "+arg" en la descripción del comando, siendo "arg" el argumento requerido.

- `/fra_est`: Muestra el *FRA* del estudiante.
- `/eva_docente`: Muestra la pregunta para la evaluación de *EPD*.
- `/fra_asg+id_asignatura`: Muestra el registro de los estudiantes en riesgo de una asignatura.
- `/res_eva_docente +id_asignatura`: Muestra el resultado de *EPD*.

### B. Comunicación con el Estudiante

**Alerta de *FRA* automatizado:** Esta alerta (Fig. 1), se enviará al estudiante cuando su *FRA* adquiera el valor de riesgo moderado o mayor con la finalidad de que pueda tomar acciones para recuperarse. El mensaje contendrá el valor de *FRA* y el valor del Factor de Recuperación (FR), que es la porcentaje máximo que puede obtener el estudiante. Cada semana se calculará el *FRA* de forma automática y se informará solo a aquellos que se encuentren en riesgo, por lo que no requiere de ningún comando de comunicación.

**Consulta de *FRA* :** Mediante el comando `/fra_est` (Fig. 2), EDUtrack proporcionara al estudiante los valores *FRA* y FR al momento de la consulta.

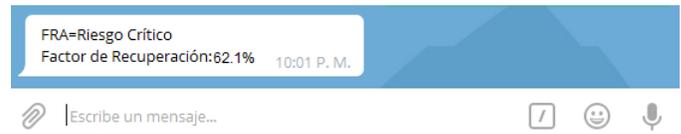


Fig. 1. Mensaje de alerta cuando un estudiante se encuentra en riesgo de fracaso académico.

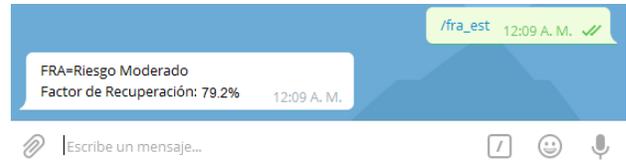


Fig. 2. Solicitud del *FRA* por un estudiante.

***EPD*:** Mediante el comando `/eva_docente` (Fig. 3), el bot proporcionara al estudiante una pregunta y la semántica requerida para valorar su satisfacción con la práctica docente. Dicha evaluación se realiza cada semana con la intención de monitorizar la práctica docente.

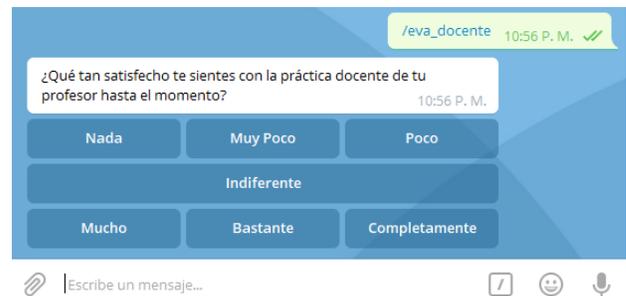


Fig. 3. Evaluación de la práctica docente utilizando información lingüística.

### C. Comunicación con el Docente

**Consulta de  $FRA(E_n, t)$ :** Mediante el comando `/fra_asg +id_asignatura`, (Fig. 4), se le proporcionara al docente el registro de los estudiantes que se encuentra en riesgo en la asignatura seleccionada al momento de la consulta.



Fig. 4. Resultado de los alumnos en riesgo académico en la asignatura FS1718.

**Consulta de *EPD*:** Mediante el comando `/res_eva_docente +id_asignatura` (Fig. 5), el bot



proporcionara al docente la representación lingüística del resultado de la valoración de los estudiantes sobre la satisfacción de la práctica docente.



Fig. 5. Resultado de la evaluación de la práctica docente en una asignatura.

### V. EJEMPLO ILUSTRATIVO

Se tomarán 7 estudiantes al azar de una asignatura, para obtener el cálculo del riesgo de fracaso académico y la recolección y procesamiento de información lingüística para la evaluación de la práctica docente en dos semanas distintas de un ciclo escolar, semana 8 y 14. Por cuestiones de espacio, se podrá acceder a los datos utilizados para el ejemplo desde el sitio [https://creasick.github.io/Chatbot\\_FRA/](https://creasick.github.io/Chatbot_FRA/).

#### A. Cálculo del Factor de Riesgo Académico

Para el cálculo del *FRA* de cada estudiante para  $t = 8$  se recoge la información utilizando la Eq. (4), obteniendo los resultados mostrados en la Tabla I:

Tabla I  
CÁLCULO DEL FACTOR DE RIESGO ACADÉMICO DE 7 ESTUDIANTES EN LA SEMANA 8 DEL CICLO ESCOLAR.

t=8	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>
IC	0.0628	0.1799	0.7285	0.458	0.4281	0.1311	0.4221
FR	0.9706	0.9158	0.6588	0.7855	0.7995	0.9386	0.7883
FRN	0.9696	0.869	0.5277	0.6835	0.7024	0.9037	0.6872
FRA	Ninguno	Bajo	Muy_Crítico	Crítico	Moderado	Ninguno	Crítico

Tabla II  
CÁLCULO DEL FACTOR DE RIESGO ACADÉMICO DE 7 ESTUDIANTES EN LA SEMANA 14 DEL CICLO ESCOLAR.

t=14	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>
IC	0.1507	0.2242	0.6705	0.5823	0.3309	0.0744	0.5159
FR	0.8674	0.8027	0.41	0.4876	0.7089	0.9345	0.546
FRN	0.8527	0.7825	0.3792	0.4558	0.6826	0.9267	0.5144
FRA	Bajo	Moderado	Irrecuperable	Irrecuperable	Crítico	Ninguno	Muy Crítico

Analizando los resultados de la Tabla I se puede apreciar que en la semana 8, los estudiantes  $E_3$ ,  $E_4$  y  $E_7$ , son los estudiantes con mayor riesgo al fracaso. Aun cuando su *FR* indica que tienen opción de aprobar, claramente el estudiante  $E_3$  se encuentra en una situación complicada, el  $FR_{E_3}$  indica que puede alcanzar hasta 65.88% del porcentaje de la calificación total en caso dado de que el resto de sus actividades fueran perfectas. Mientras que  $FRN_{E_3}$  indica que en base a su desempeño actual durante el ciclo es probable que solo pueda obtener el 52.77%, por lo que se considera que el estudiante se encuentra en riesgo *muy crítico*.

En la Tabla II se observa la semana 14, aquellos estudiantes con un buen rendimiento no modificaron mucho su conducta, mientras que los estudiantes  $E_3$  y  $E_4$ , pasaron de un riesgo considerable, a un riesgo irrecuperable a solo una semana de finalizar el ciclo escolar.

Tomando como ejemplo al estudiante  $E_3$ , quien a pesar de ser informado a medio ciclo escolar (semana 8), se enfrenta a una empresa complicada para recuperarse. EDUtrack tiene una de sus funcionalidades en este punto al informar el *FRA* desde el inicio del ciclo escolar y de forma continua. Permite tomar diversas estrategias de prevención y recuperación tanto por parte del estudiante como por parte del docente, previniendo así el fracaso académico.

#### B. Evaluación de la Práctica Docente

Como se mencionó previamente en la Sección IV-B, los estudiantes pueden evaluar la práctica docente mediante EDUtrack, (Fig. 3). Cada estudiante por semana proporciona su percepción indicando así su satisfacción. Tras la recolección del vector de preferencias de los estudiantes por semana se puede calcular el  $EPD(t)$  con las valoraciones lingüísticas de los estudiantes.

Tabla III  
VALORACIONES SOBRE LA SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES HASTA LA SEMANA 8 DEL CICLO ESCOLAR.

t=8	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	EPD(t)
t <sub>1</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	-	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>4</sub>	(s <sub>5</sub> , 0.33)
t <sub>2</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	-	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>2</sub>	(s <sub>5</sub> , 0.17)
t <sub>3</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	-	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>6</sub> , -0.33)
t <sub>4</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>6</sub> , -0.14)
t <sub>5</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>5</sub> , 0.14)
t <sub>6</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>6</sub> , -0.29)					
t <sub>7</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>5</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>6</sub> , -0.43)
t <sub>8</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>6</sub>	s <sub>6</sub>	(s <sub>5</sub> , 0.43)
								EPD(t)
								(s <sub>5</sub> , 0.49)
								(Bastante, 0.49)

El cálculo de  $EPD(t)$  es la media aritmética extendida del modelo de 2-tuplas, de la media aritmética extendida de cada una de las semanas transcurridas. En la Tabla III se muestran las valoraciones de los estudiantes sobre su satisfacción en las primeras 8 semanas. El indicador *EDP* nos ofrece información sobre la satisfacción de los estudiantes sobre la práctica docente, siendo el resultado que los estudiantes se sienten *Bastante* satisfechos con la práctica docente. Se puede considerar que el docente puede seguir utilizando las estrategias docentes que ha empleado hasta el momento. Cabe destacar que  $E_3$  no cuenta con valoraciones durante las primeras 3 semanas, y junto con su desempeño académico durante este período, se podría suponer que el estudiante no asistió a clases.

### VI. CONCLUSIÓN

La práctica docente es un factor importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que determina el cómo, cuándo y dónde el docente transmite sus conocimientos a los estudiantes, por lo que es importante que sea evaluado desde la perspectiva de estos.

Los dispositivos móviles, así como las aplicaciones de mensajería instantánea son herramientas de uso común entre los estudiantes actuales por lo que son un canal de comunicación que no requiere de un alto coste para implementarse. De esta forma el uso de chatbots actualmente se ha ido incrementado en el ámbito educativo.

Este estudio propone un modelo simple de comunicación automatizada denominada EDUtrack, el cual permitirá informar a los estudiantes de su *FRA*, además de evaluar su satisfacción con la práctica docente. Entre sus bondades podemos encontrar:

- Una interacción sencilla y natural con los estudiantes.
- Es una herramienta de bajo coste y que a pesar de su sencillez tiene un gran potencial, al ofrecer resultados en un lenguaje natural y de fácil comprensión para una persona, mejorando así la interpretación de los resultados.
- Permite el acceso a Moodle y a la información de estudiantes, ofreciendo diversas posibilidades de análisis y toma de decisiones.
- Integra un sistema de información continua sobre el *FRA*, para la detección de estudiantes en riesgo de fracaso académico por lo que está pensado para cualquier docente que pretenda mantenerse al tanto del estatus de sus estudiantes e informarlos sobre su rendimiento académico.
- Permite conocer la satisfacción de los estudiantes con respecto a la práctica docente, con lo que el profesor puede mejorar su desempeño al igual que el estudiante.

Gracias a estas características se pueden desarrollar estrategias preventivas que permitan reducir el fracaso académico y mejorar la calidad educativa.

Las proyecciones a futuro de esta herramienta son:

- 1) Posibilidad de integrar un sistema que genere gráficos para el análisis de la información del *FRA*, lo que proporcionaría un resultado visual que abonaría interpretabilidad al lenguaje natural ya utilizado.
- 2) Actualmente Moodle en su versión 3.4 ha implementado un sistema de detección de estudiantes en riesgo haciendo uso de machine learning. Por lo que se considera que merece la pena realizar una comparación entre el sistema EDUtrack y el sistema que integra Moodle. Así mismo se podría pensar en una integración de ambos sistemas para aprovechar el potencial de cada herramienta.

#### AGRADECIMIENTOS

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

#### REFERENCIAS

- [1] C. Romero and S. Ventura, "Educational data mining: A survey from 1995 to 2005," *Expert systems with applications*, vol. 33, no. 1, pp. 135–146, 2007.
- [2] C. Bach, "Learning analytics: Targeting instruction, curricula and student support," *Office of the Provost, Drexel University*, 2010.

- [3] J.-P. Vandamme, N. Meskens, and J.-F. Superby, "Predicting academic performance by data mining methods," *Education Economics*, vol. 15, no. 4, pp. 405–419, 2007.
- [4] L. P. Macfadyen and S. Dawson, "Mining lms data to develop an "early warning system" for educators: A proof of concept," *Computers & education*, vol. 54, no. 2, pp. 588–599, 2010.
- [5] M. Cocea and S. Weibelzahl, "Can log files analysis estimate learners' level of motivation?" in *LWA*. University of Hildesheim, Institute of Computer Science, 2006.
- [6] I. Lykourantzou, I. Giannoukos, V. Nikolopoulos, G. Mpardis, and V. Loumos, "Dropout prediction in e-learning courses through the combination of machine learning techniques," *Computers & Education*, vol. 53, no. 3, pp. 950–965, 2009.
- [7] L. Martínez, R. Rodríguez, and F. Herrera, *The 2-tuple Linguistic Model: Computing with Words in Decision Making*. Springer International Publishing, 2015. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?id=zqwvCwAAQBAJ>
- [8] L. A. Zadeh, "Fuzzy logic= computing with words," *IEEE transactions on fuzzy systems*, vol. 4, no. 2, pp. 103–111, 1996.
- [9] 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.
- [10] C. R. Graham, "Blended learning systems," *The handbook of blended learning*, pp. 3–21, 2006.
- [11] N. Cavus and T. Zabadi, "A comparison of open source learning management systems," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 143, pp. 521–526, 2014.
- [12] H. Setiaji and I. V. Papatungan, "Design of telegram bots for campus information sharing," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 325, no. 1. IOP Publishing, 2018, p. 012005.
- [13] L. A. Zadeh, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—i," *Information sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 199–249, 1975.
- [14] E. Cables, M. S. García-Cascales, and M. T. Lamata, "The Itopsis: An alternative to topsis decision-making approach for linguistic variables," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 2, pp. 2119–2126, 2012.
- [15] C.-T. Chen and W.-Z. Hung, "Applying fuzzy linguistic variable and electre method in r&d project evaluation and selection," in *Industrial Engineering and Engineering Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference on*. IEEE, 2008, pp. 999–1003.
- [16] G. J. Klir and B. Yuan, "Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications," *Possibility Theory versus Probab. Theory*, vol. 32, no. 2, 1996.
- [17] R. R. Yager, "A new methodology for ordinal multiobjective decisions based on fuzzy sets," in *Readings in Fuzzy Sets for Intelligent Systems*. Elsevier, 1993, pp. 751–756.