

# A recommender system based on data mining techniques to support the automatic assignment of courses to teachers in higher education

F. Pesántez-Avilés\*, D. Calle-López\*, V. Robles-Bykbaev\*,  
M. Rodas-Tobar†, C. Vásquez-Vásquez\*

\*GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa,  
Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador

†Escuela de Psicología Organizacional, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador  
Email: fpesantez@ups.edu.ec, dcallel@est.ups.edu.ec, vrobles@ups.edu.ec,  
mrodast@uazuay.edu.ec, cvasquez@ups.edu.ec

**Resumen**—The talent management is a fundamental mainstay in the operation of any organization, regardless to its action scope. Nowadays there are several informatics tools aimed on supporting assignment of work positions according to candidates' profile as well as the organization needs in specific areas. However, in the area of higher education assigning courses to teachers is a challenging task due to the complex relations that exist among the different actors involved in the process (schedules, educational contents, teachers' profiles, etc.). Likewise, an incorrect assignment of courses to teachers can generate problems such as higher economic costs in educational management or non-compliance with strategic management indicators. In view of the foregoing, in this paper we present the first stage of a recommender system to generate courses distribution in higher education. Our proposal relies on data mining techniques as well as several metrics that can be adjusted to generate different courses distributions/assignments. Our recommender system was put to test with 133000 real registers of an Ecuadorian university and the achieved results are encouraging.

**Keywords**—Data mining; recommender system; courses assignment; higher education.

## I. INTRODUCCIÓN

Toda organización formal pretende cumplir con la visión enunciada en su planificación estratégica, para ello se apoya en políticas y prácticas que favorezcan positivamente su calidad, productividad y competitividad; una de estas es la gestión del talento humano, cuyo enfoque según Chiavenato indica que “las personas dejan de ser simples recursos (humanos) organizacionales y son consideradas como seres dotados de inteligencia, conocimientos, habilidades, personalidad, aspiraciones, percepciones” [1]. Un modelo de gestión de talento humano es transversal, se ajusta a cualquier realidad organizacional sin ser la excepción las instituciones académicas de nivel superior en donde es primordial incluir en su gestión el desarrollo de los llamados subsistemas que articulan, entre otros, procesos de selección, evaluación y capacitación.

Utilizar un sistema de revisión y análisis del perfil profesional y personal del profesor respecto del perfil docente y de las cátedras que la institución educativa haya definido en su currícula, facilitará la identificación de dos estrategias,

una formativa para disminuir las brechas entre perfiles y otra que se aborda en este artículo considerada de optimización o racionalización del talento docente que consiste en reasignar o reubicar los talentos en base a criterios como el histórico de la evaluación del desempeño, aportes académicos relevantes, experiencia formativa y profesional.

La generación de distributivos académicos no es una tarea que debe ser considerada únicamente de carácter administrativo, por tanto delegada para su elaboración a personal que carezca de interpretaciones académicas, por el contrario, la asignación correcta de asignaturas o disciplinas que conforman un currículo en particular respecto del talento docente que asumirá dicho componente formativo es el punto de concordancia con la denominada condición de pertinencia que actúa en una carrera universitaria. Larrea y Granados, al referirse a las condiciones y factores de pertinencia de calidad en la educación superior ecuatoriana, destaca el rol estratégico del talento humano para alcanzar la pertinencia en el contexto de calidad, así indica que los docentes han de “asumir sus nuevas funciones como profesores-investigadores, tutores del proceso de aprendizaje, creadores de ambientes de aprendizaje, fortalecimiento de sus ambientes de aprendizaje” [2].

Es apreciable entonces que la gestión del talento docente se asocia a competencias relevantes para el ejercicio profesoral, lo que se traduce luego en criterios de selección como pautas de asignación, por lo cual factores como la afinidad entre las áreas del conocimiento que vinculan la formación del docente y la disciplina asignada a este en el currículo deben ser congruentes; la experiencia en el ejercicio áulico así como una buena evaluación del desempeño docente en dicho ejercicio son también variables a reconocer; los aportes de investigación y vinculación social traducidos a su vez en publicaciones, en una línea de investigación específica o en proyectos respectivamente, deben ser también afines con la asignación de disciplinas formativas a uno u otro docente.

Queda explícito que la acción de distribución de talentos docentes se debe hacer sobre la base de capacidades y evidencias comportamentales, lo que representa en tanto un ejercicio

de correlaciones entre los factores antes mencionados, esto a su vez se traduce en esfuerzos académicos importantes en términos de tiempos, ya que por lo general, si bien las instituciones cuentan con esta información, muchas veces la misma esta segmentada de acuerdo a las estructuras propias de la académica que segmenta igualmente las funciones universitarias.

Por tanto, la generación de distribución correcta de talentos humanos es antecedente necesario para abordar a su vez el problema de asignación de horarios en las universidades, tema trabajado por Caballero y Arboleda, que indican que este radica en: “programar en un horizonte de planificación (generalmente una semana) las asignaturas que se dictan en un período académico determinado (año, trimestre o semestre), para las distintas asignaturas que las requieren, considerando los profesores necesarios en cada asignatura, los grupos de alumnos que toman un conjunto de asignaturas, los días o períodos disponibles, los salones requeridos de tal manera que pueda optimizar un conjunto de restricciones relacionadas con la organización del sistema de educación” [3].

Los algoritmos evolutivos fueron la respuesta que los mencionados autores utilizaron para solventar esta compleja tarea, en tanto en el presente artículo se muestra como en base a modelos matemáticos se puede procesar distintas variables de orden académica asociada al desempeño docente y su afinidad formativa respecto de la correcta asignación disciplinar, entendida como pertinencia del distributivo docente, esto considerando lo aportado por Murivedro y Velázquez cuando indican respecto de la distribución docente en la universidad que como problema de larga data “no puede decirse que esté ni muy bien ni muy mal dotada de profesorado; lo que sí puede decirse es que el que hay está muy desigualmente repartido” [4].

Entonces, si el problema no es tanto el número sino la distribución esto se asocia a problemas de racionalización de las horas de dedicación docente de los diversos grupos y categorías docentes existentes respecto de variables que les otorgan pertinencia a la hora de asignar las disciplinas formativas de un currículo. En el caso de la universidad ecuatoriana, las normas que regulan la asignación horaria para un docente indican de la existencia de criterios, así el número de asignaturas simultáneas asignadas a un docente en un mismo periodo académico, no puede exceder de tres, independientemente del número de grupos o paralelos que se le asignen. Las horas del componente de docencia deben ser implementadas en al menos tres días a la semana con un máximo de seis horas por día [5]. Inclusive la calificación de “profesor titular principal” vincula el ejercicio de la docencia siempre y cuando su título de posgrado correspondiente a doctorado (PhD o su equivalente) sea en el área afín en el que ejercerá la cátedra, y; que haya realizado o publicado obras de relevancia o artículos indexados en el área afín en que ejercerá la cátedra [6].

## II. TRABAJO RELACIONADO

En la última década se han desarrollado varias investigaciones que buscan brindar soporte en la planificación de talento humano en diversos ámbitos relacionados tanto con las industrias como con la educación. Sin embargo, en el caso de la educación superior aún no es factible contar soluciones que permitan abordar de forma completa las complejas relaciones existentes entre las asignaturas, los espacios físicos, los contenidos educativos, los perfiles de los docentes, los horarios, etc. Normalmente, una vez que los maestros son contratados, los distritos escolares típicamente realizan muy poca investigación adicional del perfil de los nuevos empleados. La tenencia se concede como una cuestión de rutina después de dos o tres años de enseñanza. Muy pocos maestros son dados de alta involuntariamente de una escuela o distrito escolar. Y los mejores maestros no reciben incentivos económicos para ir donde más se necesitan [7].

Existen sistemas recomendadores para el aprendizaje mejorado por tecnología encargados de situar a estudiantes en cursos apropiados tomando en cuenta su información curricular. La cantidad de publicaciones que se enfocan en la recomendación de asignaturas es menor en comparación a los papers que se enfocan en recomendar tareas dentro de un curso o ambiente virtual [8]. Entonces tenemos que los recomendadores de asignaturas son un problema manejado más específicamente por universidades con proyectos relacionados al mejoramiento académico y bienestar estudiantil.

Por otra parte, es importante mencionar que los sistemas recomendadores se han convertido en un tema muy interesante en el aprendizaje asistido por tecnología, de aquí podemos observar que, según indica [9] existen las siguientes situaciones:

- Existe un gran incremento de sistemas recomendadores aplicados al aprendizaje mejorado por la tecnología que han sido ya publicados (o que se encuentran en desarrollo).
- Las metas de recuperación de información que dichos recomendadores pretenden conseguir son generalmente diferentes a los recomendadores identificados en otros sistemas (ej. Recomendar productos).
- Existe una necesidad de identificar las particularidades de los recomendadores en el campo de la educación para poder elaborar métodos de diseño sistemático, desarrollo y evaluación.

De igual forma, podemos observar que han surgido ciertos enfoques en la recomendación de asignaturas, centrados en diversos aspectos como los que se detallan a continuación: (i) la aplicación de inscripción en línea propuesta por la Universidad de Dublín [10] donde identifican los factores que afectan la selección de cursos por parte de los estudiantes, (ii) sistemas asistidos por la participación estudiantil evaluando cursos [11] y (iii) recomendadores híbridos basados en filtrado colaborativo involucrando las calificaciones del estudiante así como evaluaciones (*ratings*) del docente [12].

Por otra parte, en [13] se propone un recomendador basado en las metas de las carreras y las tendencias laborales actuales.

Para ello, se toman en cuenta las calificaciones estudiantiles en base al desempeño académico previo y a la capacidad cognitiva del estudiante.

Bajo la aproximación de análisis de históricos, los usuarios tienen una tendencia fuerte a re-interactuar con ítems que ellos han dado en el pasado, lo que vuelve propicio recomendar los históricos que más reincidan para dicho usuario [14], esto se ve relacionado directamente con la experiencia que el docente desarrolla en dichas asignaturas.

### III. ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA

Como se puede apreciar en la Figura 1, el sistema propuesto se organiza en varios módulos que permiten brindar diversas funcionalidades a los directores que lo emplean. Entre los módulos más importantes, podemos mencionar los que se detallan a continuación:

- *Gestión de datos:* se encarga de la extracción de información de los orígenes de datos, en esta se definen los atributos requeridos para analizar la pertinencia entre los pares docente-asignatura. Para ello reúne y estandariza la estructura de la información relacionada con la evaluación docente, históricos de asignaturas y la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) [15] tanto de las asignaturas como de los títulos de los docentes.
- *Recomendador:* módulo encargado del tratamiento y procesamiento de la información que nos provee el módulo de gestión de datos. El modelo propuesto calculará un valor de pertinencia para cada par en el dominio (0-5] que representa mientras mayor sea su valor, un mayor nivel de pertinencia sobre los demás docentes/asignaturas. En base a esta salida, podemos determinar los docentes más relevantes para dictar tales asignaturas.
- *Módulo Web:* este módulo permite al usuario interactuar con el sistema, de manera que pueda buscar e ingresar las materias o docentes de interés para obtener recomendaciones del sistema recomendador. La tarea principal del módulo es ayudar a comprender el porqué de las recomendaciones proveyendo un contexto visual del cálculo tras las consultas que reciba.
- *Reportes:* el propósito del módulo de reportes es proveer información a las personas involucradas en la elaboración de distributivos académicos, dentro de todas las recomendaciones que realice el sistema y en base a las entradas que provea el usuario, muestra solamente las mejores alternativas de las recomendaciones relevantes al caso para asistir a los directivos en la toma de decisiones para la formación de dichos distributivos.

A continuación se presentará a detalle las características del módulo recomendador. Este módulo está asociado a información relacionada con la asignatura y el docente en cuestión, con el propósito de generar pares *docente-asignatura* considerando las entradas mencionadas de manera tal que poseamos siempre los pares con mayor pertinencia.

Para los propósitos de la implementación del sistema recomendador se evalúan de las siguientes entradas:

- Histórico de asignaturas dictadas por los docentes
- Evaluación del desempeño docente
- Perfil docente
- Clasificación de asignaturas por áreas de conocimiento

El sistema maneja dos tipos de consultas: recomendación de las mejores asignaturas dado un docente específico y la recomendación de los mejores docentes para una asignatura dada. Para ello, en ambos casos se obtiene un valor de pertinencia calculado definido en el rango (0,5] en base a pesos parametrizables para cada entrada.

Entonces, el valor de pertinencia está dado por la suma de los valores de las entradas individuales multiplicados por su respectivo peso, como se indica en la Ecuación 1:

$$R(D_i, \vec{A}) = p_1 \cdot E(D_i, \vec{A}) + p_2 \cdot H(D_i, \vec{A}) + p_3 \cdot P(\vec{T}, \vec{A}) \quad (1)$$

Dónde:

- $R(D_i, \vec{A})$  es el valor de recomendación para un par docente  $D_i$  y un grupo de asignaturas  $\vec{A}$  que han sido dictadas por el mismo (a lo largo de  $n$  periodos académicos). Este valor está definido en el rango (0, 5].
- $D_i$  representa el docente para el cual se realiza el análisis.
- $\vec{A}$  indica las asignaturas que ha dictado el docente  $D_i$ .
- $E(D_i, \vec{A})$  es una función que representa la evaluación (desempeño) que ha obtenido el docente  $D_i$  para el grupo de asignaturas  $\vec{A}$ .
- $H(D_i, \vec{A})$  es una función que especifica el histórico respecto al número de ocasiones que ha dictado el docente  $D_i$  el grupo de asignaturas  $\vec{A}$ .
- $P(\vec{T}, \vec{A})$  es una función que representa el perfil del docente.  $P$  indica la relación existente entre la clasificación de los títulos que posee el docente  $\vec{T}$ , respecto a la clasificación de las asignaturas (de acuerdo a la UNESCO [15]).
- $p_1, p_2, p_3$  son pesos que permiten ponderar el nivel de importancia de cada elemento de la métrica. La suma de todos los pesos debe ser igual a 1.

Por otra parte, el valor de la evaluación se define de la siguiente forma (Ecuación 2):

$$E(D_i, \vec{A}) = \frac{\sum_{j=1}^{|\vec{A}|} \phi(D_i, A_j)}{|\vec{A}| \cdot \max(\phi)} \quad (2)$$

Donde:

- $\phi(D_i, A_j)$  es una *test* de evaluación que se aplica para el docente  $D_i$  que ha dictado una asignatura  $A_j$ . Este test puede contener un número  $m$  de criterios de evaluación (la nota final puede estar en cualquier escala). En nuestro caso el valor de evaluación final está definido en el rango [0, 1].

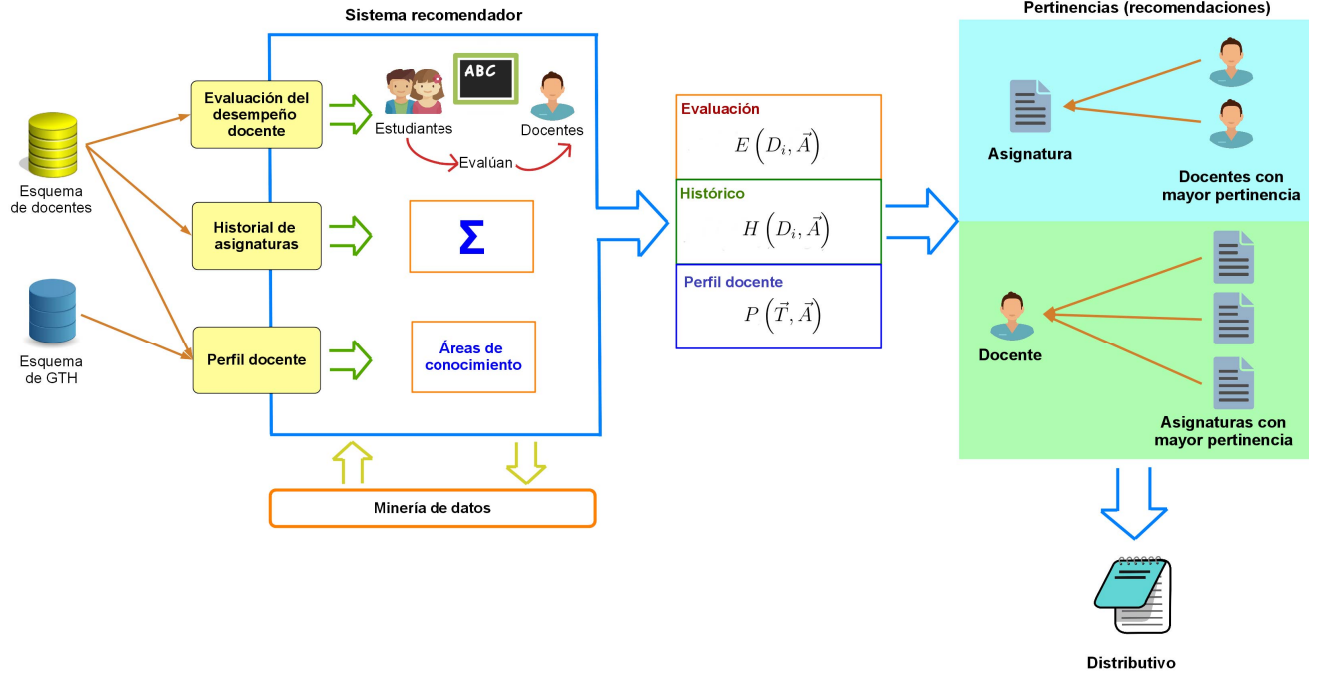


Figura 1. Esquema general del sistema propuesto.

- $|\vec{A}|$  es un factor de normalización para obtener el valor promedio de las evaluaciones.
- $\text{máx}(\phi)$  establece el valor máximo (nota) que se puede obtener en el *test* de evaluación del desempeño docente.

Del mismo modo, el valor del histórico de asignaturas dictadas por el docente se define como sigue (3):

$$H(D_i, \vec{A}) = \begin{cases} N / \text{máx}(\vec{D}, A_j) & \text{para docentes} \\ N / \text{máx}(D_i, \vec{A}) & \text{para asignaturas} \end{cases} \quad (3)$$

Dónde:

- $N$  representa el conteo de pares docente-asignatura para la recomendación actual.
- $\text{máx}(\vec{D}, A_j)$  es un factor de normalización que se aplica cuando se recomienda docentes que pueden dictar una asignatura.
- $\text{máx}(D_i, \vec{A})$  es un factor de normalización que se aplica cuando se recomienda asignaturas que pueden ser dictadas por un docente.

Finalmente, la función del perfil docente se define como se indica a continuación (Ecuación 4):

$$P(\vec{T}, \vec{A}) = \begin{cases} 1 & \vec{T} \in \text{SubA}(\vec{A}) \\ 0,5 & \vec{T} \in \text{Area}(\vec{A}) \\ 0 & - \end{cases} \quad (4)$$

Dónde:

- $\vec{T} \in \text{SubA}(\vec{A})$  indica que los títulos del docente coinciden con el subárea de las asignaturas (de acuerdo a la

- clasificación CINE [15]). Esta coincidencia se valora con 1.
- $\vec{T} \in \text{Area}(\vec{A})$  indica que los títulos del docente coinciden con el área de las asignaturas (de acuerdo a la clasificación CINE [15]). Esta coincidencia se valora con 0,5.

#### IV. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS PRELIMINARES

A fin de valorar nuestra propuesta se trabajó con una base de datos de una universidad Ecuatoria tomando en consideración lo siguiente:

- Se tomaron **133 mil** registros acerca del perfil docente relacionado con la clasificación de las áreas de conocimiento correspondientes a su formación.
- Se emplearon **3 mil** registros correspondientes a evaluaciones estudiantiles e históricos académicos.
- La información se obtuvo de los registros de los últimos 10 ciclos académicos (5 años).

Como primer aspecto se realizó la migración de estos registros al sistema y se desarrollaron los módulos que permiten obtener reportes dinámicos relacionados con la evaluación del desempeño docente así como de los históricos de asignaturas dictadas. Como se puede apreciar en la Figura 2, el sistema permite generar una representación visual de los datos que ayuda a comprender el porqué de las recomendaciones.

Como se observa, la gráfica muestra el nivel de pertinencia de la asignatura *Base de Datos II* (en términos de evaluación e histórico) y las calificaciones obtenidas desde el año 2012 hasta el 2017 para el docente dado.

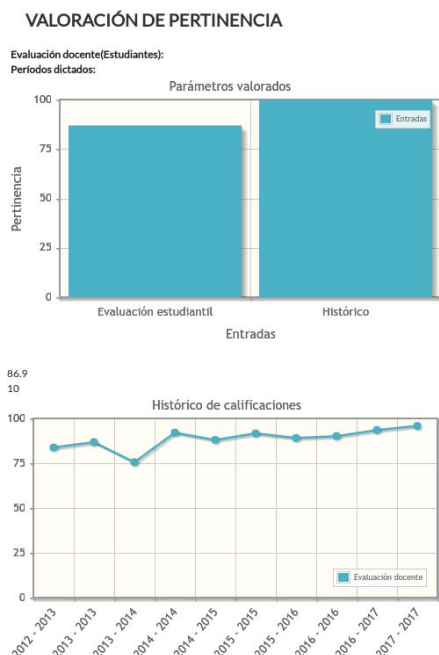


Figura 2. Captura de pantalla de la evaluación estudiantil y el histórico de asignaturas dadas por un docente.

El sistema desarrollado también permite generar reportes de corte estadístico que permiten analizar el perfil y rendimiento general de los docentes. Como se aprecia en la Figura 3 tenemos lo siguiente: para una sede de la universidad Ecuatoriana y un campus dado, la Carrera de Ingeniería de Sistemas, la materia Programación III se puede apreciar que por cada docente ( $x$ ) tanto el promedio de la calificación de desempeño como el número de veces que dicho docente ha dictado dicha materia (Programación III) durante los últimos 10 periodos académicos.

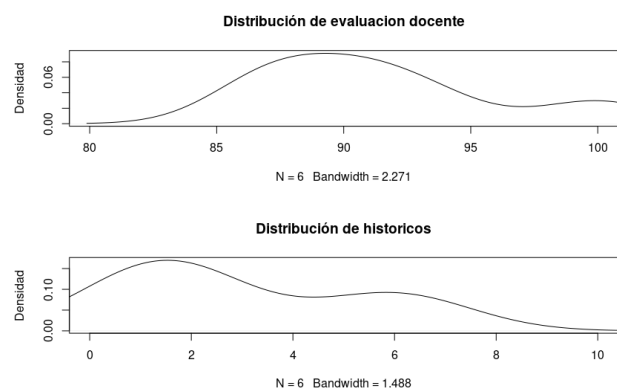


Figura 3. Gráfica estadística que muestra la distribución de la evaluación de desempeño y los históricos obtenidos por un docente dado.

Por otra parte, en base a la Ecuación 1, se generaron

recomendaciones de docentes que podrían dictar varias asignaturas. Como se puede apreciar en la Figura 4, el módulo recomendador genera un conjunto de docentes y determina el **grado de pertinencia** que tienen cada uno de ellos para dictar la asignatura de **Cálculo Integral**.

Carrera	Asignatura	Docente	Pertinencia
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	4.7
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	4.7
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	3.2
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	3.1
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	3.1
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	3.0
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	3.0
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	2.8
INGENIERÍA DE SISTEMAS	CÁLCULO INTEGRAL	INGENIERÍA DE SISTEMAS	2.7

Figura 4. Captura de pantalla del reporte de recomendaciones de docentes que pueden dictar la asignatura *Cálculo Integral*.

De igual forma, también se generaron recomendaciones para aquellas asignaturas que pueden ser dictadas de mejor manera por un docente determinado. En la Figura 5 se puede observar las recomendaciones que genera el sistema para el caso de un docente X (datos enmascarados por restricciones de privacidad). Esta información fue corroborada y validada con el director de carrera a la cual se encuentra vinculado el docente.

Docente	Asignatura	Pertinencia
INGENIERÍA DE SISTEMAS	BASE DE DATOS II	4.7
INGENIERÍA DE SISTEMAS	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICAS (SIG)	4.4
INGENIERÍA DE SISTEMAS	BASE DE DATOS I	3.9

Figura 5. Captura de pantalla del reporte de recomendaciones de asignaturas que puede dictar un docente dado.

A fin de evaluar las recomendaciones que ha sugerido el sistema, se realizó una valoración con 5 expertos del ámbito académico. Para ello se empleó una encuesta empleando la escala de Likert [16] y se consideraron los siguientes criterios: pertinencia de la recomendación, coherencia y el rendimiento general del sistema. En el Cuadro I se puede apreciar las evaluaciones iniciales que obtuvo el sistema en los criterios, y como se observa, esta valoración inicial es muy positiva.

Cuadro I  
EVALUACIÓN PRELIMINAR REALIZADA EN EL SISTEMA EN BASE A 5 EXPERTOS DE LA GESTIÓN ACADÉMICA.

	Pertinencia	Coherencia	Rendimiento
	4	3	5
	5	4	4
	3	4	4
	5	5	5
	4	4	3
Promedio	4.2	4	4.2

Es importante mencionar que a pesar que los sistemas de recomendación tienen actualmente gran aceptación, aún no existen métricas o estándares bien definidos para evaluarlos. Por ello, se emplean criterios que se ajusten de mejor manera a los requerimientos de los usuarios. De acuerdo a [17] la parte más crítica en los algoritmos de sistemas de recomendación es encontrar métricas de similitud, lo que implica predicciones con diferentes variedades y precisiones.

## V. CONCLUSIONES

A pesar de contar con un sistema inteligente para recomendar distributivos docentes, no se descarta que una vez identificado el nivel de afinidad de los profesores para el ejercicio de ciertas cátedras, se organice un programa de desarrollo individual (PDI) que consiste en la asignación de tareas y acciones (lecturas asignadas, e-learning, casos de estudio, autoconocimiento, desarrollo personal) concretas para elevar a un nivel superior las destrezas registradas, tema que debe ser programado por las autoridades académicas respectivas.

El sistema recomendador se complementa con procesos de sensibilización y feed-back profundo con los docentes, de esta manera se cierra con un compromiso verbal y psicológico de aceptación para con el sistema y lógica de recomendación.

Como líneas de trabajo futuro proponemos las siguientes:

- Desarrollar un módulo de generación automática de horarios de clase considerando restricciones de disponibilidad de tiempo de los docentes y espacios físicos.
- Diseñar un conjunto de métricas que puedan modelar la relevancia de la retroalimentación proporcionada por directivos académicos (directores de carrera, jefes de área, coordinadores de grupos de investigación).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a la Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa y al Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GI-IATa) de la Universidad Politécnica Salesiana por todo el apoyo brindado.

## REFERENCIAS

- [1] I. Chiavenato, *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. McGraw-Hill, 2011.
- [2] E. Larrea and V. Granados, "El sistema de educación superior para la sociedad del buen vivir basada en el conocimiento," *Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 2016.
- [3] J. M. M. Caballero and C. P. Arboleda, "Asignación de horarios de clases universitarias mediante algoritmos evolutivos," *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 5, no. 9, pp. 140–149, 2012.
- [4] C. V. Murviedro and M. P. V. Gutiérrez, "Notas y disfunciones en la distribución del profesorado universitario en España: una aproximación," *Reis*, no. 24, pp. 113–142, 1983.
- [5] Consejo de Educación Superior del Ecuador, "Reglamento de régimen académico," 2013.
- [6] —, "Ley orgánica de educación superior," 2010.
- [7] R. J. Gordon, T. J. Kane, and D. Staiger, *Identifying effective teachers using performance on the job*. Brookings Institution Washington, DC, 2006.
- [8] H. Drachsler, K. Verbert, O. C. Santos, and N. Manouselis, "Panorama of recommender systems to support learning," in *Recommender systems handbook*. Springer, 2015, pp. 421–451.
- [9] N. Manouselis, H. Drachsler, K. Verbert, and E. Duval, *Recommender systems for learning*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [10] M. P. O'Mahony and B. Smyth, "A recommender system for on-line course enrolment: an initial study," in *Proceedings of the 2007 ACM conference on Recommender systems*. ACM, 2007, pp. 133–136.
- [11] R. Farzan and P. Brusilovsky, "Encouraging user participation in a course recommender system: An impact on user behavior," *Computers in Human Behavior*, vol. 27, no. 1, pp. 276–284, 2011.
- [12] P.-C. Chang, C.-H. Lin, and M.-H. Chen, "A hybrid course recommendation system by integrating collaborative filtering and artificial immune systems," *Algorithms*, vol. 9, no. 3, p. 47, 2016.
- [13] D. Upendran, S. Chatterjee, S. Sindhumol, and K. Bijlani, "Application of predictive analytics in intelligent course recommendation," *Procedia Computer Science*, vol. 93, pp. 917–923, 2016.
- [14] K. Liu, X. Shi, A. Kumar, L. Zhu, and P. Natarajan, "Temporal learning and sequence modeling for a job recommender system," in *Proceedings of the Recommender Systems Challenge*. ACM, 2016, p. 7.
- [15] UNESCO, "Clasificación internacional normalizada de la educación (CINE)," 2013.
- [16] A. M. F. Echaurren, H. Minami, and M. J. I. Sandoval, "La escala de likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos," *Perspectivas Docentes*, no. 50, 2014.
- [17] R. N. Laveti, J. Ch, S. N. Pal, and N. S. C. Babu, "A hybrid recommender system using weighted ensemble similarity metrics and digital filters," in *High Performance Computing Workshops (HiPCW), 2016 IEEE 23rd International Conference on*. IEEE, 2016, pp. 32–38.