



UNIVERSIDAD DE LA HABANA

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE
MÁSTER EN CIENCIAS MATEMÁTICAS

MODELO DE UN SISTEMA DE RECOMENDACIÓN COLABORATIVO PARA LA SELECCIÓN
DE MATERIALES DE ESTUDIO RELACIONADOS CON EL TEMA DE “DERIVADA DE
FUNCIONES DE UNA VARIABLE. APLICACIONES” EN LA CARRERA INGENIERÍA EN
CIENCIAS INFORMÁTICAS

Autora:
Ing. Zaylí Rodríguez Luis

Tutora:
Dra. Elina Miret Barroso

2014

Agradecimientos

A todos los grandes hombres y mujeres que han forjado la historia de nuestro país y sobre cuyos hombros también nos levantamos hoy.

A mi tutora la Dra. Elina Miret Barroso, por su apoyo y sugerencias a lo largo del trabajo, por confiar en mí en todo momento.

Al Ing. Eddy Dangel Quesada por su contribución al éxito del trabajo.

A mis amigos Roexcy, Aylín y Glennis por apoyarme, criticarme y soportarme.

A mi viejito por ser tan dedicado y soportar a su nene malcriada.

A mi familia y en especial a mis padres por su apoyo a lo largo de mi carrera.

A todos los que de una forma u otra han contribuido a mi crecimiento profesional y a este trabajo.

Dedicatoria

NENE:

A ti por ser tan importante en mi vida, por enseñarme, cuidarme y compartir conmigo esos momentos llenos de felicidad.

Por sacarme a diario una sonrisa.

Por estar a mi lado cuando te necesito.

Por quererme todos los días un poquito más.

Resumen

En este trabajo se elabora un software que soporta la modelación de un Sistema de Recomendación Colaborativo (SRC) para la selección de materiales de estudio que contribuye al desarrollo del sistema de habilidades relacionado con el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” de la asignatura Matemática I en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. A partir del procesamiento de una encuesta a estudiantes, en la que se les mide la utilidad del empleo de cada material de estudio orientado por los profesores en este tema, se obtienen valoraciones cualitativas de estos materiales según las preferencias de los estudiantes, que permiten, por un lado, su uso más adecuado en el trabajo independiente y por otro, que el claustro de profesores pueda valorar cuáles de ellos son preferidos por los estudiantes del total recomendado por los colectivos de la asignatura. Este software se aplica en el proceso docente al culminar la impartición del tema, de modo que las recomendaciones del software sirvan al mismo colectivo de estudiantes en su preparación para la evaluación final, una vez que un grupo de expertos hayan validado los resultados. Basándose en semejanzas entre pares de estudiantes de acuerdo a sus preferencias, el algoritmo calcula una estimación de los materiales no preferidos por cada uno mediante el criterio de los vecinos más cercanos, recomendándole cuáles de ellos debe seleccionar.

Palabras claves: “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”, Habilidades, Materiales de Estudio, Preferencias, Sistema de Recomendación Colaborativo.

ÍNDICE

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Resumen	III
Introducción	1
1. Marco Teórico de la investigación	6
1.1. Sistemas de Recomendación	6
1.2. Sistemas de Recomendación Colaborativo	7
1.2.1. Categorías de algoritmos de filtrado colaborativo	7
1.2.2. Soluciones existentes	8
1.3. Medidas de similaridad	9
1.3.1. Coeficiente de Correlación de Pearson	10
1.3.2. Similitud del coseno	10
1.4. Algoritmos de Predicción	11
1.4.1. Recomendación basada en vecinos más cercanos	11
1.5. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación	11
1.5.1. El uso de los Sistemas de Recomendación Colaborativo en la selección de los materiales de estudio	15
2. Propuesta de la solución	17
2.1. Modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio	17
2.1.1. Características del modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio	17
2.1.2. Tareas del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio	19

2.2. Principio didáctico manifestado en el modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio	24
2.3. Herramienta informática desarrollada	26
2.4. Salida de la solución propuesta para un caso de estudio	27
3. Validación de la solución	31
3.1. Validación del modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio	31
3.1.1. Método Delphi Modificado	31
3.1.2. Validación por la Técnica Iadov	39
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias bibliográficas	46
A. Encuesta a estudiantes	50
A.1. Cuestionario aplicado a los estudiantes	50
B. Determinación de los expertos	56
B.1. Cuestionario inicial para la determinación de los expertos	56
C. Cuestionario Delphi Modificado	58
C.1. Ronda 1	58
C.2. Ronda 2	60
D. Cuestionario Técnica Iadov	62
D.1. Encuesta para la aplicación de la técnica Iadov	62
E. Cálculo del Coeficiente de Competencia	64
E.1. Cálculo del Coeficiente de Competencia de los profesores encuestados	64

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Flujo del proceso que muestra la estructura del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.	20
2.2. Flujo del proceso que muestra la adquisición de preferencias de los estudiantes.	21
2.3. Flujo del proceso que muestra la obtención de los K vecinos.	22
2.4. Flujo del proceso que muestra el cálculo de todas las predicciones.	23
2.5. Flujo del proceso que muestra la obtención de las N mejores recomendaciones.	23
2.6. Vista principal del sistema informático para la selección de los materiales de estudio.	27
2.7. Matriz de preferencias de los estudiantes.	28
2.8. Matriz de similitudes entre los estudiantes.	29
2.9. Vecinos más cercanos.	29
2.10. Matriz de predicciones.	30
3.1. Flujo de trabajo del método Delphi Modificado.	33
3.2. Caracterización de los expertos.	34

ÍNDICE DE TABLAS

3.1. Medida de la influencia del sistema en la selección de materiales de estudio. Ronda 1	37
3.2. Medida de la influencia del sistema en la selección de materiales de estudio. Ronda 2	37
3.3. Orden de las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 1	37
3.4. Orden de las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 2	38
3.5. Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 1	38
3.6. Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 2	38
3.7. Cuadro Lógico de Iadov. (con preguntas reformuladas por la autora)	40
3.8. Satisfacción Individual de los expertos.	41
3.9. Niveles de satisfacción.	41
B.1. Medida de la dispersión de los materiales de estudio	57
C.1. Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.	60
C.2. Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.	61
D.1. Satisfacción con el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.	62
E.1. Cálculo del Coeficiente de Conocimiento de los profesores encuestados.	64
E.2. Cálculo del Coeficiente de Argumentación de los profesores encuestados.	65
E.3. Cálculo del Coeficiente de Competencia de los profesores encuestados.	65

Introducción

Los materiales de estudio son, desde hace más de un siglo, un instrumento de aprendizaje que ha facilitado la labor del profesor y ha actuado como intermediario entre el estudiante y la materia. La mayoría de los profesores no realizan una verdadera evaluación de estos materiales de estudio para su uso. En muchos casos hacen una selección de manera informal e intuitiva. De ahí que, la herramienta más utilizada por los docentes para valorar la adecuación y la utilidad de los estos, se expresa mediante la observación sistemática, seguida de los debates y los comentarios informales entre algunos profesores.

En este sentido, saber cómo se eligen en los centros; los criterios que determinan la prescripción de un material de estudio u otro, son elementos fundamentales para conocer la tipología profesional de los docentes y el posterior planteamiento didáctico de las clases. En este proceso selectivo, disponer de un modelo que permita poner de manifiesto estas diferencias es una herramienta útil para determinar el material de estudio que mejor se adapta tanto a las preferencias de un determinado estudiante como a la visión particular de cada profesor sobre la materia.

Con este objetivo, se vienen desarrollando desde el área de la Didáctica de la Matemática instrumentos de evaluación [Haro and Torregrosa, 2002], [Martín, 2002], [Bodí and Valls, 2002], apoyados en planteamientos teóricos [Aran, 1996], [Rico, 2000] y aplicados sobre diversos campos de contenidos y etapas educativas que permiten diferenciar el tratamiento que, sobre ellos, desarrollan las distintas editoriales.

En la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas los materiales de estudio los selecciona el comité de carrera, constituido por expertos, ellos proponen los materiales de estudio que se utilizarán en la asignatura.

Con el objetivo de lograr una adecuada selección de los materiales de estudio y que ellos le faciliten al estudiante el desarrollo del sistema de habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”, se pueden utilizar diversos métodos y técnicas de Inteligencia Artificial (IA) donde el término *inteligente* se asocia a la capacidad de adaptarse dinámicamente al desarrollo del aprendizaje del estudiante. En este caso se pueden citar los Sistemas de Recomendación que se definen como sistemas cuyas salidas son recomendaciones individualizadas, que ayudan a los usuarios a acceder a elementos útiles, en aquellas situaciones en las que hay que elegir entre un gran número de posibilidades.

Se conoce que en la UCI los estudiantes acceden diariamente al Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)

donde encuentran gran volumen de información relacionada con el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”, ya sea en la Bibliografía Complementaria o en la Bibliografía Básica. En estos espacios, los materiales de estudio propuestos se encuentran dispersos, no están dirigidos a conocer cómo alcanzar las habilidades propuestas en el programa analítico de la asignatura. Este gran volumen de información contribuye a que el estudiante se sienta desbordado al elegir un material para su estudio y obstaculiza el desarrollo de una habilidad específica. Actualmente en la UCI no existe ningún modelo o herramienta que utilice técnicas de IA y que facilite al estudiante una adecuada selección de materiales de estudio. Este tipo de herramientas, que proveen algún tipo de recomendación, ayudan a los usuarios a entender mejor la información necesaria para hacer un uso más efectivo de ella y realizar una correcta selección.

Por esta razón, se ha identificado como problema científico: ¿Cómo contribuir a la selección de materiales de estudio para el desarrollo de las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” de la asignatura Matemática I en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas?

El objeto de estudio de esta investigación lo constituye el uso de los materiales de estudio para el desarrollo de habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, siendo el campo de acción: la selección de los materiales de estudio para el desarrollo de las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” de la asignatura Matemática I en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Se definió como objetivo general de la investigación: Recomendar una selección de materiales de estudio para el desarrollo de las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” a partir de los preferidos por los estudiantes y bajo la supervisión del profesor mediante un modelo de un SRC.

Para darle solución al problema, es necesario dar respuesta a las siguientes preguntas científicas:

1. ¿Cómo se realiza actualmente la selección de materiales de estudio en la asignatura Matemática I para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”?
2. ¿Qué modelos para la selección de materiales de estudio existen actualmente que utilizan técnicas de IA?
3. ¿Qué herramientas se utilizan para validar el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio?
4. ¿El modelo del SRC para la selección de materiales de estudio cumple con su propósito?

Para dar respuesta a las preguntas científicas fue necesario plantear las siguientes tareas de la investigación:

1. Caracterización, a través del procesamiento de una encuesta a los estudiantes, del estado actual de la selección de materiales de estudio en la asignatura Matemática I para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

2. Determinación de los modelos para la selección de materiales de estudio existentes actualmente que utilizan técnicas de IA.
3. Modelación del SRC para la selección de materiales de estudio para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.
4. Constatación en la práctica por expertos del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

En la ejecución de las tareas científicas se combinan diferentes métodos y procedimientos teóricos y empíricos de la investigación científica en la búsqueda y procesamiento de la información, los fundamentales son:

Métodos Teóricos:

Histórico-lógico: Permite realizar un análisis histórico de los estudios que se han desarrollado sobre la selección de los materiales de estudio de Matemática, que faciliten la comprensión de la evolución de las investigaciones y las diferentes posiciones estudiadas.

Hipotético-deductivo: Permite reflejar los elementos comunes entre los fenómenos estudiados, establecer generalizaciones y analizar cada uno de los detalles hasta establecer las relaciones existentes entre estos fenómenos.

Enfoque de sistema: Favorece el establecimiento de las relaciones entre el proceso de enseñanza - aprendizaje, el software para la selección de materiales de estudio como medio informático y los sujetos que intervienen en este; para conformar el modelo del SRC.

Modelación: Se utiliza para representar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la selección de los materiales de estudio y configurar sobre esta base, el modelo de un SRC a partir de identificar las similitudes entre los estudiantes analizados.

Análisis documental: El uso de este método se realiza permanentemente durante el desarrollo de la investigación. Propiciar el estudio de documentos relacionados con la selección de los materiales de estudio y las técnicas de IA. Permite, además, obtener información sobre la evolución y el estado actual del objeto que se investiga, tanto nacional como internacional, sirve de referencia para la construcción del modelo de un SRC para la selección de materiales de estudio.

Métodos Empíricos:

La observación pedagógica: La experiencia de la autora como profesora de Matemática I se utiliza para explorar las situaciones educativas de los estudiantes de la muestra y extraer valoraciones.

La encuesta: Aplicada a los estudiantes se utiliza para identificar sus preferencias en relación a la utilización de materiales de estudio para el desarrollo del sistema de habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”. Al aplicarla a los profesores se validan el modelo y las recomendaciones.

Técnica Iadov: Este método se utiliza en la investigación para validar la retroalimentación de la propuesta sobre el nivel de satisfacción con la fiabilidad lograda por el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

Método estadístico

En el modelo propuesto se emplean coeficientes de similitud del Análisis Exploratorio de Datos Multivariados para la selección de los vecinos más cercanos y así construir estimadores predictores de los materiales recomendados por el software. También, se hace uso de tablas con porcentajes y diagramas de barras de la Estadística Descriptiva Univariada para explicar las características de la muestra de expertos en la validación.

El estudio se realiza a 88 estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas de la Facultad 6 de la UCI. Se toma de ellos la cohorte de los estudiantes matriculados en la asignatura Matemática I. Se desarrolla un modelo de un SRC, en el que se dispone de 13 materiales de estudios seleccionados por los colectivos de dicha asignatura de las diferentes facultades.

El diseño de la investigación es de tipo cualitativo descriptivo que propone un modelo de un SRC para la selección de materiales de estudio preferidos por los estudiantes. Estos materiales de estudio desarrollan el sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Las variables de la investigación se enuncian a continuación:

Dependiente: La selección de materiales de estudio para el desarrollo de las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Independiente: El modelo de un SRC.

La importancia, necesidad social, novedad y actualidad científica residen en que las nuevas tecnologías y el rápido crecimiento de Internet, han facilitado a los estudiantes el acceso a la información, planteando nuevos retos, entre los que se encuentra, cómo seleccionar un material de estudio cuando se enfrentan a un gran cúmulo de ellos. Muchos estudiantes tienen necesidad de buscar, en el profesor o en sus compañeros, orientación para elegir sus lecturas, ejercicios o prácticas. Para responder a ella, se han desarrollado distintas estrategias de información y recomendación, entre las que se encuentran los Sistemas de Recomendación y el modelo propuesto en este trabajo se basa en dichos sistemas.

En esta investigación se desarrolla un modelo de un SRC que ayuda al estudiante, ofreciéndole aquellos materiales de estudio que le pueden interesar más, referidos al desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas, basándose en sus preferencias y en las preferencias de otros estudiantes con características similares. Intenta demostrar la viabilidad de la aplicación de los Sistemas de Recomendación a los entornos educativos. La implementación del modelo permite contribuir a la selección de materiales de estudio relacionados con estas habilidades, apoyando el trabajo independiente y la atención

diferenciada por parte del profesor durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La significación práctica de la investigación está dada por la elaboración de una herramienta para la recomendación de materiales de estudio que permite, basada en las preferencias de los estudiantes, la selección de estos materiales de estudio que el estudiante no ha valorado y que han valorado estudiantes con preferencias similares a las suyas.

La tesis está compuesta por la presente introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos que complementan la información comprendida en ella.

Capítulo 1: Dedicado al marco teórico de la investigación. Se incluyen aquí los principales tipos de Sistemas de Recomendaciones existentes y su aplicación. Se hace énfasis en los SRC. Se mencionan algunas soluciones existentes.

Capítulo 2: Se presentan las características generales de la herramienta informática propuesta para soportar el modelo, además del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio que contribuirá al desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas, sus características y estructura general. Se describen las actividades del mismo: adquisición de preferencias de los estudiantes, cálculo de la matriz de similaridad mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson y obtención de los vecinos más cercanos, cálculo de todas las predicciones posibles, ordenación las predicciones de mayor a menor y luego se muestran las N mejores recomendaciones.

Capítulo 3: Se valida la aplicabilidad y fiabilidad del modelo a partir del método Delphi Modificado y la técnica Iadov para comprobar la retroalimentación de la propuesta sobre el nivel de satisfacción con la fiabilidad lograda con el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio y la retroalimentación de los usuarios.

Completa esta investigación un conjunto de conclusiones y recomendaciones, así como los anexos que aportan información valiosa al trabajo realizado. Las fuentes bibliográficas consultadas se encuentran asentadas al final de la tesis.

Capítulo 1

Marco Teórico de la investigación

En el presente capítulo se precisan los aspectos que conforman la fundamentación teórica de la investigación. Se realiza una revisión de los Sistemas de Recomendación. Se estudia el comportamiento de dichos sistemas en la Educación y su uso en la selección de materiales de estudio.

1.1. Sistemas de Recomendación

El actual auge de las Tecnologías de la Información, germen de lo que se conoce como Sociedad de la Información y su evolución hacia la Sociedad del Conocimiento, ha propiciado que las personas dispongan cada vez de más información para realizar múltiples tareas. Esto es, en cierto modo una ventaja, pero también se encuentra con frecuencia el problema de sobrecarga de información, lo cual puede llegar a dificultar seriamente la tarea de escoger la información adecuada a las necesidades propias de cada uno. Es en Internet donde esta situación se hace presente a menudo, debido al cada vez mayor número de sitios dedicados a múltiples propósitos que ofrecen una considerable colección de información.

El usuario necesita algún tipo de ayuda para elegir aquel contenido que sea de su interés. Así, en los últimos años, los servicios de las citadas aplicaciones web se han ido centrando en personalizar sus productos y/o servicios, de manera que consigan satisfacer las necesidades de cada usuario concreto. Es aquí donde interviene una herramienta ampliamente utilizada, de forma satisfactoria, para resolver este inconveniente: se trata de los *Sistemas de Recomendación*.

Los Sistemas de Recomendación son herramientas de ayuda a la toma de decisiones, y de los cuales existe un amplio espectro de aplicaciones, sobre todo para Comercio Electrónico y ocio. Existen diversos tipos de Sistemas de Recomendación que difieren en el método o proceso de obtención de las recomendaciones y/o en las fuentes de información usadas, pudiendo destacar: Sistemas de Recomendación Colaborativos [Herlocker et al., 2004], Sistemas Basados en Contenido [Pazzani, 1999], en Información Demográfica

[Pazzani, 1999], en Conocimiento [Burke, 2002], en Utilidad [Barranco et al., 2006], o hibridando alguna de estas técnicas [Burke, 2002].

Los Sistema de Recomendación Basados en Contenido: Generan recomendaciones de acuerdo a las preferencias del usuario con las características utilizadas en la representación de los ítems ignorando la información relativa de otros usuarios. En otras palabras, se le recomienda al usuario un ítem similar al que el mismo usuario haya elegido anteriormente.

Recomendaciones Basadas en el Conocimiento: Las sugerencias de los ítems se basan en inferencias sobre las necesidades de los usuarios y sus preferencias. Para ello se utiliza conocimiento en donde se tiene información sobre cómo un ítem específico responde a una necesidad en particular del usuario y, por lo tanto, la razón sobre la relación entre la necesidad y una posible recomendación.

Filtrado Colaborativo: También llamados Sistemas de Recomendación Sociales. Son un tipo de Sistemas de Recomendación para los que se crea un conjunto de usuarios que tienen características o gustos similares entre sí. Si a un conjunto del grupo de usuarios les gusta un determinado ítem, es de suponer que ese mismo ítem guste al resto de los usuarios de ese grupo. Se le recomienda al usuario un ítem que a las personas con mismos gustos y preferencias les haya gustado en el pasado. En la presente investigación se utiliza este tipo de Sistema de Recomendación para la elaboración de la solución.

1.2. Sistemas de Recomendación Colaborativo

Los SRC generan recomendaciones sobre las preferencias o necesidades de información de los usuarios, ignorando la información almacenada para la representación de los ítems. Estos sistemas localizan usuarios con un historial de valoraciones similar al del usuario al que se le quiera recomendar y generan las recomendaciones usando estos usuarios con preferencias similares. En este tipo de sistemas, las preferencias de información de los usuarios son usadas para definir perfiles que actúan como filtros sobre el flujo de ítems. Por tanto, la construcción de perfiles precisos, así como mantenerlos actualizados dinámicamente, es una tarea fundamental y el éxito del sistema dependerá en gran medida de ello [Quiroga and Mostafa, 2002].

Para mantener este esquema, la actividad de generación de recomendaciones se sigue por una fase de realimentación en la que los usuarios valoran la relevancia de las recomendaciones suministradas, y el sistema usa estas evaluaciones para actualizar automáticamente los perfiles de los usuarios [Hanani et al., 2001], [Resnick and Varian, 1997]. Dada su utilidad, su uso es cada vez más común en diversos campos con el fin de reducir la sobrecarga de información a la que se enfrenta hoy día.

1.2.1. Categorías de algoritmos de filtrado colaborativo

Para obtener un sistema de recomendación colaborativo de calidad es necesario elegir un buen algoritmo de filtrado colaborativo. Estos pueden dividirse en dos categorías:

Algoritmos basados en modelos o basados en ítems

Estos algoritmos basados en modelo proporcionan recomendaciones de ítems desarrollando primero un modelo (ya sea mediante redes bayesianas, clúster o modelos basados en reglas) de las puntuaciones de los usuarios sobre los ítems. No se utilizan técnicas estadísticas sino una aproximación probabilística que calcula el valor esperado de una predicción del usuario dados sus puntuaciones sobre otros ítems. Estos algoritmos miran en el conjunto de ítems que el usuario activo ha puntuado o evaluado y calcula cuán similar son estas puntuaciones con respecto al ítem activo, con el fin de realizar una predicción para el mismo. No obstante también hay que puntualizar, que no todos los algoritmos basados en ítem desarrollan obligatoriamente un modelo de las puntuaciones de los usuarios.

Algoritmos basados en memoria o basados en usuario

Un SRC se basa en la información que se obtiene de la interacción de usuarios con ítems. La interacción entre un usuario y un ítem viene dada por una preferencia que tiene el primero por el segundo. En algunos casos la interacción tiene un valor de preferencia que la representa y que determina el grado de preferencia del usuario por el ítem. El conjunto de usuarios y sus preferencias forman un modelo de datos de entrada para un sistema de recomendación. Las preferencias de algunos usuarios sirven para recomendar ítems a otros usuarios que tienen preferencias similares. Un grupo de usuarios que guardan similitud entre sí se denomina “vecindad”. Esta puede estar restringida de dos maneras; por el número máximo de usuarios que pueden conformarla, llamada vecindad “N Cercanos”; o por un valor mínimo de similitud que debe existir entre los usuarios, llamada vecindad “Umbral” [Breese et al., 1998]. Para determinar en qué medida son similares los usuarios se utilizan métricas de similitud, las métricas pueden usarse con o sin valores de preferencias.

Esta investigación centra su estudio en los SRC basados en usuario porque estos algoritmos utilizan la base de datos completa para generar una predicción. Su funcionamiento se basa en la utilización de técnicas estadísticas para encontrarle un conjunto de vecinos al usuario activo (es aquel que dejó de realizar una valoración a un determinado ítem y por tal razón se le realiza una recomendación) y posteriormente se utilizan una serie de algoritmos que combinan las preferencias de esta vecindad para realizar las predicciones y recomendaciones. Se considera además que este tipo de Sistemas de Recomendación son muy populares y exitosos en la práctica.

1.2.2. Soluciones existentes

En la literatura se contemplan varios estudios relacionados con los SRC, a continuación se detallan tres de los más relevantes:

ORIEB - Web de Orientación para el Bachillerato

OrieB es un sistema encargado de orientar académicamente al estudiante cuando se enfrente a la complicada decisión de elegir un perfil académico y unas materias a cursar en su siguiente etapa educativa. El

sistema realiza 3 tipos de recomendaciones: la modalidad de Bachillerato más adecuada para el individuo (a elegir de entre 4 posibles), las asignaturas de modalidad y optativas más recomendadas, y asignaturas obligatorias en las que el alumno puede requerir refuerzo educativo.

Dado que las recomendaciones se calculan en base a la similitud de los usuarios, y esta puede dar valores desviados (alta similitud con números bajos de elementos en común), para aumentar la fiabilidad de las recomendaciones, el sistema proporciona información adicional que expresa no sólo lo adecuada que es una recomendación para el individuo, sino también el grado de confianza que merece, teniendo en cuenta cómo esa recomendación es construida por el sistema basándose en las predicciones [Castellano et al., 2007].

LIBRA - Sistema de Recomendación de Libros

Libra es un sistema para la recomendación de libros implementado en la Universidad de Texas como prototipo. La idea es explorar mecanismos que permitan explotar información semi-estructurada perteneciente a colecciones de libros. La información es extraída de la compañía en línea Amazon, que proporciona descripciones de libros solicitados. Los algoritmos empleados para el aprendizaje requieren evaluar ejemplos previamente.

FAB - Sistema de Recomendación de Páginas Electrónicas

FAB - Sistema de recomendación de páginas electrónicas que alude a la concepción de un periódico virtual que se adecua a los gustos de lectura propios de un usuario. Este sistema tiene como precedente a LIRA implementado en 1994 [Balabanović and Shoham, 1997].

En ninguna de estas soluciones se tienen en cuenta las preferencias de los estudiantes como punto de partida para generar las recomendaciones, ni la recomendación que se le realiza al estudiante está enfocada al desarrollo de ciertas habilidades en un tema específico.

1.3. Medidas de similaridad

Las medidas de similitud o de distancia son expresiones matemáticas que permiten resumir en un número el grado de relación entre dos usuarios, midiendo sobre la base de semejanza o diferencias entre cualidades medidas a los usuarios y/o entre cantidades de atributos. Estas medidas son fundamentales en la definición de métodos de agrupamiento y han sido estudiadas desde la década de los 50, en campos tan variados como la Psicología o el tratamiento de imágenes, así como en temas de filtrado colaborativo para sistemas de recomendación. Las medidas de similitud más usuales en este último campo son el Coeficiente de Correlación de Pearson [Breese et al., 1998] y la Similitud del Coseno [Breese et al., 1998]. Ambas implementadas en el software que da soporte al modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

1.3.1. Coeficiente de Correlación de Pearson

Esta medida de similitud es una de las más utilizadas en el ámbito del filtrado colaborativo. El Coeficiente de Correlación de Pearson entre un usuario “u” y otro usuario “v”, se puede expresar como:

$$r(u, i) = \frac{\sum_{j=1} (r_{ui} - \bar{r}_u)(r_{vi} - \bar{r}_v)}{\sqrt{\sum_{j=1} (r_{ui} - \bar{r}_u)^2 * \sum_{j=1} (r_{vi} - \bar{r}_v)^2}} \quad (1.1)$$

siendo $r_{u,i}$ la valoración del usuario “u” sobre el ítem “i”, $r_{v,i}$ ídem para usuario “v” e ítem “i”, y \bar{r}_u y \bar{r}_v los valores medios para los usuarios “u” y “v” respectivamente.

Una vez se tienen los pesos de correlación de cada algoritmo hay que saber cuán confiables son estos pesos. Es posible tener un alto grado de correlación con vecinos con los que se comparten pocos elementos valorados por el usuario actual pero con igual valoración. El uso de estos pesos proporciona unas estimaciones malas, puesto que para tener una idea real de la correlación, cuantos más votos compartidos mejor. En los casos de pocas muestras es recomendable disminuir el factor de correlación en función del número de votos compartidos. El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1, +1]:

1. Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta.
2. Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
3. Si $r = 0$, no existe relación lineal.
4. Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.
5. Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta.

1.3.2. Similitud del coseno

En el campo de recuperación de información, la similitud entre dos documentos se mide a menudo considerando cada documento como un vector de frecuencias de palabras y calculando el coseno del ángulo formado por los dos vectores de frecuencia. Se puede adoptar este formalismo para sistemas de filtrado colaborativo, donde los usuarios toman el papel de los documentos, los títulos asumen el papel de las palabras y los votos responden al papel de las frecuencias de la palabra. Es importante destacar que los votos deben ser positivos para ser tenidos en cuenta. Se puede formular esta medida de similitud como sigue:

$$r(u, i) = \cos(\vec{v}_u, \vec{v}_i) = \frac{\vec{v}_u \vec{v}_i}{\|\vec{v}_u\|^2 X \|\vec{v}_i\|^2} = \frac{\sum_j v_{u,j} v_{i,j}}{\sqrt{\sum_j (v_{u,j})^2 * \sum_j (v_{i,j})^2}} \quad (1.2)$$

Este coeficiente proporciona un valor entre 0 y 1, donde el 0 indica mínima similitud. Estas dos medidas de similitud definen un recurso que permite elegir una serie de usuarios con los cuales poder realizar una

predicción. Sin embargo, existen extensiones que permiten en cierto modo mejorar la precisión de estas medidas.

1.4. Algoritmos de Predicción

El problema recomendación se puede definir como la estimación de la respuesta de un usuario para un ítem que no ha sido valorado por él, sobre la base de la información histórica almacenada en el sistema, y que sugiere a este usuario si la respuesta pronosticada es alta. Existen diversos métodos para realizar una predicción, entre ellos los que se utilizan en los SRC. Entre los enfoques de recomendación colaborativos, los métodos basados en vecinos más cercanos presentan gran popularidad, debido a su simplicidad, su eficiencia y su capacidad para producir precisas y personalizadas recomendaciones.

1.4.1. Recomendación basada en vecinos más cercanos

En esta investigación se asume la técnica propuesta en [Kantor et al., 2011] para calcular la predicción de los algoritmos basados en usuarios, esta técnica se conoce como la Media Centrada, presupone que una predicción para un usuario concreto sobre un ítem es igual al valor medio de ese ítem más un ajuste que es la suma ponderada de las evaluaciones hechas por el usuario y su similaridad con el ítem activo. La expresión para la técnica es la siguiente:

$$v_{u,i} = \bar{r}_u + \frac{\sum_{v \in N_i(u)} s_{u,v} (r_{v,i} - \bar{r}_v)}{\sum_{v \in N_i(u)} s_{u,v}} \quad (1.3)$$

De esta manera se pueden obtener predicciones para los ítems deseados no puntuados por el usuario. El usuario activo proporciona una serie de ítems para los que desea obtener predicciones y se le devuelve una predicción para cada ítem no valorado por él.

1.5. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación

En el mundo actual se ha probado la gran versatilidad de las TIC, lo que ha permitido en los próximos años una introducción explosiva, transformadora y benéfica en términos productivos, sociales y culturales en general, en múltiples y diversas actividades humanas. De lo que se trata es de relacionar las tecnologías en este caso las TIC, con la educación, a pesar de que las mismas no surgieron en el campo educativo, sino que tuvieron que emigrar y establecerse en este ambiente y adaptarse a sus condiciones. “Las llamadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), son el resultado de las posibilidades creadas por la humanidad en torno a la digitalización de datos, productos, servicios, y procesos, y de su transportación

a través de diferentes medios, a grandes distancias y en pequeños intervalos de tiempo, de forma confiable, y con relaciones, costo-beneficio nunca antes alcanzados por el hombre” [Castañeda, 2003].

La autora asume el criterio de Y. Villanueva la cual considera que “el término TIC se refiere a la simbiosis de dos importantes tecnologías: la tecnología del procesamiento de información y la de la transformación de la información. En otras palabras se refiere a: redes de comunicación (redes de computadoras, redes telefónicas, satélites de comunicación, etc.), multimedia, hipermedia, servicios de transformación de información, a grandes de redes telemáticas (Internet, Teleconferencias, el propio software, etc.), que finalmente, tienen como denominador común a la computadora como vínculo para el acceso a cada una de ellas” [Villanueva, 2005].

Dentro de las TIC, están las computadoras personales (PC) y sus equipos complementarios (impresoras, cámaras, scanner, quemadores de DVD, entre otros) que constituyen posiblemente, la única serie de productos que sube de calidad y baja de precio de manera significativa en el mercado mundial en los últimos años. El desarrollo e integración reciente de las TIC a la sociedad abre posibilidades, de solución a múltiples problemas sociales, como los de la educación, pese a que no fueron creadas para satisfacer necesidades de esa actividad, su introducción en el proceso de enseñanza - aprendizaje, es una necesidad, impuesta por el desarrollo tecnológico de la sociedad.

En la educación las TIC son una herramienta de apoyo pedagógico con grandes potencialidades, independientemente, de las insuficientes prácticas realizadas para llegar a un consenso que las implemente. Es un problema pedagógico la introducción de las TIC, en el proceso de enseñanza - aprendizaje y este problema debe estar regulado desde el punto de vista psicológico y didáctico, reconociendo la transformación que esto implica.

El éxito de un modelo pedagógico no radica en los medios de enseñanza, por muy modernos que sean, ya que una tecnología adquiere valor pedagógico cuando se le utiliza sobre la base del aprovechamiento de sus recursos de comunicación para promover y acompañar el aprendizaje. Es opinión de esta autora que el éxito o no de un modelo pedagógico determinado, radica en la selección de la teoría psicológica y pedagógica que responda a los objetivos del proceso de enseñanza - aprendizaje. El uso de de las TIC, en el nivel universitario puede aportar múltiples ventajas. Entre otras se pueden relacionar las siguientes:

1. Los alumnos se acercan a los contenidos desde un entorno menos rígido, lo que favorece su rápida familiarización con las computadoras y el uso de software, aumenta la autonomía, tienen acceso a más información. Anteriormente el estudiante adquiría el conocimiento a través de su profesor y como alternativa solo encontraba la búsqueda de información en textos de bibliotecas, tareas que muchos les resulta aún engorrosa.
2. El estudiante logra ver cambios en los métodos de impartir docencia, cambia el aspecto del aula y el tipo de actividades. El alumno se siente mas partícipe de su aprendizaje, comprende la necesidad de su constante búsqueda de información y análisis de la misma. De esta forma logra establecer su propio

ritmo de aprendizaje y acercarse a conceptos complejos y abstractos a través de otros lenguajes: sonido, animaciones, vídeos, simulaciones, lenguaje hipertextual, etc.

3. Se avanza más rápidamente en el aprendizaje de los distintos contenidos, lo que permite una mayor reflexión y análisis sobre los mismos, pudiendo retornar a ellos sin dificultad si fuese necesario. Esto posibilita además, abarcar más contenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje o realizar mayor ejercitación de los adquiridos.

La autora considera que en estas posiciones se puede valorar la introducción de los SRC en la Educación y específicamente en la UCI por las características que posee, cada estudiante desde cualquier lugar de la universidad, en la residencia, en los laboratorios docentes, en la biblioteca, entre otros, tiene acceso a estas tecnologías. La introducción de los Sistemas de Recomendación Colaborativos en la Educación viene dado por el acelerado desarrollo de la ciencia y la técnica y se ha manifestado en todos los ámbitos y niveles sociales, de manera que en la contemporaneidad la tecnología se ha convertido en uno de los productos fundamentales del consumo de la sociedad. Esta avalancha tecnológica está cambiando los procesos de aprendizaje en los jóvenes actuales, especialmente, en las generaciones futuras debido a que acceden en una edad más temprana a la denominada tecnología “de punta”. Esta es una realidad que exige al sistema educativo mundial la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso docente de las instituciones educativas.

El desarrollo de la Educación Superior fue tema de profundo análisis en la década de los 90. Entre los espacios dedicados a esta actividad, es necesario destacar por su relevancia internacional, la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior auspiciada por la UNESCO. En la Declaración Final del evento se plantean las misiones y funciones de este nivel de enseñanza para el siglo XXI [[sobre la Educación Superior, 1998](#)], y hace énfasis especial en los rápidos progresos de las tecnologías y la necesidad de su inserción en el sistema educativo universitario.

La Educación Superior tiene gran significación para el desarrollo sociocultural y económico de la sociedad. En el transcurso de esta enseñanza las nuevas generaciones reciben competencias, conocimientos y un sistema de valores para contribuir a la construcción del futuro. Hoy la educación desempeña un rol protagónico en una sociedad que persigue el crecimiento de las potencialidades de los individuos, su fin es lograr el desarrollo humano para el mejoramiento de la calidad de vida. Incluye desde la forma de hacerse de conocimientos, como la manera de adquirir buenos hábitos, actitudes, habilidades, destrezas y valores.

Hoy día, la Educación persigue la formación integral del estudiante, por lo que se requiere un modelo de enseñanza que tribute al cumplimiento de este objetivo. En este sentido, cuando se analiza el tipo de aprendizaje que deben desarrollar las instituciones en correspondencia con las exigencias educativas actuales, es necesario considerar una teoría que ha tenido gran significación para la concepción del proceso docente educativo: el enfoque histórico cultural.

En esta investigación se parte de una concepción del proceso de enseñanza aprendizaje fundamentado en el Enfoque Histórico Cultural desarrollado por L. S, Vigotsky y seguidores, a partir de la cual se coincide con Castellanos y otros [Castellanos, 2001] quienes lo plantean: como proceso de socialización en el que el estudiante se inserta como objeto y sujeto de su aprendizaje, asumiendo una posición activa y responsable en su proceso de formación, de configuración de sus conocimientos, habilidades y valores que propician su desarrollo personal, guiados por el profesor a través de diferentes actividades individuales y grupales.

En el enfoque Histórico Cultural desarrollado por L. S, Vigotsky se introducen categorías fundamentales, llamadas componentes estructurales, entre las que se encuentran:

1. Objetivo (¿Para qué?)
2. Contenido (¿Qué?)
3. Método (¿Cómo?)
4. Medio (¿Con qué?)
5. Forma (¿Cómo se organiza)
6. Evaluación (¿En qué medida se logra el objetivo?)

En esta investigación se evidencian dos categoría, el objetivo y los medios de enseñanza-aprendizaje. El primero como categoría rectora, no es más que el componente orientador del proceso, representa la modelación del resultado y está condicionado por las exigencias sociales de una época determinada. Los objetivos son fines o propósitos previamente concebidos como proyecto abierto o flexible, que guían la actividad de profesores y alumnos para alcanzar las transformaciones en los estudiantes, expresa el vínculo entre la Escuela y la Sociedad, y los Medios de enseñanza-aprendizaje, que representan todos aquellos componentes del proceso docente-educativo que sirven de soporte material a los métodos de enseñanza para posibilitar el logre de los objetivos. Están constituidos por objetos naturales o conservados o sus representaciones, instrumentos o equipos que apoyan la actividad de docentes y alumnos en función del cumplimiento del objetivo.

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje los medios de enseñanza constituyen un elemento imprescindible, tienen un valor significativo para facilitar la enseñanza y desarrollar el aprendizaje a través de objetos reales. No sólo son utilizados por los profesores, sino que deben resultar de verdadera importancia para los estudiantes. Un colectivo de autores alemanes refiere que los medios de enseñanza son: “condiciones materiales que hacen posible para los maestros y alumnos un trabajo de enseñanza exitoso: son medios auxiliares de la escuela con funciones didácticas específicas” [Holzinger et al., 1996].

Necesariamente para que estos medios adquieran el carácter de enseñanza deben ser adaptados al contexto educativo sobre la base de objetivos predeterminados. Otro punto de vista define que los medios, recursos o materiales que se utilicen en la enseñanza, adquieren su verdadero papel como medios de enseñanza y aprendizaje, cuando se utilizan en sistema y en relación con las restantes categorías didácticas [Zilberstein and Silvestre, 2005]. Es importante señalar la interrelación dialéctica que existe entre éstos y las demás categorías didácticas, puesto que de forma conjunta estructuran y guían el desarrollo de la clase.

Finalmente, la presente investigación asume la definición ofrecida por Vicente González Castro cuando plantea que: “medio de enseñanza es aquel que porta o ilustra el contenido del proceso de enseñanza - aprendizaje. Además, posibilita la actividad del docente y del estudiante con la finalidad de adquirir este contenido” [González Castro, 1986]. Todos los materiales que contengan información para complementar el contenido de la clase aumentan la motivación por el aprendizaje.

Actualmente es un mérito el enfoque y uso educativo que se le ha dado a los medios, incorporándolos como herramientas didácticas y de aprendizaje. El cine, el televisor, el video, las presentaciones didácticas y los software desarrollados con fines educativos se integran a la variedad de medios de enseñanza que utiliza el profesor para fomentar el proceso de enseñanza - aprendizaje.

La autora opina que el empleo de los sistemas de recomendación como medio para seleccionar los medios de enseñanza - aprendizaje tiene dos ventajas fundamentales: las potencialidades que desde el punto de vista tecnológico poseen, y el enfoque pedagógico y educativo que el profesor pueda darle, potenciando en el estudiante el conocimiento, los valores y el espíritu crítico.

1.5.1. El uso de los Sistemas de Recomendación Colaborativo en la selección de los materiales de estudio

En la Educación, los estudiantes necesitan o buscan información de acuerdo a sus necesidades, por una especialidad o simplemente por preferencias académicas. En dichas búsquedas, las personas obtienen las recomendaciones de terceros para elegir documentos, revistas, libros, videos, elementos relacionados con sus requerimientos o una opción para la resolución de ejercicios, talleres, investigaciones, aplicaciones, etc. Cuando se trata de un ambiente físico, los compañeros de estudio, de trabajo o los docentes, son personas que pueden efectuar dichas recomendaciones.

Sin embargo, cuando se trata de selección de materiales de estudio, se requiere de una herramienta que los supla, y ayude en el proceso de selección de estos medios de enseñanza-aprendizaje. Los SRC son aplicaciones que pueden ayudar en la búsqueda de dichos elementos con base en las preferencias que el usuario manifieste, por su información histórica o la de personas con preferencias similares.

Los docentes se encuentran con una cantidad de bibliografía que en ocasiones es imposible revisar en su totalidad; los estudiantes, requieren buscar un tema específico pero no saben a cuál material de estudio acudir, o están resolviendo un caso específico y no saben si la ruta elegida es la mejor para su solución. En estas circunstancias, los compañeros de estudio o el docente pueden recomendar bibliografía o posibilidades de formulaciones o interpretaciones para la resolución de los casos.

Cuando el estudiante o el mismo docente están solos frente a su computadora, encuentran que la información relacionada en una búsqueda cualquiera es imposible de leer, analizar e interpretar en su totalidad, hecho que puede generarles ansiedad y frustración. Por ello, la implementación de SR para la selección de materiales

de estudio ayudan en la consecución de las expectativas de sus usuarios (principalmente estudiantes).

Para la Educación Superior, una universidad podría incorporar en su sitio web un SR para sugerir a los estudiantes, materiales de estudio que podrían ser de su interés, de acuerdo a sus preferencias. Asimismo, para el estudiante, sería muy conveniente y práctico que un SR le mostrará los materiales de estudio que más le pueden interesar.

La adopción por parte de las instituciones de enseñanza superior de los SRC puede redundar en claras mejoras de la selección de materiales de estudio para una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El sistema de recomendación desarrollado tiene en cuenta por un lado el objetivo porque de este en el programa analítico de la asignatura se desglosa el sistema de habilidades que fueron usadas para encuestar a los estudiantes en qué material se estudio le fue más útil para el desarrollo de dichas habilidades y más tarde emitir un criterio de valoración de la efectividad o calidad del proceso y por otro lado, los medios de enseñanza aprendizaje, porque el software propuesto en primer lugar facilita al estudiante seleccionar materiales de estudio y en segundo lugar contribuyen a que estos ayuden en la formación de cada una de las habilidades propuestas, que más tarde darán cumplimiento al objetivo trazado en la asignatura.

Capítulo 2

Propuesta de la solución

En este capítulo se explican las características del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio, los principios didácticos que lo rigen, la herramienta informática que soporta este modelo y se ilustra la salida de la solución en un caso de estudio con las respuestas de algunos estudiantes del total de la muestra.

2.1. Modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio

En este epígrafe se describen las características del modelo y su estructura general. Se presenta su flujo de trabajo: adquisición de preferencia de los estudiantes, cálculo de la matriz de similitud, obtención de los vecinos más cercanos y estos pasos contribuyen a que finalmente se muestren las recomendaciones. Se describen en detalle estas actividades.

2.1.1. Características del modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio

Un modelo es una representación simplificada de la realidad que cumple una función heurística [Denning, 2011], [Galagovsky and Adúriz-Bravo, 2001]. El desarrollo de este implica revelar desde una perspectiva de análisis, una manifestación que permite una comprensión más plena del objeto de estudio para resolver el problema y representarlo de alguna manera con un enfoque sistémico [Reina-Romo et al., 2012].

Tomando como punto de partida los SRC, el modelo ayuda a la selección de dichos materiales de estudio relacionados con el desarrollo de las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I. El modelo se orienta al incremento de la aplicabilidad

y fiabilidad de la selección de los materiales de estudio. Las premisas fundamentales están relacionadas con la capacidad que tiene el mismo de obtener una lista de materiales de estudio susceptibles de ser recomendados y luego, de esos, recomendarle aquellos que están en correspondencia con sus preferencias.

2.1.1.1. Materiales de estudio que recomienda el sistema informático para su selección

Los materiales de estudio son los elementos que recomienda el modelo del SRC para su selección, para ello, se tienen en cuenta las habilidades a desarrollar por cada estudiante en un tema específico. Durante el primer semestre del primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas y como parte de la asignatura Matemática I se eligió el tema: “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” para trabajar en el modelo. En este tema el estudiante debe desarrollar el sistema de habilidades que propone el programa analítico de la asignatura que se enuncian a continuación:

1. Interpretar el concepto de derivada de una función de una variable a partir del límite que la define.
2. Interpretar geoméricamente el concepto de derivada.
3. Derivar funciones de una variable real empleando la definición y las reglas de derivación.
4. Determinar la ecuación de la recta tangente y normal a una curva en un punto.
5. Calcular límites utilizando la regla de L'Hopital y las propiedades de los límites.
6. Caracterizar e interpretar el concepto de diferencial.
7. Aplicar el diferencial de funciones de una variable real a la solución de problemas en que sea conveniente la linealización de la función.
8. Realizar cálculos aproximados sencillos donde se emplee el diferencial como aproximación del incremento.
9. Determinar el polinomio de Taylor de grado “n” para aproximar una función de una variable real en un intervalo dado.
10. Resolver problemas sencillos de razón de cambio.
11. Determinar los extremos locales de una función así como sus intervalos de monotonía.
12. Determinar los intervalos de concavidad/convexidad y la existencia de puntos de inflexión.
13. Determinar los extremos absolutos de funciones continuas definidas sobre intervalos compactos.
14. Trazar la gráfica de una función conocidos sus elementos esenciales.

15. A partir de la gráfica de una función dada, determinar algunos de sus elementos más representativos.

La nomenclatura de los materiales de estudio que se usa en la herramienta informática desarrollada es la que aparece a continuación (para cada material de estudio aparecen entre paréntesis las habilidades que desarrollan):

1. ME1- Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990 (Habilidades: 1, 2, 3, 5, 9, 13, 14 y 15).
2. ME2- El Cálculo Diferencial e Integral. Earl W. Swokowski (Habilidades: 2, 7, 9 y 10).
3. ME3- Cálculo Diferencial e Integral. Tomos 1, N. Piskunov (Habilidades: 1, 6, 9, 10 y 13).
4. ME4- Conferencia 3. Derivadas de funciones reales de una variable (Habilidades: 1, 4 y 10).
5. ME5- Cálculo y Geometría Analítica. Larson 6ta Edición Vol.1 (Habilidades: 2, 4, 7, 10 y 13).
6. ME6- Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart (Habilidades: 1, 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14 y 15).
7. ME7- Cálculo I. Teorías y problemas de análisis matemático en una variable. Alfonsa García y otros. Tercera Edición (Habilidades: 4 y 6).
8. ME8- Conferencia 4: Regla de L'Hospital (Habilidades: 5).
9. ME9- Conferencia 5: Extremos Locales de funciones (Habilidades: 11, 12 y 13).
10. ME10- Fundamentos de análisis matemático, V Llín y Pozniak (Habilidades: 4, 5, 8 y 10).
11. ME11- Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte) (Habilidades: 11, 12, 13, 14 y 15).
12. ME12- Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte) (Habilidades: 11, 12, 13, 14 y 15).
13. ME13- Conferencia: Límite de funciones (Habilidades: 5).

2.1.2. Tareas del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio

El modelo del SRC para la selección de materiales de estudio está basado en el uso del filtrado colaborativo basado en usuario, como técnica de IA para seleccionar los materiales de estudio que estén en correspondencia con las preferencias de los estudiantes. Este les recomienda para su selección, estos materiales de forma

personalizada. El acceso a los mismos incluye, tanto la bibliografía básica como la complementaria con el objetivo de reforzar los conceptos adquiridos en el aula y permitir al estudiante el desarrollo de un aprendizaje significativo dentro del semestre en el que se imparte la asignatura, pues los estudiantes se encuestan inmediatamente después de culminar el tema con el objetivo de utilizar sus preferencias en el software para que este recomiende materiales que no han sido seleccionados por cada estudiante, de modo que estos nuevos materiales pueda incorporarlos en su trabajo independiente para su preparación con vistas al examen final de la asignatura. Obviamente, este sistema se podría aplicar en un ámbito interdisciplinario, incluyendo cualquier asignatura. En este trabajo se usa específicamente para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

En la Figura 2.1 se puede observar el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. El objetivo es, recomendarlos con la idea de seleccionarlos para cubrir las necesidades pedagógicas que van presentando los estudiantes, relacionados con el sistema de habilidades antes mencionado, por lo que se deben buscar esquemas de representación adecuados que permitan relacionar materiales de estudio con las necesidades de los estudiantes. Por ello, se considera que la solución debe basarse en las habilidades propuestas. Así, por un lado, un material de estudio satisface o ayuda a desarrollar algunas de esas habilidades, y por otro, un estudiante tiene necesidad de desarrollar determinadas habilidades para un correcto aprendizaje del tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura que se analiza en la investigación.

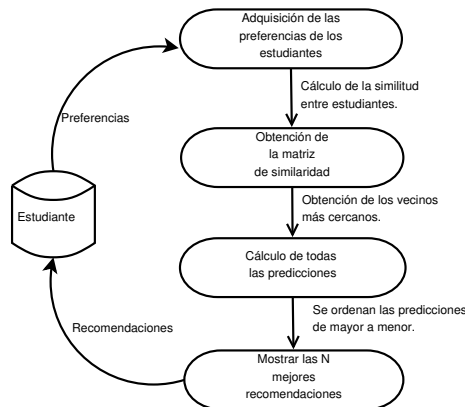


Figura 2.1: Flujo del proceso que muestra la estructura del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

El modelo presentado en la Figura 2.1 consta de 4 procesos los cuales se enuncian seguidamente:

- Paso 1: Adquisición de preferencias de los estudiantes.
- Paso 2: Obtención de la matriz de similitud y, a partir de esta, los K vecinos más cercanos a cada estudiante que no valoró un material de estudio dado (usuario activo).

- Paso 3: Cálculo de todas las predicciones posibles de los materiales de estudio no valorados por cada estudiante.
- Paso 4: Ordenamiento de las predicciones e ilustración de los materiales de estudio más adecuados para ser recomendados al estudiante.

La implementación de la herramienta informática que soporta el modelo tiene presente cada uno de estos procesos. El modelo está compuesto por un flujo principal del cual se descomponen flujos correspondientes a cada uno de sus procesos. Más adelante se presentan estos detalladamente (Figura 2.2, Figura 2.3, Figura 2.4, Figura 2.5).

2.1.2.1. Adquisición de preferencias de los estudiantes

Sea “A” un usuario activo, es decir, un estudiante que no valoró uno de los 13 materiales orientados para el tema y que desea obtener una recomendación por medio de la herramienta informática implementada. Sus preferencias, junto a las preferencias de sus compañeros han sido procesadas previamente y almacenadas en una matriz. Si $C = (1, 2, \dots, 10)$ es la escala que se emplea en la encuesta de los estudiantes para valorar la preferencia por un material de estudio e $I = (I_1, I_2, \dots, I_{13})$ es el conjunto de materiales de estudio considerado.

El objetivo del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio es: dados el conjunto de materiales de estudio I que contribuye al desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I, la escala “C” para valorar preferencias y un perfil del estudiante P_u con sus 13 respuestas a las preguntas de la encuesta, se quiere recomendar aquel(los) material(es) de estudio I_k que más se asemeje(n) a las necesidades del estudiante, expresadas por medio de su perfil P_u . En la Figura 2.2 se representa el flujo que se sigue para la adquisición de preferencias de los estudiantes. Inicialmente, de la encuesta de los estudiantes se almacenan las preferencias de cada uno en una matriz. Cada preferencia toma un valor del conjunto “C”.

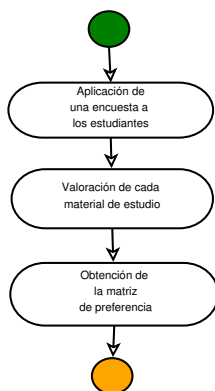


Figura 2.2: Flujo del proceso que muestra la adquisición de preferencias de los estudiantes.

2.1.2.2. Obtención de la matriz de similitud y los K vecinos más cercanos

En este paso, dada la matriz de preferencia cuyas filas representan los 88 perfiles P_u de los estudiantes respecto al conjunto “ I ” de materiales de estudio, se construye una matriz de similitudes, empleando el Coeficiente de Correlación de Pearson (1.1) como similitud entre dos perfiles cualesquiera. Para un usuario activo se determinan los vecinos más cercanos a él, a partir del ordenamiento de las similitudes del usuario respecto a los 87 estudiantes restantes, teniendo en cuenta un número de vecinos a seleccionar en el software y el criterio de cercanía [Kantor et al., 2011].

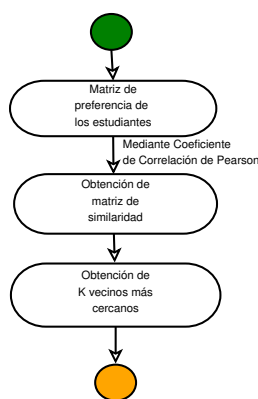


Figura 2.3: Flujo del proceso que muestra la obtención de los K vecinos.

Durante la delimitación de los K vecinos más cercanos se debe tener en cuidado si la cantidad de vecinos es elevada. Aquellos usuarios cuyo peso, determinado por la similitud con otro estudiante, resulta alto en el sentido positivo podrían subvalorarse debido a otra similitud con un peso alto, pero negativo, es decir, los coeficientes de menor peso dispersan la correlación con los vecinos de mayor peso (téngase en cuenta que la correlación toma valores en el intervalo $[-1,1]$).

2.1.2.3. Cálculo de todas las predicciones

Una vez obtenidos los K vecinos más cercanos al usuario activo se inicia el proceso de recomendación de materiales de estudio al mismo, construyéndose estimadores de predicción para cada uno de los materiales que no fueron valorados por el usuario activo. Estos estimadores se calculan mediante la *Media Centrada* (1.3) que depende de las similitudes y de las valoraciones de los vecinos más cercanos respecto a estos materiales. En este momento se realiza el filtrado colaborativo, buscando todas las posibles recomendaciones para el usuario activo. En la Figura 2.4 se representa el flujo que se sigue para el cálculo de las predicciones.

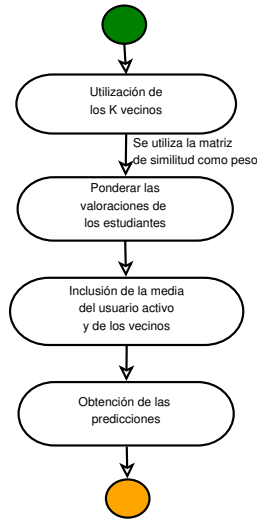


Figura 2.4: Flujo del proceso que muestra el cálculo de todas las predicciones.

2.1.2.4. Ordenación de las predicciones y devolución de las N mejores recomendaciones

Los estimadores de predicción de todos los materiales de estudio no valorados por el usuario activo se ordenan de mayor a menor y de acuerdo a un criterio respecto al número de materiales a recomendar y a cierto rango de predicción admisible, clasificándose los mismos en susceptibles de ser recomendados y recomendados. En la Figura 2.5 se representa el flujo que se sigue para la obtención de las N mejores recomendaciones.

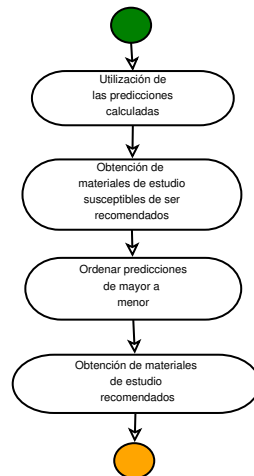


Figura 2.5: Flujo del proceso que muestra la obtención de las N mejores recomendaciones.

Para obtener las recomendaciones se ordenan las predicciones por los valores obtenidos y se seleccionan los N primeros materiales de estudio para sugerirle al usuario activo. El rango de la recomendación está dado por el mínimo de predicción que establezca el usuario del sistema.

2.2. Principio didáctico manifestado en el modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio

Para lograr el desarrollo desde el punto de vista científico en el proceso de enseñanza - aprendizaje, hay que trabajar en la búsqueda de soluciones a las principales contradicciones que enfrenta el mismo. Partiendo de este principio, en este epígrafe, se hacen valoraciones sobre el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Se asume la posición del autor E. Requesens, el cual plantea que: “un modelo didáctico es un instrumento que facilita el análisis de la realidad educativa con vistas a su transformación” [Requesens and Díaz, 2009]. El modelo que se presenta, es el resultado de la investigación de la autora, encaminado a la selección de materiales de estudio relacionados con el tema “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

En el modelo se analizan las preferencias de los estudiantes por los materiales de estudio, obtenidas a partir de una encuesta y se obtienen recomendaciones de esos materiales de estudio. Este resultado está encaminado a superar las dificultades expuestas en la situación problemática. En correspondencia con los fundamentos teóricos asumidos, se formulan sugerencias encaminadas al logro de un proceso de enseñanza - aprendizaje fundamentado en el Enfoque Histórico Cultural, empleando el sistema informático desarrollado como medio para seleccionar un medio de enseñanza-aprendizaje en este proceso.

Se propone la asimilación del contenido, partiendo de que los materiales de estudio son recomendados por la herramienta informática implementada en relación con el desarrollo de las habilidades propuestas en el programa analítico de la asignatura y se tienen en cuenta las preferencias de los estudiantes por dichos materiales, lo que influiría en una mayor asimilación de los contenidos tratados en ellos.

La autora entiende que la delimitación de los principios para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje adquiere cada día mayor relevancia para la Didáctica de la Educación Superior, como parte de los esfuerzos que se realizan en todas las universidades para perfeccionar la formación de los profesionales. A pesar de que diferentes autores se refieren a los principios que, según sus consideraciones, son los más importantes para seguir dicho proceso, no se ha logrado una unanimidad entre ellos por partir de diferentes criterios.

Este controvertido aspecto, constata que no existe consenso ni en la forma de nombrarlos, ni en su explicación; algunos se refieren explícitamente al término principios de la educación [Labarrere and Valdivia, 1988], [Piaget and Buey, 1972], también aparecen como exigencias para una educación efectiva [Martínez, 1995], principios para la dirección del proceso pedagógico [Álvarez de Zayas, 1999]. En realidad, no se trata de un problema terminológico, sino semántico también, porque se detectan diferencias en los enfoques y la valoración de su papel en el proceso pedagógico.

De acuerdo con el criterio de Carlos Manuel Cañedo Iglesias que plantea que “en la formulación científicamente argumentada para la dirección del proceso pedagógico universitario, es la determinación precisa lo que se entiende por ellos” [Cañedo Iglesias and Cáceres Mesa, 2008]. Según este autor palabra principio proviene de la raíz latina principium que significa comienzo, por tanto en la opinión del investigador de esta tesis, se trata de lo inicial o primario para dar inicio al proceso pedagógico universitario.

Siguiendo el criterio de Cañedo [Cañedo Iglesias and Cáceres Mesa, 2008] estos principios en cuestión son: principio de la personalidad, principio de la unidad cognitivo y lo afectivo, principio de la unidad y la comunicación, principio de la unidad de las influencias educativas, principio de lo instructivo, lo educativo y desarrollador, principio de la unidad del carácter científico e ideológico, principio del carácter colectivo e individual, principio de la vinculación de la educación con la vida y el estudio con la profesión.

En esta investigación se manifiesta de forma más destacada el principio del carácter colectivo e individual de la educación de la personalidad y el respeto a esta. Este principio significa que aún cuando el proceso pedagógico transcurre en el marco de un conjunto de personas, que se agrupan atendiendo a diferentes criterios y que adoptan determinadas características, cada miembro es portador de particularidades únicas que lo distinguen del resto y que por demás, tiene el derecho de ser considerado y respetado.

De manera tal que el proceso pedagógico debe estructurarse tomando en consideración las características individuales de cada miembro, lo que él aporta al resto y la imagen del grupo; ello permitirá que el maestro ejerza su labor formadora y desarrolladora, sin olvidar que como individuo y como grupo tienen sus propias opiniones, con las cuales hay que contar. Se fundamenta en el hecho de que se es portador de una individualidad irrepetible, pero que se necesita vivir, por la condición humana, en grupos sociales, con determinados derechos que nuestra sociedad defiende en todos los niveles y bajo cualquier circunstancia.

El maestro como educador de personalidades que respondan a nuestras necesidades e intereses sociales, no puede perder de vista estos aspectos, sino muy por el contrario, tomarlos como punto de referencia. Este enfoque exige que los alumnos asuman un papel activo en el desarrollo de todas las actividades, desempeñando diferentes roles, analizando situaciones, buscando sus causas y consecuencias y las posibles alternativas para solucionar los problemas, dentro de la dinámica grupal y con el establecimiento de relaciones profesor - alumno y alumno - alumno que coadyuven al desarrollo de una comunicación asertiva y tomando en consideración que ambos, maestros y alumnos enseñan y aprenden.

Se toma este criterio si se tiene en cuenta que el sistema informático desarrollado muestra los vecinos más cercanos a cada uno de los estudiantes que se le va a realizar la recomendación. Se debe destacar en este caso que al hacer interactuar la selección de un estudiante con la de los demás, de la opinión colectiva se realiza una recomendación individual a cada estudiante. En este caso el profesor puede tomar estos grupos con opiniones similares respecto a los materiales de estudio y preparar acciones para la aplicación de este principio en el proceso de enseñanza - aprendizaje, a continuación se muestran algunas de estas acciones:

1. Atender las diferencias individuales, posibilitando el avance de los alumnos de alto, mediano y bajo rendimiento académico.
2. Plantear estrategias pedagógicas grupales e individuales, de forma integrada.
3. Promover el desarrollo de actividades que favorezcan la progresiva aceptación empática y racional de los integrantes del grupo.

2.3. Herramienta informática desarrollada

A pesar de existir un grupo de herramientas reportadas en la literatura para el trabajo con Sistemas de Recomendación, estas no son adecuadas para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”. Para contrarrestar esta carencia, se desarrolló un software que permite recomendar los materiales de estudio para que estos sean utilizados por los estudiantes y/o por los profesores.

En la Figura 2.6 se puede apreciar una vista general de la aplicación. La misma fue desarrollada con el Entorno de Desarrollo Integrado Qt Creator y con el lenguaje de programación C/C++. Consta en la parte superior de una barra de herramientas que contiene funcionalidades básicas de la aplicación. Se le da la posibilidad al profesor de importar los datos obtenidos de la encuesta realizada a los estudiantes, calcular la similitud entre los estudiantes mediante dos métodos (Coeficiente de Correlación del Pearson y Similitud del Coseno), mostrar los K vecinos más cercanos al usuario activo, además de calcular la predicción y mostrar las recomendaciones de cada material de estudio incluyendo las habilidades que este es capaz de desarrollar en el estudiante.

Contiene un área de trabajo que presenta cuatro pestañas: la primera muestra los datos importados, la segunda la matriz simétrica con las similitudes por pares de individuos, con la opción de elegir el Coeficiente de Correlación de Pearson o la Similitud del Coseno. La tercera pestaña muestra los K vecinos más cercanos al estudiante que se le está realizando la recomendación (usuario activo), con la posibilidad de seleccionar el número de vecinos que decida el usuario, teniendo como restricción que un individuo se considera vecino cercano a otro si la similitud entre ellos es mayor que 0,5. La última pestaña muestra las recomendaciones obtenidas y la relación con las habilidades, teniéndose en cuenta previamente que se deben seleccionar materiales de estudio bien recomendados en el sentido de que los niveles de escala elegidos por los estudiantes sean superiores a la media de la escala entre 1 y 10 y esto debe reflejarse en la casilla etiquetada como “Valor Mínimo” de la predicción.

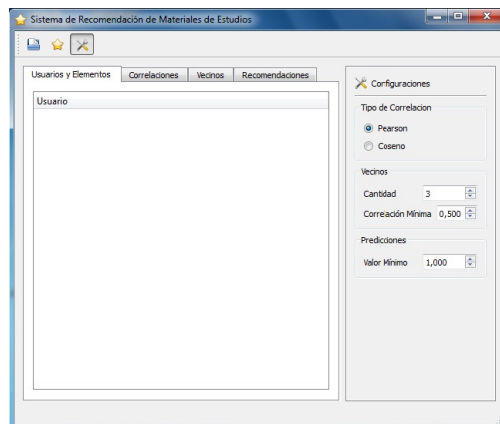


Figura 2.6: Vista principal del sistema informático para la selección de los materiales de estudio.

Esta herramienta informática, desarrollada como soporte a la solución propuesta, permite a los estudiantes una correcta selección de los materiales de estudio. Esta puede integrarse al EVA y lograr que todos los pasos del modelo estén automatizados en una plataforma que es de uso de todos los estudiantes y profesores de la UCI.

2.4. Salida de la solución propuesta para un caso de estudio

En este epígrafe se ilustra la salida de la solución de la herramienta informática implementada en un caso de estudio construido con las respuestas de algunos estudiantes escogidos al azar del total de la muestra que fue procesada en la investigación, para hacer menos densa la ilustración de cómo funciona el software.

Paso 1: Adquisición de preferencias de los estudiantes.

Para recopilar las preferencias de 7 estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas se aplica el cuestionario inicial (ver A.1) donde cada estudiante valora cada uno de los 13 materiales de estudio orientados para el desarrollo de habilidades en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” de la asignatura Matemática I. De esta encuesta se construye una matriz de preferencias de estudiantes contra materiales de estudio de tamaño 7×13 (en la Figura 2.7 se ilustra la matriz de preferencias con las respuestas de los 7 estudiantes respecto a los 13 materiales de estudio). Nótese que aparecen casillas de la matriz con el símbolo de no valoración (!).

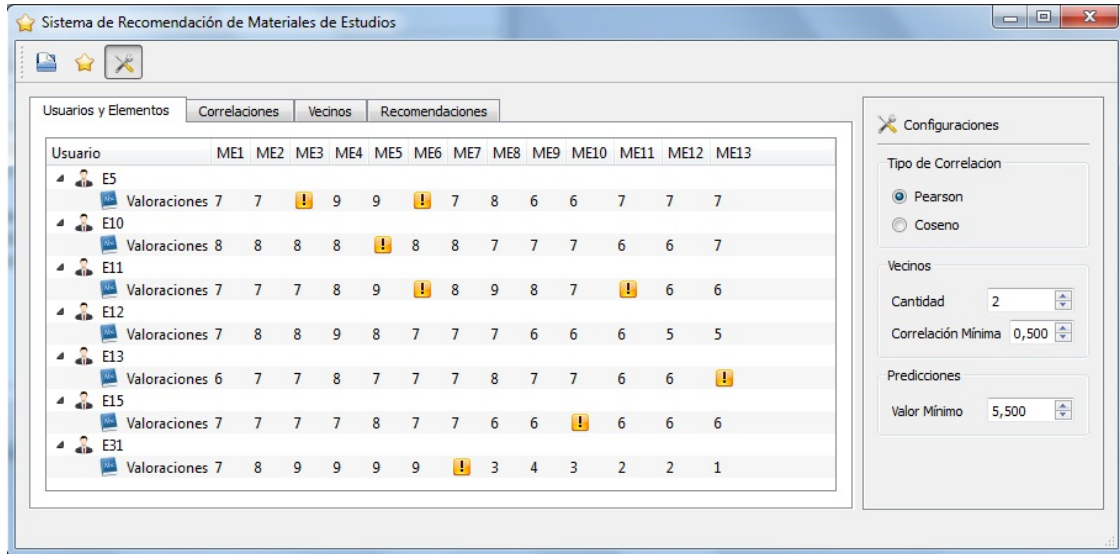


Figura 2.7: Matriz de preferencias de los estudiantes.

Paso 2: Obtención de la matriz de similitud y , a partir de esta, los K vecinos más cercanos a cada estudiante que no valoró un material de estudio dado.

En este paso, dada la matriz de preferencias cuyas filas representan los 7 perfiles P_u de los estudiantes respecto al conjunto I de 13 materiales de estudio, se construye una matriz de similitudes de orden 7, empleando el Coeficiente de Correlación de Pearson (la Figura 2.8 muestra la matriz de similitudes entre cada par de estudiantes). Para cada usuario activo se determinan los vecinos más cercanos a él (en la Figura 2.9 se representan los vecinos más cercanos a cada usuario). Los vecinos más cercanos a un usuario se construyen a partir del ordenamiento de las similitudes del usuario respecto a los 6 estudiantes restantes, teniendo en cuenta un número de vecinos más cercanos a seleccionar en el software (se eligieron 2 vecinos y la notificación aparece a la derecha de la matriz de similitudes) y el criterio de cercanía (similitudes mayores a 0,5 y la notificación aparece a la derecha de la matriz de similitudes y debajo del número de vecinos). Nótese que para el usuario activo E11 resultan los dos vecinos más cercanos los estudiantes E13 y E12. De los 7 estudiantes son usuarios activos 6, debido a que uno de ellos valoró todos los materiales de estudio orientados, aunque el software también ofrece los vecinos más cercanos al estudiante que no es un usuario activo para agrupar los estudiantes de acuerdo a la cantidad de materiales valorados.

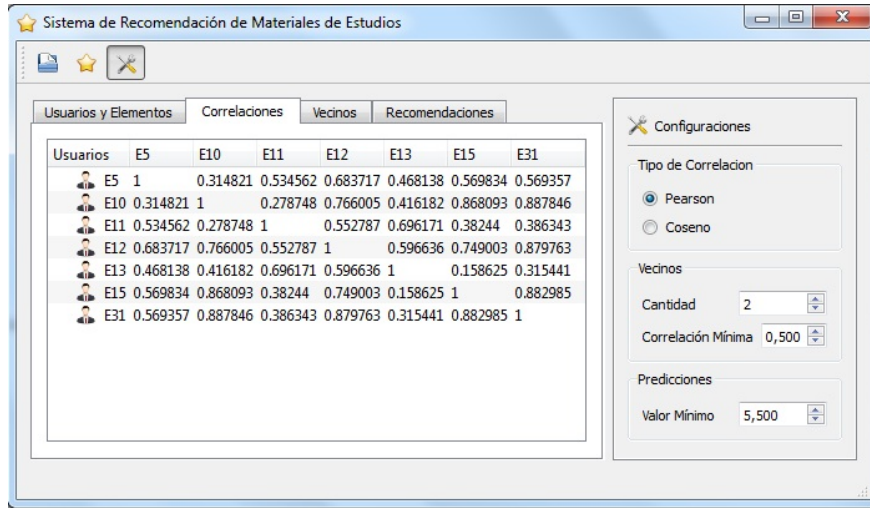


Figura 2.8: Matriz de similitudes entre los estudiantes.

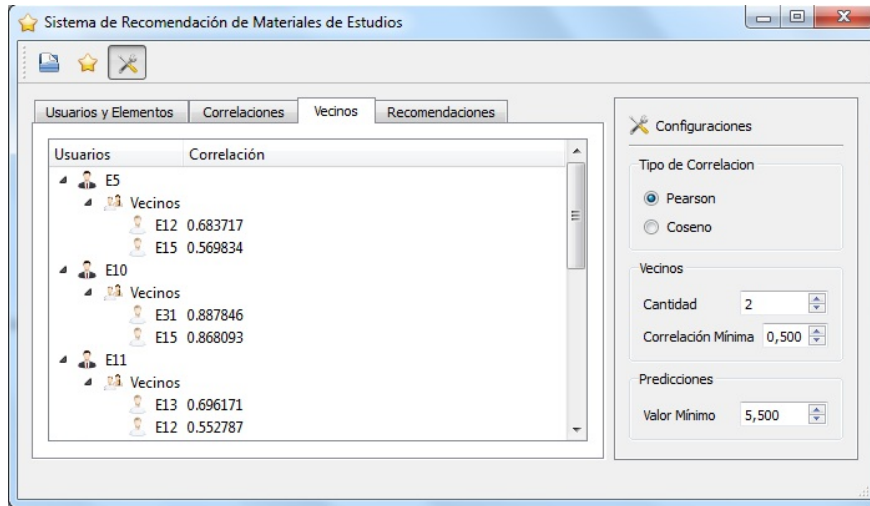


Figura 2.9: Vecinos más cercanos.

Paso 3: Cálculo de todas las predicciones posibles.

Con los dos vecinos más cercanos a los seis usuarios activos se inicia el proceso de recomendación de materiales de estudio a dichos usuarios, construyéndose estimadores de predicción para cada uno de los materiales que no fueron valorados por los mismos. En este momento se realiza el filtrado colaborativo, buscando todas las posibles recomendaciones para cada usuario activo. Por ejemplo, para el usuario activo E11 que tiene como vecinos a E13 y a E12, se le calculan predicciones de valoración para los materiales de estudio ME6 y ME11 que en la matriz de preferencias aparecían con el símbolo de no valoración (!). (Nótese que en la Figura 2.10 las predicciones calculadas aparecen sombreadas de color verde y rojo, ME6 y ME11 se colorean diferentes porque ME6 toma un valor de predicción inferior (y el ME11 superior) al valor mínimo de

predicción elegido previamente en el software (que es 5.5 y aparece a la derecha de la matriz de preferencias con las predicciones calculadas y por debajo de la correlación mínima).

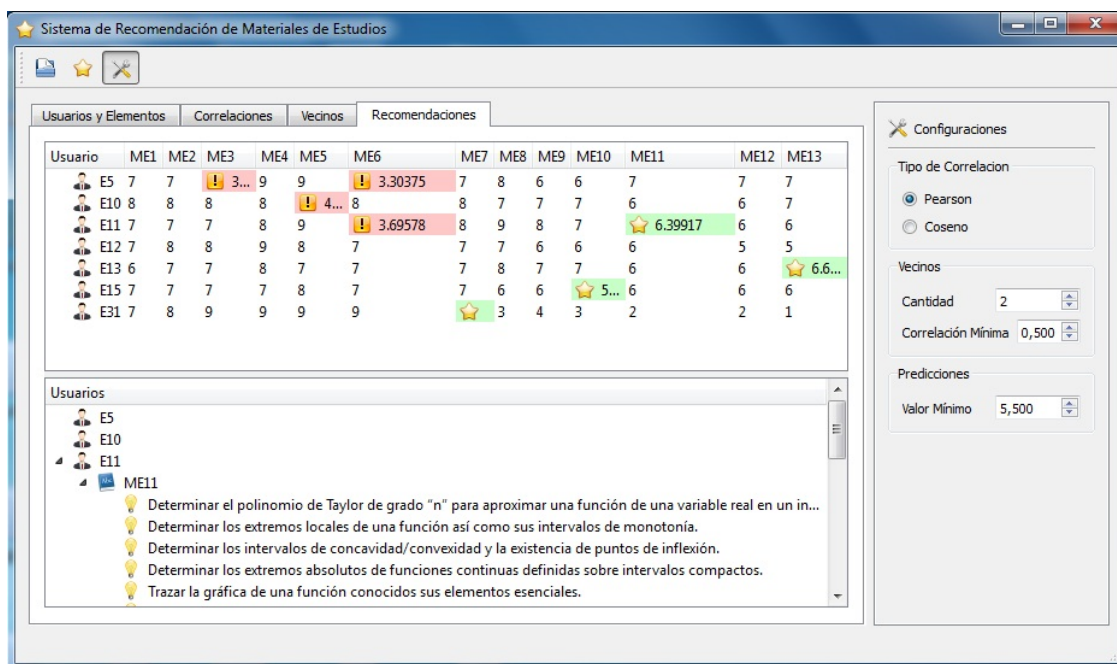


Figura 2.10: Matriz de predicciones.

Paso 4: Ordenamiento de las predicciones e ilustración de los materiales de estudio más adecuados para ser recomendados a cada usuario activo.

Los estimadores de predicción de todos los materiales de estudio no valorados por cada usuario activo se ordenan de mayor a menor, de acuerdo al valor mínimo de predicción elegido (5.5) que es superior a la media de la escala de valoraciones de la encuesta. Los materiales de estudio a los que se le calcula la predicción se clasifican en susceptibles de ser recomendados, de ellos no son recomendados los sombreados en rojo porque tienen valor de predicción inferior a 5.5 y son recomendados los sombreados en verde porque tienen valor de predicción mayor o igual a 5.5 (Figura 2.10). Siguiendo el usuario activo E11, puede apreciarse que el material de estudio ME6 (en rojo) no es recomendado porque su valor de predicción es $3.69578 < 5.5$, en tanto que el material ME11 (en verde) es recomendado, con valor de predicción $6.39917 > 5.5$. Nótese que en la parte inferior de la matriz de preferencias aparecen los materiales recomendados con la visualización de las habilidades que desarrollan.

El proceso antes descrito se realizó para los 88 estudiantes de la muestra y se anexan en forma digital como salida de la ejecución del software.

Capítulo 3

Validación de la solución

En este capítulo se valida el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio mediante el método Delphi Modificado y la técnica Iadov en aras de conocer el nivel de satisfacción con la solución propuesta.

3.1. Validación del modelo del Sistema de Recomendación Colaborativo para la selección de materiales de estudio

Un modelo en dinámica de sistemas ha de ser validado tanto respecto a su estructura como a su comportamiento se refiere, aunque, finalmente resulta en que se valida la estructura de forma directa o indirecta.

La validación de la estructura del modelo consiste en establecer que las relaciones usadas en un modelo son una representación adecuada de la realidad, y están acordes con los propósitos de la modelación. Este tipo de evaluación puede hacerse de dos maneras: directa o indirecta.

La prueba directa evalúa la validez de la estructura del modelo comparándola directamente con el conocimiento cierto acerca de la estructura real del fenómeno en estudio. Esto implica evaluar cada relación en el modelo mientras haya conocimiento verificado del mismo. Estas pruebas son cualitativas por naturaleza, no involucran la simulación. A continuación se utilizan dos técnicas para la validación del modelo propuesto, la técnica Iadov y el método Delphi Modificado.

3.1.1. Método Delphi Modificado

El método Delphi es especialmente útil cuando no se pueden satisfacer los requerimientos de acumulación de información que exigen los métodos comprendidos en otras familias de técnicas, sin embargo se cuenta con un conjunto de expertos que pueden ofrecer visiones prospectivas razonablemente sólidas sobre los asuntos que desean estudiarse.

Para su empleo, es necesario constituir un equipo coordinador del estudio y contar con la colaboración de un grupo apropiado de expertos. El equipo coordinador debe estar formado por un reducido número de especialistas conocedores de la técnica Delphi y de la realidad objeto de estudio, a fin de poder aplicar el método correctamente e interpretar adecuadamente las opiniones y aportaciones del grupo de expertos colaboradores.

El grupo o panel de expertos es el eje central del método, en tanto que son los que proveen la información que, después del correspondiente proceso de iteración, interacción y agregación, se convertirá en la opinión grupal y, por consiguiente, en los resultados de la investigación. Antes de iniciar un Delphi, se deben realizar una serie de tareas previas entre las que se pueden destacar:

1. Delimitar el contexto y el horizonte temporal en el que se desea realizar la previsión sobre el tema en estudio.
2. Seleccionar el panel de expertos y conseguir su compromiso de colaboración.
3. Explicar a los expertos en qué consiste el método. Con esto se pretende conseguir la obtención de previsiones fiables. Estos deben conocer en todo momento cuál es el objetivo de cada una de las fases utilizadas en el estudio, así como los datos que se van obteniendo.

La calidad de los resultados que se alcancen con el Delphi, va a depender enormemente de los expertos que se utilicen. Entre otros motivos porque el término experto es muy polémico; de ahí la precaución que se debe tener en su elección, y los criterios a movilizar para ello, siendo algunos de estos los siguientes: conocimiento y experiencia en la temática; voluntad de participar; disponer de tiempo; comprometerse a la participación en todas las rondas que se establezcan; y capacidad de comunicación efectiva.

Con respecto al número de expertos idóneos se puede decir que no existe un acuerdo al respecto; Malla y Zabala [Malla and Zabala, 1978] lo sitúan entre 15-20, León y Montero [Montero and León, 2003] entre 10-30, Gordon [Gordon, 1994] entre 15-35, Norman, C. Dalkey, Bernice Brown y S. Cochran [Dalkey et al., 1969] entre 7-30, y Skulmoski y otros [Skulmoski et al., 2007] entre 10-15.

En la actualidad existen diferentes formas de aplicación y puesta en funcionamiento, siendo la denominada técnica “Delphi modificado” [Linstone et al., 1975]; [Murry Jr and Hammons, 1995] una de las que va ganando frecuencia de aplicación. En la versión original de la técnica Delphi se realizan tres o más rondas, en la denominada “Delphi modificado”, se suelen realizar dos rondas, por los motivos que se exponen a continuación:

- El Delphi llevado a un extremo puede convertirse en una tarea larga y costosa para ambas partes (investigador y expertos).
- Cada fase, consume un tiempo extendido, haciendo que cada vez sea más difícil mantener una tasa de respuesta aceptable.

- Con dos rondas se mantiene el interés de los panelistas de forma más fácil.

En esta investigación se utiliza la técnica denominada “Delphi modificado”. En la Figura 3.1 se ilustra el flujo que sigue este método en dos rondas.

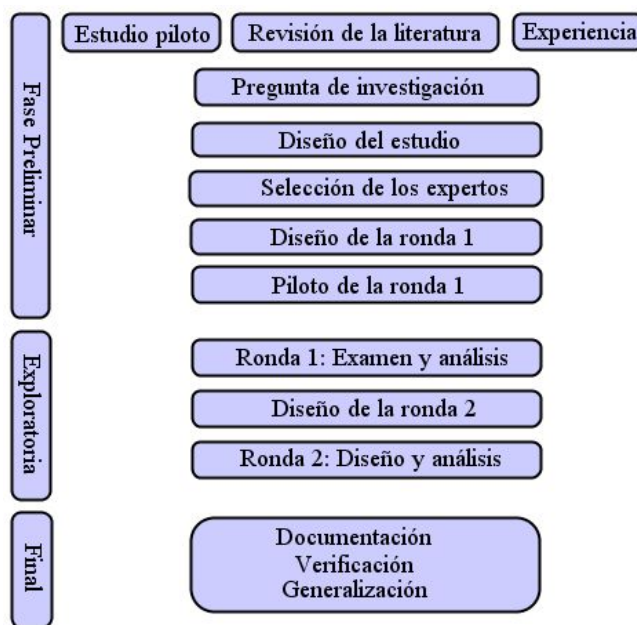


Figura 3.1: Flujo de trabajo del método Delphi Modificado.

Nótese que aparecen tres fases: la fase preliminar, la exploratoria y la final. En el método se seleccionaron 10 expertos [Dalkey et al., 1969].

Aplicación del método al estudio

Para la aplicación del método al estudio se delimita la previsión temporal del uso hasta 2016 del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

Selección de los expertos

Para la selección de los expertos se aplicó el cuestionario (Ver B.1) a profesores de diferentes facultades de la UCI con el objetivo de seleccionar aquellos que mayor conocimiento tienen respecto al tema de investigación. En la Figura 2.5 se resumen las características de los expertos luego de haber recogido toda la información.

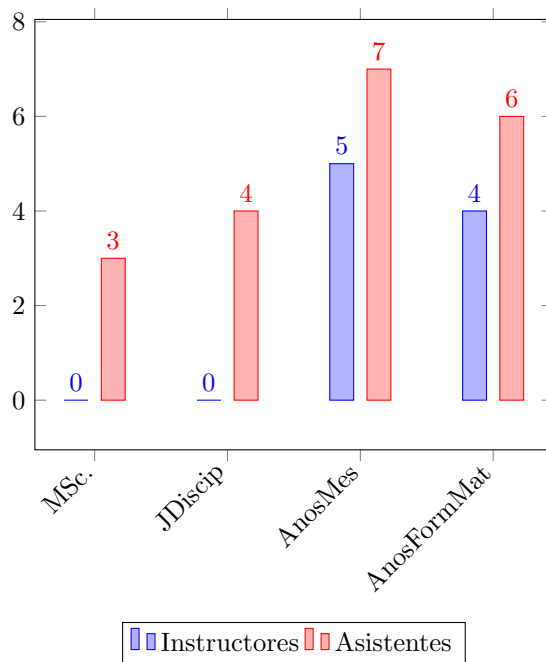


Figura 3.2: Caracterización de los expertos.

Puede observarse en la Figura 2.5 que la primera barra indica que el 30 % de los profesores de la muestra son Maestros en Ciencias, la segunda, muestra que el 40 % resultan Jefes de Disciplina, de la tercera puede verse que los dos Profesores Instructores tiene como promedio 5 años de experiencia en la Educación Superior, en tanto que de la cuarta, los 8 Profesores Asistentes tienen como promedio 7 años de experiencia y de las últimas dos barras se tiene que los Profesores Instructores tienen como promedio 4 años de experiencia en la Formación Matemática de los estudiantes y los Profesores Asistentes tienen como promedio 6 años de experiencia en dicha formación.

Para la selección de los expertos se calcula el **Coefficiente de Competencia de los encuestados** mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{K_c + K_a}{2} \quad (3.1)$$

donde K_c es el Coeficiente de Conocimiento sobre el tema y K_a es el Coeficiente de Argumentación de los encuestados. Para calcular K_c se emplean las respuestas a la primera pregunta de la encuesta que permiten, para cada individuo, el cálculo del coeficiente consistente en el valor que asigna el individuo en la escala de 1 a 10, multiplicado por 0.1. Esto se evidencia en el cálculo siguiente:

$$K_c = \frac{0,5 * 2 + 0,6 * 1 + 0,8 * 5 + 0,9 * 2}{2 + 1 + 5 + 2}$$

$$K_c = 0,74$$

En el cálculo anterior se puede analizar que con los Coeficientes de Conocimiento de los 10 individuos, se calcula el K_c promedio de la muestra, cuyo resultado es 0,74. Luego para calcular K_a se emplean las respuestas a la segunda pregunta de la encuesta, teniendo en cuenta que las mismas tienen asignados diferentes coeficientes atendiendo a las fuentes de argumentación y al grado de influencia de dichas fuentes en una escala de 3 niveles (alto, medio y bajo). Estos coeficientes están establecidos en la tabla patrón propia del método [Cerezal and Fiallo, 2004]. Con los Coeficientes de Argumentación de los 10 individuos, se calcula el K_a promedio de la muestra, cuyo resultado es 0,766, obtenido luego de aplicar la expresión para el cálculo del Coeficiente de Competencia siguiente:

$$K = \frac{K_c + K_a}{2} = 0,766$$

De la clasificación que ofrece el método, se concluye que el Coeficiente de Competencia promedio de la muestra encuestada está dentro del rango de clasificación Medio Alto del método ($0,8 < K < 1,0$).

La muestra es de 10 individuos que resultan alrededor de un 40 % del total de 24 profesores de la asignatura (de toda la UCI). De ellos, 8 ostentan la categoría docente de Profesor Asistente y 2 resultan Profesores Instructores. A pesar de ser una muestra pequeña de la cual sólo 3 profesores son Maestros en Ciencias, como máxima categoría científica. Se ha demostrado que para la actividad de investigación que se realiza, dicha muestra posee un Coeficiente de Competencia promedio alto por lo que sus valoraciones pueden tenerse en cuenta dentro del proceso.

Análisis de los resultados obtenidos en las Rondas 1 y 2

El cuestionario está conformado por 6 preguntas (Ver C.1 y C.2). A continuación se realiza un análisis de los resultados obtenidos luego de haberlo aplicado. Se logró un consenso entre los expertos en la primera ronda en las preguntas 1, 2 y 3, cuyos resultados fueron:

Pregunta 1:

Esta pregunta es de tipo abierta y las principales respuestas dadas en el tema de la tendencia del uso del modelo del SRC en los próximos 2 años serán altas por los criterios que se exponen a continuación:

1. El modelo del SRC sirve para la selección de los materiales de estudio, ya que estas recomendaciones realizadas son individualizadas y contribuyen al trabajo diferenciado por parte del profesor.
2. Los profesores se sienten identificados con el proceso de selección de materiales de estudio con la utilización del software que da soporte al modelo.
3. El modelo del SRC para la selección de los materiales de estudio desarrolla habilidades relacionadas con el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

Pregunta 2:

Esta pregunta es de tipo cerrada y cuestiona la contribución a la selección de los materiales de estudio del modelo propuesto.

El 50 % de los profesores considera que el modelo del sistema tendrá en un futuro inmediato una contribución fuerte en la selección de los materiales de estudio para el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

El 30 % y el 20 % consideran que contribuirá moderadamente y tendrá en un futuro inmediato una contribución muy fuerte en la selección de los materiales de estudio respectivamente.

Pregunta 3:

Esta pregunta es de tipo abierta y cuestiona diferentes factores por los que el modelo del SRC contribuye a la selección de los materiales de estudio, los expertos respondieron lo siguiente:

1. Los estudiantes siempre tienen necesidades de seleccionar un material para su estudio.
2. El profesor para realizar trabajo diferenciado puede identificar los estudiantes con preferencias similares.
3. El profesor puede crear estrategias grupales para el estudio según la selección de los materiales recomendados por el sistema.
4. Las recomendaciones se realizan tomando como punto de partida las preferencias de los estudiantes por los materiales de estudio.
5. El modelo tiene como soporte una herramienta informática que puede ser integrada al EVA con el fin de lograr automatizar todo el proceso.

Se sometieron a la segunda ronda de cuestionario las preguntas 4, 5 y 6, para lograr obtener consenso entre los expertos. Los resultados se muestran a continuación:

Pregunta 4:

Esta es una pregunta de tipo cerrada y trata sobre la medida en que el sistema informático implementado puede influir en la selección de los materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas. Se exponen en las tablas 3.1 y 3.2 los resultados de las respuestas:

Tabla 3.1: Medida de la influencia del sistema en la selección de materiales de estudio. Ronda 1

No. Expertos	Valoración	Por ciento
1	6	10 %
1	7	10 %
5	8	50 %
2	9	20 %
1	10	10 %

Tabla 3.2: Medida de la influencia del sistema en la selección de materiales de estudio. Ronda 2

No. Expertos	Valoración	Por ciento
6	8	60 %
3	9	30 %
1	10	10 %

Para que se tenga una idea de cómo interpretar los coeficientes de las tablas 3.1 y 3.2 tómese, por ejemplo, la primera fila de la tabla 3.2 correspondiente a la segunda ronda. Se tiene que 6 expertos evaluaron con la puntuación de 8, que resulta elevada en la escala del 1 al 10, la medida de la influencia del sistema en la selección de materiales de estudio, lo que representa el 60 % de ellos.

Pregunta 5:

Esta pregunta es de tipo cerrada y pide ordenar por rango de importancia en el orden 1, 2 y 3, las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio de acuerdo con las previsiones de su uso para el año 2016. Los resultados se muestran en las tablas 3.3 y 3.4. Cada tabla refleja los resultados obtenidos en las dos rondas del cuestionario.

Tabla 3.3: Orden de las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 1

Ventajas/Orden	1	2	3
1	3	5	2
2	5	4	1
3	2	1	7

Tabla 3.4: Orden de las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 2

Ventajas/Orden	1	2	3
1	2	6	2
2	7	2	1
3	1	2	7

Para ayudar en la interpretación de las tablas 3.3 y 3.4, tómesese la segunda fila de la tabla 3.4 correspondiente a la segunda ronda. De las tres ventajas analizadas, la segunda fue elegida con prioridad 1 (del orden 1, 2 y 3) por 7 expertos, con prioridad 2 por 2 expertos y con prioridad 3 por 1 experto.

Se concluye que de las tres ventajas propuestas a ordenar en la pregunta, los expertos ordenaron en la segunda ronda, en primer lugar la ventaja número 2, en segundo lugar la número 1 (nótese que en la primera fila el 60% de los expertos valoraron en segundo lugar dicha ventaja) y en tercer lugar la número 3 (nótese que en la tercera fila el 70% de los expertos valoraron en tercer lugar esta última ventaja).

Pregunta 6:

Esta pregunta es de tipo cerrada y pide valorar la pertinencia de este modelo para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” de aquí al año 2016. Se ofrecen los resultados en las tablas 3.5 y 3.6:

Tabla 3.5: Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 1

Pertinencia/Valoración	1	2	3	4	5
Pertinencia1	0	0	3	5	2
Pertinencia2	0	0	2	3	5
Pertinencia3	0	0	2	4	4

Tabla 3.6: Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio. Ronda 2

Pertinencia/Valoración	1	2	3	4	5
Pertinencia1	0	0	1	7	2
Pertinencia2	0	0	2	2	6
Pertinencia3	0	0	2	3	5

Los resultados expresados por los expertos en la segunda ronda sobre la valoración que dieron en la escala

de 1 a 5 a la pertinencia del modelo del SRC para la selección planteada en el cuestionario, fueron que la pertinencia 1 fue valorada en el nivel 4 por un 70 % y en el nivel 5 por un 20 %, la pertinencia 2 fue valorada en el nivel 5 por un 60 % y en el nivel 4 por un 20 % y la pertinencia 3 fue valorada en el nivel 5 por el 50 % y en el nivel 4 por el 30 %. Por tanto, las tres pertinencias fueron valoradas favorablemente.

Los resultados expresados por los expertos sobre la valoración que dieron en la escala de 1 a 5 a la pertinencia del modelo del SRC para la selección planteada en el cuestionario, concluyeron que la pertinencia 1 tiene un valor de 4 y la pertinencia 2 y 3 tienen valor de 5.

3.1.2. Validación por la Técnica Iadov

La validación estática se efectuó a partir de los usuarios del modelo [Iqbal et al., 2010]. Para ello se aplicó la técnica de Iadov [Kuzmina, 1970]. A continuación se describe la aplicación de la técnica.

La técnica de Iadov constituye una vía para el estudio del grado de satisfacción de los usuarios. Para su aplicación se realiza una encuesta al mismo grupo de profesores que función como equipo de expertos en el Delphi. El objetivo fundamental fue validar la fiabilidad, por ser este un aspecto susceptible de ser evaluado por los usuarios del modelo.

La técnica de Iadov constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción, ya que los criterios que se utilizan se fundamentan en las relaciones que se establecen entre tres preguntas cerradas (1, 3 y 4) y dos abiertas (2 y 5). El análisis de las preguntas se realiza diferenciado. Primeramente se procesan las preguntas cerradas y posteriormente, se resumen las respuestas a las preguntas abiertas.

Las tres preguntas cerradas se relacionan a través de lo que se denomina el “Cuadro Lógico de Iadov” (Ver Tabla 3.7) e indican la posición de cada sujeto en la escala de satisfacción. Las respuestas obtenidas para estas preguntas relativas a la aplicación del cuestionario (Ver D.1) permitieron conocer el grado de satisfacción en cuanto a:

1. La fiabilidad en las sugerencias de materiales de estudio relacionados con el “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” sin el empleo del modelo del SRC, es decir con la orientación única de los profesores.
2. La satisfacción del modelo que permiten elevar los niveles de fiabilidad.
3. Los aspectos que consideren se debe incorporar para aumentar la fiabilidad.

Tabla 3.7: Cuadro Lógico de Iadov.
(con preguntas reformuladas por la autora)

	1. ¿Consideras fiables las sugerencias de selección relacionadas el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” sin el empleo del modelo del SRC?								
	No			No Sé			Sí		
4. ¿Satisface el modelo del sistema de recomendación colaborativo los niveles de fiabilidad esperados por usted?	3. ¿Si UD. requiere elevar el nivel de fiabilidad en la mejor selección de los materiales de estudio empleando SRC utilizaría el modelo propuesto?								
	Sí	No Sé	No	Sí	No Sé	No	Sí	No Sé	No
Muy satisfecho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Parcialmente satisfecho	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me es indiferente	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Más satisfecho que insatisfecho	6	3	6	3	4	4	3	4	4
Para nada satisfecho	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No Sé que decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

La escala de satisfacción propuesta por Iadov permite hacer una valoración de la Satisfacción Individual de cada experto a partir de sus respuestas a las preguntas cerradas (1, 3 y 4). Esta escala tiene los siguientes niveles que se corresponden con los números (del 1 al 6) que aparecen exactamente en el bloque inferior derecho del Cuadro Lógico de Iadov (Ver Tabla 3.7):

1. Muy satisfecho.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Por ejemplo, para calcular con la Tabla 3.7 la valoración de la Satisfacción Individual de un experto cuyas respuestas a las tres preguntas cerradas fueron: “No” a la pregunta 1, “No Sé” a la pregunta 3 y “Más satisfecho que insatisfecho” a la pregunta 4, se procede del modo siguiente: la respuesta “No” a la pregunta 1 implica seleccionar la respuesta “No Sé” a la pregunta 3 en la segunda de las tres primeras columnas del bloque inferior izquierdo de la tabla y en la fila correspondiente a la respuesta “Más satisfecho que insatisfecho” de la pregunta 4, lo que se corresponde con la celda con el valor 3 del nivel de escala, que

equivale a “satisfacción no definida”. De esta forma, las respuestas del experto lo clasifican con “satisfacción no definida”.

El resultado de la Satisfacción Individual (SI) se muestra en la siguiente tabla 3.8.

Tabla 3.8: Satisfacción Individual de los expertos.

Especialistas	SI	Valoración
1	6	Contradictorio
2	6	Contradictorio
3	2	Más satisfecho que insatisfecho
4	1	Clara satisfacción
5	1	Clara satisfacción
6	1	Clara satisfacción
7	2	Más satisfecho que insatisfecho
8	1	Clara satisfacción
9	2	Más satisfecho que insatisfecho
10	3	No definida

Para obtener el índice de satisfacción grupal (ISG) se trabaja con los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en una escala numérica que oscila entre +1 y -1 (Ver Tabla 3.9) como sigue:

Tabla 3.9: Niveles de satisfacción.

+1	Máximo de satisfacción
0,5	Más satisfecho que insatisfecho
0	No definido y contradictorio
-0,5	Más insatisfecho que satisfecho
-1	Máxima insatisfacción

La satisfacción grupal se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ISG = \frac{A + (0,5) * B + (0) * C - (0,5) * D - E}{N}$$

donde:

A, B, C, D, E, representan cantidades de sujetos con índice individual común, A es el número de sujetos con índice individual 1 que se identifica con la respuesta de “Máximo de satisfacción”, B es el número de sujetos con índice individual 2, que agrupa las respuestas “Más satisfecho que insatisfecho”, C es el número de sujetos con índices individuales 3 y 6 que indican respuestas “no definidas y contradictorias”, D es el

número de sujetos con índice individual 4 que indica “Más insatisfecho que satisfecho” y E es el número de sujetos de índice individual 5 que indica “Clara Insatisfacción”. Por ejemplo, en la tabla (3.8) se puede observar que 4 expertos coinciden en sus respuestas que tienen una clara satisfacción, es decir $A = 4$ y equivale al índice 1 de la tabla 3.9, otros 3 expertos manifiestan criterios contradictorios y no definidos, es decir $C = 3$ y equivale al índice 0 de la tabla 3.9 y los otros 3 expresan que se sienten más satisfechos que insatisfechos, es decir $B = 3$ y equivale al índice 0.5 de la tabla 3.9.

N representa el número total de sujetos del grupo.

El índice grupal arroja valores entre $+1$ y -1 . Los valores que se encuentran comprendidos entre -1 y $-0,5$ indican insatisfacción; los comprendidos entre $-0,49$ y $+0,49$ evidencian contradicción y los que se encuentran entre $0,5$ y 1 indican que existe satisfacción. Para este caso el índice de satisfacción grupal se calcula de la siguiente forma:

$$ISG = \frac{(4 * (+1) + (0,5) * 3)}{10} = 0,55 \quad (3.2)$$

Este resultado muestra el logro de una adecuada satisfacción con la propuesta y el reconocimiento del nivel de fiabilidad alcanzada.

Iadov contempla además dos preguntas complementarias de carácter abierto (2 y 5). En este caso fueron formuladas las siguientes preguntas:

1. Pregunta 2: ¿Cuáles considera son las principales fortalezas del modelo que contribuyen a la fiabilidad de las respuestas? Argumente.
2. Pregunta 5: ¿Qué añadiría al modelo para aumentar su fiabilidad? Argumente.

En el análisis de las dos preguntas complementarias de carácter abierto se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta 2

1. Existe relación entre los materiales de estudio utilizados en la asignatura con las habilidades propuestas en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” que se deben desarrollar.
2. La recomendación que se realiza para la selección de los materiales de estudio utiliza como punto de partida las preferencias de los estudiantes.
3. Existe una correcta selección de los materiales de estudio especializados en el tema.
4. Se demuestra la aplicabilidad del modelo de recomendación colaborativo para la selección de materiales de estudio.
5. El modelo tiene posibilidad de extender su aplicación a otros temas de la asignatura y a otras áreas del conocimiento científico.

Pregunta 5

1. Este modelo puede integrarse, por las características que posee, al EVA que se utiliza en la UCI.
2. Se puede pensar en la posibilidad de recomendar materiales de estudio con mayor interpretación y análisis a aquellos estudiantes aventajados luego de identificar sus preferencias. Estos materiales contribuirían al trabajo diferenciado que debe hacer el profesor.

La aplicación de la técnica de IADOV y de las preguntas complementarias que se han presentado en el cuestionario, constituyen un instrumento de gran valor para el estudio de la satisfacción - insatisfacción de los profesores por la selección de los materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.

Conclusiones

En este trabajo se ha arribado a las siguientes conclusiones:

1. El modelo elaborado en la investigación permitió clasificar a los estudiantes por preferencias de materiales de estudio
2. Permitió recomendar a los estudiantes materiales de estudio no considerados por ellos.
3. El modelo del SRC estimula la atención a las diferencias individuales y apoya el trabajo independiente.
4. La herramienta informática desarrollada, como soporte al modelo, contribuye a la aplicabilidad del mismo al constituir un componente básico y útil para su implantación en el propio proceso de enseñanza - aprendizaje, donde se encuesta a los estudiantes.
5. El conjunto de métodos científicos utilizados para la validación permitió comprobar la aplicabilidad del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

Recomendaciones

1. Extender la aplicación del modelo a los restantes temas de la asignatura y a otras áreas del conocimiento científico.
2. Trasmitir a los colectivos de asignatura los resultados obtenidos para su consideración en el análisis del cumplimiento de los objetivos propuestos durante el curso.
3. Integrar la herramienta informática desarrollada al EVA para una mejor realización del proceso de recomendación individualizada.
4. Mostrar en el software que da soporte al modelo del SRC para la selección de materiales de estudio un listado de los materiales de estudio más recomendados a los estudiantes.
5. Sugerir una revisión de la bibliografía orientada para el tema, haciendo énfasis en los materiales de estudio menos seleccionados y en particular los no seleccionados por ningún estudiante.

Referencias bibliográficas

- [Álvarez de Zayas, 1999] Álvarez de Zayas, C. M. (1999). La escuela en la vida. *Didáctica. Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación*.
- [Aran, 1996] Aran, A. P. (1996). *Materiales curriculares: cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*, volume 105. Grao.
- [Balabanović and Shoham, 1997] Balabanović, M. and Shoham, Y. (1997). Fab: content-based, collaborative recommendation. *Communications of the ACM*, 40(3):66–72.
- [Barranco et al., 2006] Barranco, M., Pérez, L., and Martínez, L. (2006). Un sistema de recomendación basado en conocimiento con información lingüística multiganular. In *SIGEF XIII-The XIII Congress of International Association for Fuzzy-Set Management and Economy, at Hammamet, Tunisia*.
- [Bodí and Valls, 2002] Bodí, S. and Valls, J. (2002). Análisis del bloque curricular de números en los libros de texto de matemáticas. *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales*, pages 301–312.
- [Breese et al., 1998] Breese, J. S., Heckerman, D., and Kadie, C. (1998). Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. In *Proceedings of the Fourteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence*, pages 43–52. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- [Burke, 2002] Burke, R. (2002). Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*, 12(4):331–370.
- [Cañedo Iglesias and Cáceres Mesa, 2008] Cañedo Iglesias, C. and Cáceres Mesa, M. (2008). Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Monografía en Internet*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- [Castañeda, 2003] Castañeda, A. (2003). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (tic) en el proceso de enseñanza-aprendizaje a comienzos del siglo xxi. *Preparación pedagógica Integral para Profesores Universitarios. Editorial Félix Varela. pág*, pages 139–164.

- [Castellano et al., 2007] Castellano, E. J., Martínez, L., Barranco, M., and PÉREZ, L. (2007). Recomendación de perfiles académicos mediante algoritmos colaborativos basados en el expediente. In *Conferencia IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2007*.
- [Castellanos, 2001] Castellanos, A. (2001). Estrategia docente para contribuir a la educación de valores en estudiantes universitarios: su concepción e instrumentación en el proceso docente. *La educación de valores en el contexto universitario, CEPES-UH*.
- [Cerezal and Fiallo, 2004] Cerezal, J. and Fiallo, J. (2004). Cómo investigar en pedagogía. *Pueblo y Educación. La Habana, Cuba*.
- [Dalkey et al., 1969] Dalkey, N., Brown, B., and Cochran, S. (1969). The delphi method, iii: Use of self-ratings to improve group estimates. Technical report, DTIC Document.
- [Denning, 2011] Denning, P. J. (2011). Ubiquity symposium: What have we said about computation?: closing statement. *Ubiquity*, 2011(April):1.
- [Galagovsky and Adúriz-Bravo, 2001] Galagovsky, L. R. and Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de "modelo didáctico analógico". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2):231–242.
- [González Castro, 1986] González Castro, V. (1986). Teoría y práctica de los medios de enseñanza. *Editorial Pueblo y Educación. La Habana*.
- [Gordon, 1994] Gordon, T. J. (1994). The delphi method. *Futures research methodology*, 2.
- [Hanani et al., 2001] Hanani, U., Shapira, B., and Shoval, P. (2001). Information filtering: Overview of issues, research and systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(3):203–259.
- [Haro and Torregrosa, 2002] Haro, M. and Torregrosa, G. (2002). El análisis de los libros de texto como tarea del profesorado de matemáticas. *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales*, pages 357–372.
- [Herlocker et al., 2004] Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Terveen, L. G., and Riedl, J. T. (2004). Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 22(1):5–53.
- [Holzinger et al., 1996] Holzinger, H. J., Roig, C. L., Brell, M. P., and García, F. G. (1996). Unimac96, ii congreso universidad y macintosh zaragoza 19 a 21 de septiembre de 1996 alemán por ordenador. material didáctico de apoyo para hispanohablantes.

- [Iqbal et al., 2010] Iqbal, M. A., Zaidi, A. M., and Murtaza, S. (2010). A new requirement prioritization model for market driven products using analytical hierarchical process. In *Data Storage and Data Engineering (DSDE), 2010 International Conference on*, pages 142–149. IEEE.
- [Kantor et al., 2011] Kantor, P. B., Rokach, L., Ricci, F., and Shapira, B. (2011). *Recommender systems handbook*. Springer.
- [Kuzmina, 1970] Kuzmina, N. (1970). *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica. Moscú, Rusia: Editorial Leningrado*.
- [Labarrere and Valdivia, 1988] Labarrere, G. and Valdivia, G. (1988). *Pedagogía. Editorial Pueblo y Educación, La Habana*.
- [Linstone et al., 1975] Linstone, H. A., Turoff, M., et al. (1975). The delphi method: Techniques and applications.
- [Malla and Zabala, 1978] Malla, F. and Zabala, I. (1978). Previsión del futuro en la empresa (iii): el método delphi. *Estudios Empresariales*, 39:13–24.
- [Martín, 2002] Martín, C. (2002). Criterios para el análisis de libros de texto desde la perspectiva de la didáctica de la matemática. aplicación a la estadística y probabilidad. *Aportaciones de la Didáctica de la Matemática a diferentes perfiles profesionales*, pages 373–385.
- [Martínez, 1995] Martínez, A. M. (1995). *Creatividad, personalidad y educación*. Pueblo y Educación.
- [Montero and León, 2003] Montero, I. and León, O. G. (2003). Métodos de investigación en psicología y educación. *Métodos de investigación en psicología y educación-9788448136703-41*, 83.
- [Murry Jr and Hammons, 1995] Murry Jr, J. W. and Hammons, J. O. (1995). Delphi: A versatile methodology for conducting qualitative research. *Review of Higher Education*, 18(4):423–36.
- [Pazzani, 1999] Pazzani, M. J. (1999). A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. *Artificial Intelligence Review*, 13(5-6):393–408.
- [Piaget and Buey, 1972] Piaget, J. and Buey, F. F. (1972). *Psicología y pedagogía*. Ariel Barcelona.
- [Quiroga and Mostafa, 2002] Quiroga, L. M. and Mostafa, J. (2002). An experiment in building profiles in information filtering: the role of context of user relevance feedback. *Information processing & management*, 38(5):671–694.
- [Reina-Romo et al., 2012] Reina-Romo, E., Gómez-Benito, M. J., González-Torres, L. A., Domínguez, J., and García-Aznar, J. M. (2012). In-silico models as a tool for the design of specific treatments: Applications in bone regeneration. In *Technologies for Medical Sciences*, pages 1–17. Springer.

- [Requesens and Díaz, 2009] Requesens, E. and Díaz, G. M. (2009). Una revisión de los modelos didácticos y su relevancia en la enseñanza de la ecología.
- [Resnick and Varian, 1997] Resnick, P. and Varian, H. R. (1997). Recommender systems. *Communications of the ACM*, 40(3):56–58.
- [Rico, 2000] Rico, L. (2000). Los organizadores del currículo de matemáticas. *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*, 15:39–59.
- [Skulmoski et al., 2007] Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., and Krahn, J. (2007). The delphi method for graduate research. *Journal of information technology education*, 6.
- [sobre la Educación Superior, 1998] sobre la Educación Superior, D. M. (1998). en el siglo xxi: Visión y acción. In *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior Educ Med Sup octu br e*, volume 14.
- [Villanueva, 2005] Villanueva, Y. (2005). *Los medios de enseñanza y aprendizaje sustentados en las TIC. Una propuesta para la Matemática Básica*. PhD thesis, Tesis en opción al Título Académico de Máster en Ciencias de la Educación Superior en la Mención de Docencia Universitaria e Investigación Educativa. CUJAE, CREA.
- [Zilberstein and Silvestre, 2005] Zilberstein, J. and Silvestre, M. (2005). Didáctica desarrolladora desde el enfoque histórico cultural. *Ediciones CEIDE. México*.

Anexo A

Encuesta a estudiantes

A.1. Cuestionario aplicado a los estudiantes

Esta encuesta tiene como finalidad ayudar a los estudiantes en una adecuada selección de los materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesta en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”. Por favor, lea los materiales de estudio que se listan y, en base a su utilización, indique su grado de preferencia, utilizando la siguiente escala de valoración:

Del 1 al 10, donde el 10 indica el valor máximo de preferencia.

NR - En caso que algún enunciado no aplique a su respuesta, marque la última columna "No Respuesta".

1. Interpretar el concepto de derivada de una función de una variable a partir del límite que la define.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
Cálculo Diferencial e Integral - Tomos 1, N. Piskunov.											
Conferencia 3: Derivadas de funciones reales de una variable.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											

2. Interpretar geoméricamente el concepto de derivada.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
El Cálculo Diferencial e Integral. Earl W. Swo- kowski.											
Cálculo y Geometría Analítica - Larson - 6ta Edición Vol.1.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
3. Derivar funciones de una variable real empleando la definición y las reglas de derivación.											
Curso de Matemáticas Superiores para In- genieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
4. Determinar la ecuación de la recta tangente y normal a una curva en un punto.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Conferencia 3: Derivadas de funciones reales de una variable.											
Cálculo y Geometría Analítica - Larson - 6ta Edición Vol.1.											
Cálculo I. Teorías y problemas de análisis ma- temático en una variable. Alfonsa García y otros. Tercera Edición.											
Fundamentos de análisis matemático, V Llin y Pozniak.											

5. Calcular límites utilizando la regla de L'Hospital y las propiedades de los límites.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
Conferencia 4: Regla de L'Hospital.											
Conferencia 5: Extremos Locales de funciones.											
Conferencia: Límite de funciones.											
6. Caracterizar e interpretar el concepto de diferencial.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo Diferencial e Integral - Tomos 1, N. Piskunov.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Cálculo I. Teorías y problemas de análisis matemático en una variable. Alfonsa García y otros. Tercera Edición.											
7. Aplicar el diferencial de funciones de una variable real a la solución de problemas en que sea conveniente la linealización de la función.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
El Cálculo Diferencial e Integral. Earl W. Swokowski.											
Cálculo y Geometría Analítica - Larson - 6ta Edición Vol.1.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											

8.Realizar cálculos aproximados sencillos donde se emplee el diferencial como aproximación del incremento.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Fundamentos de análisis matemático, V Llín y Pozniak.											
9.Determinar el polinomio de Taylor de grado n para aproximar una función de una variable real en un intervalo dado.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
El Cálculo Diferencial e Integral. Earl W. Swo-kowski.											
Cálculo Diferencial e Integral - Tomos 1, N. Piskunov.											
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
10.Resolver problemas sencillos de razón de cambio.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
El Cálculo Diferencial e Integral. Earl W. Swo-kowski.											
Cálculo Diferencial e Integral - Tomos 1, N. Piskunov.											
Conferencia 3: Derivadas de funciones reales de una variable.											
Cálculo y Geometría Analítica - Larson - 6ta Edición Vol.1.											
Fundamentos de análisis matemático, V Llín y Pozniak.											

11.Determinar los extremos locales de una función así como sus intervalos de monotonía.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Conferencia 5: Extremos Locales de funciones.											
Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte)											
Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte)											
12.Determinar los intervalos de concavidad/convexidad y la existencia de puntos de inflexión.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Conferencia 5: Extremos Locales de funciones.											
Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte)											
Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte)											
13.Determinar los extremos absolutos de funciones continuas definidas sobre intervalos compactos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Conferencia 5: Extremos Locales de funciones.											
Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte)											
Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte)											

14. Trazar la gráfica de una función conocidos sus elementos esenciales.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte)											
Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte)											
15. A partir de la gráfica de una función dada, determinar algunos de sus elementos más representativos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NR
Cálculo con trascendentes tempranas. Parte I. James Stewart.											
Curso de Matemáticas Superiores para Ingenieros. T- I. Krasnov M. Editorial MIR. Moscú, 1990.											
Conferencia de consolidación para la prueba final (Primera parte)											
Conferencia de consolidación para la prueba final (segunda parte)											

Anexo B

Determinación de los expertos

B.1. Cuestionario inicial para la determinación de los expertos

Propósitos de la investigación:

Desarrollar el modelo de un SRC para la selección de materiales de estudio relacionados el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Compañero profesor:

Como parte de la validación de la investigación: “Modelo de un sistema de recomendación colaborativo para la selección de materiales de estudio”, se está seleccionando un panel de especialistas que hayan contribuido en la formación matemática de los estudiantes en nuestra universidad.

Teniendo presente su alta profesionalidad y maestría en el ejercicio de la docencia y en el trabajo investigativo, se considera que su ayuda sería de gran utilidad. Por tal motivo, se le pide que una vez que responda al cuestionario siguiente:

Datos generales:

Departamento al que pertenece: _____

Categoría Docente: Instructor: _____ Asistente: _____ PA: _____ PT: _____

Grado Científico: Dr: _____ MSc: _____

Años de trabajo en la Educación Superior: _____ años.

Años de experiencia en la formación matemática de estudiantes: _____ años.

¿Trabaja actualmente en la formación matemática de estudiantes? Sí: _____ No: _____

¿En caso afirmativo, es el jefe de alguna disciplina? Sí: _____ No: _____

1. Marque con una cruz (x), en una escala creciente de 1 a 10, el valor que se corresponde con el criterio que mantiene sobre la dispersión de los materiales de estudio para la formación Matemática de los

estudiantes.

Tabla B.1: Medida de la dispersión de los materiales de estudio

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una autovaloración, según la tabla siguiente, de sus niveles de argumentación o fundamentación sobre el tema objeto de investigación.

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Su propio conocimiento del estado de la dispersión de los materiales de estudio relacionados con el cumplimiento del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.			
Experiencia en la selección de materiales de estudio para desarrollar las habilidades antes mencionadas.			
Conocimiento sobre herramientas utilizadas para la selección de materiales de estudio.			
Análisis teóricos realizados por usted sobre la utilización de estas herramientas.			
Su intuición sobre la utilización de software para la selección de materiales de estudio.			

Anexo C

Cuestionario Delphi Modificado

C.1. Ronda 1

ASPECTOS BÁSICOS DEL MÉTODO DELPHI

Dentro del amplio espectro de métodos para hacer pronósticos y construir escenarios futuros se suele hablar habitualmente de tres grandes familias: los métodos extrapolativos, basados en la extrapolación de variables medidas cuantitativamente que se encuentran disponibles en series históricas relativamente largas y consistentes; los métodos explicativos, que intentan construir modelos analíticos que vinculen variables dependientes e independientes a partir del establecimiento de relaciones de incidencia; y los métodos llamados “subjetivos”, que recogen la opinión de personas especialmente elegidas en función de su experiencia, habilidades o conocimientos en el tema de interés. El método Delphi se encuentra dentro de la familia de métodos subjetivos. Es especialmente útil cuando no se pueden satisfacer los requerimientos de acumulación de información que exigen los métodos comprendidos en las otras familias de técnicas, pero sin embargo se cuenta con un conjunto de personas - “expertos” - que pueden ofrecer visiones prospectivas razonablemente sólidas sobre los asuntos que desean estudiarse.

En pocas palabras, un pronóstico Delphi modificado consiste en someter a un grupo de expertos o especialistas al llenado sucesivo de dos formularios destinados a recolectar sus opiniones y visiones sobre el futuro del tema en cuestión. Cada instancia de llenado del formulario se denomina ronda. Uno de los objetivos básicos de un Delphi consiste en el logro de pronósticos que sean el producto de consensos lo más sólidos posibles. La vía para alcanzar este consenso supone que, en la segunda ronda, cada experto que ha realizado pronósticos que se desvían en algún grado de los pronósticos más consensuados tenga la posibilidad de modificar su respuesta. Para ello se le presentan los resultados de la pregunta específica en que ha existido tal desviación, y se le propone que la reconsidere si encuentra argumentos razonables para ello. De lo contrario, debe ratificar su respuesta anterior.

El resultado final del Delphi es un conjunto de pronósticos más o menos consensuados sobre los diferentes temas y aspectos presentes en el cuestionario, a lo que se añaden las innovaciones producto de las respuestas a preguntas abiertas. Dicha información, materializada en una base de datos susceptible de diversos tratamientos estadísticos, permite la construcción de escenarios más o menos probables de concretarse en el horizonte futuro; y, naturalmente, también admite interpretaciones que trascienden la información puramente estadística producida a partir del Delphi.

1. Describa brevemente cuál puede ser, a su juicio, la tendencia del uso del Modelo del SRC para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas en los próximos 2 años.
2. ¿Cree que el modelo del sistema propuesto contribuirá a seleccionar los materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas?
_____ Contribución muy fuerte
_____ Contribución fuerte
_____ Contribuirá moderadamente
_____ Estancamiento
_____ No Contribución
3. Enumere seis factores por los que considera que el sistema propuesto contribuirá a la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas durante los próximos 2 años.
4. ¿En qué medida el sistema informático implementado puede influir a la selección de los materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas? (Puntúe de 0 a 10, donde 0 es el mínimo y 10 es máximo).
5. Ordene por rango de importancia las ventajas del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio de acuerdo con las previsiones de su uso para 2016.
_____ El modelo del sistema propuesto tiene la capacidad de recomendar materiales de estudio que los estudiantes no han valorado o que han sido valorados por estudiantes con preferencias similares a las suyas para su selección.

_____ La herramienta informática desarrollada, como soporte al modelo propuesto, contribuye a la aplicabilidad del mismo al constituir un componente básico y útil para su implantación.

_____ La aplicabilidad del modelo de recomendación colaborativo para la selección de materiales de estudio.

6. Pensando de aquí al año 2016, ¿cuál será la pertinencia de este modelo para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”?

(Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente)

Tabla C.1: Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

	Marque aquí
P1. Valorar la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.	
P2. Satisfacer la necesidad de la implementación de un software de apoyo a la selección de materiales de estudio.	
P3. Propiciar el uso de un software para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas para su mejoramiento.	

C.2. Ronda 2

Cuestionario DELPHI

Responda las siguientes preguntas

1. ¿Cree que el modelado del sistema propuesto contribuirá a seleccionar los materiales de estudio relacionados con el cumplimiento del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas?

_____ Contribución muy fuerte

_____ Contribución fuerte

_____ Contribuirá moderadamente

_____ Estancamiento

_____ No Contribución

2. ¿En qué medida el sistema propuesto puede influir a la selección de los materiales de estudio relacionados con el cumplimiento del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas? (Puntúe de 0 a 10, donde 0 es el mínimo y 10 es máximo).

3. Ordene por rango de importancia las ventajas del modelado del sistema propuesto de acuerdo con las previsiones de su uso para 2016.

_____ El modelo del sistema propuesto tiene la capacidad de recomendar materiales de estudio que los estudiantes no han valorado o que han sido valorados por estudiantes con preferencias similares a las suyas para su selección.

_____ La herramienta informática desarrollada, como soporte al modelo propuesto, contribuye a la aplicabilidad del mismo al constituir un componente básico y útil para su implantación.

_____ La aplicabilidad del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

4. Pensando de aquí al año 2016, ¿cuál será la pertinencia de este modelo para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” .?

(Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente)

Tabla C.2: Pertinencia del modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

	Marque aquí
P1. Valorar la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones”.	
P2. Satisfacer la necesidad de la implementación de un software de apoyo a la selección de materiales de estudio.	
P3. Propiciar el uso de un software para la selección de materiales de estudio relacionados con el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” en a asignatura Matemática I de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas para su mejoramiento.	

Anexo D

Cuestionario Técnica Iadov

D.1. Encuesta para la aplicación de la técnica Iadov

Encuesta para la validación del modelado del SRC

1. ¿Consideras fiables las sugerencias de selección relacionadas el desarrollo del sistema de habilidades propuesto en el tema de “Derivada de funciones de una variable. Aplicaciones” sin el empleo del modelo del sistema de recomendación colaborativo?

SI _____ NO _____ NO SE _____

2. ¿Cuáles considera son las principales fortalezas del modelo que contribuyen a la fiabilidad de las respuestas? Argumente.

3. ¿Si UD. requiere elevar el nivel de fiabilidad en la mejor selección de los materiales de estudio empleando sistemas de recomendación colaborativo utilizaría el modelo propuesto?

SI _____ NO _____ NO SE _____

4. ¿Satisface el modelo del sistema de recomendación colaborativo los niveles de fiabilidad esperados por usted? Marque con una X.

Tabla D.1: Satisfacción con el modelo del SRC para la selección de materiales de estudio.

Muy satisfecho.	
Parcialmente satisfecho.	
Me es indiferente.	
Más insatisfecho que satisfecho.	
Para nada satisfecho.	
No sé qué decir.	

5. ¿Qué añadiría al modelo para aumentar su fiabilidad? Argumente.

Anexo E

Cálculo del Coeficiente de Competencia

E.1. Cálculo del Coeficiente de Competencia de los profesores encuestados

Tabla E.1: Cálculo del Coeficiente de Coeficiente de Conocimiento de los profesores encuestados.

No. Experto	Valoración	Valoración*0.1	K_c
1	8	0.1	0.8
2	5	0.1	0.5
3	8	0.1	0.8
4	8	0.1	0.8
5	8	0.1	0.8
6	9	0.1	0.9
7	8	0.1	0.8
8	5	0.1	0.5
9	6	0.1	0.6
10	9	0.1	0.9

Tabla E.2: Cálculo del Coeficiente de Argumentación de los profesores encuestados.

No. Experto	1	2	3	4	5	K_a
1	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
2	0.5	0.4	0.05	0.2	0.05	0.75
3	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
4	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
5	0.5	0.5	0.05	0.1	0.05	0.75
6	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
7	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
8	0.5	0.5	0.05	0.1	0.05	0.75
9	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65
10	0.5	0.4	0.05	0.1	0.05	0.65

Tabla E.3: Cálculo del Coeficiente de Competencia de los profesores encuestados.

No. Experto	K_c	K_c	K
1	0.8	0.65	0.725
2	0.5	0.75	0.625
3	0.8	0.65	0.725
4	0.8	0.65	0.725
5	0.8	0.75	0.775
6	0.9	0.65	0.775
7	0.8	0.65	0.725
8	0.5	0.75	0.625
9	0.6	0.65	0.625
10	0.9	0.65	0.775