

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 4

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores:

Yaray Hernández Carmona

Yenima Hernández Orozco

Tutores:

Ms.C. Liana Isabel Araujo Pérez

Ing. Hector Luis Reyes Pupo

Ing. Ángel Alberto Vázquez Sánchez

La Habana, Junio 2013

“Año del 55 Aniversario de la Revolución”

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Declaramos ser autores del presente trabajo de diploma y concedemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales del mismo, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos el presente a los 13 días del mes de Junio del año 2013.

Firma de la tesista

Yenima Hernández Orozco

Firma de la tesista

Yaray Hernández Carmona

Firma de la tutora

Ms.C. Liana Isabel Araujo Pérez

Firma del tutor

Ing. Ángel Alberto Vázquez Sánchez

Firma del tutor

Ing. Hector Luis Reyes Pupo

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

"La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado, mientras que la imaginación no"

Albert Einstein

"La mejor forma de predecir el futuro es implementarlo"

David Heinemeier Hansson

"...El trabajo llenará gran parte de vuestras vidas y la única manera de sentirse realmente satisfecho es hacer aquello que creéis que es un gran trabajo. Y la única forma de hacer un gran trabajo es amar lo que se hace. Si todavía no lo habéis encontrado, seguid buscando. No os detengáis"

Steve Jobs

Dedicatoria

De Yenima

A mis padres Idania Orozco y Daniel López

A mi papito del alma Juan Antonio Hernández

A mi abuelita Juan Alonso

A mis seis hermanos

A mi familia y amigos en general

De Yaray

A mis padres Mayra Carmona y Jesús Hernández

A mi novio Yasmanis Alonso

A mi hermanas Yanet, Saray y Lisania

A mi padrastro Lázaro

A mi familia y amigos en general

Agradecimientos:

A nuestros padres, que nos iluminan el camino de la vida.

A nuestros tutores Liana, Héctor y Ángel que nos apoyaron en este proceso.

A todo el colectivo del proyecto Multisaber – Navegante, por acompañarnos en la etapa productiva.

A nuestros compañeros de brigada en especial a Nellis, Javier y Joel, por estar ahí siempre que los necesitamos.

De Yenima

A mis padres que siempre han creído en mí y han sido mi ejemplo y guía.

A mi abuela y mi papito que se están siempre cuidándome.

A mi amiga Lisbet por su apoyo aun cuando está lejos.

A mi amiga y compañera de tesis, por soportar los buenos y malos momentos a mi lado.

A todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron en mi formación.

A mi familia en general.

De Yaray

A mis padres que se han sacrificado tanto para que yo esté hoy aquí, por apoyarme.

A mi hermana Yanet que es mi ejemplo a seguir y a mis hermanas Saray y Lisania.

A mi novio Yasmanis y su familia que me han ayudado y brindado su amor.

A mi amiga y compañera de tesis, quien ha sabido soportarme durante estos años y me ha ayudado mucho.

A mi padrastro Lázaro, quien ha cuidado de mi mamá mientras yo me supero.

A mis amigos Yamisel y Roberto que han reído conmigo en las alegrías y llorado en las tristezas.

A mi familia en general.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Resumen:

El presente trabajo de diploma desarrolla un sistema recomendador de cuestionarios interactivos, para los estudiantes que utilizan la colección El Navegante, apoyándose en la técnica de filtrado colaborativo basado en usuario. Dicho sistema está enfocado a orientar a los estudiantes con respecto a qué ejercicios resolver, ayudando de esta forma a los usuarios a ejercitar el contenido a través de cuestionarios de preguntas que sean más apropiadas de acuerdo a sus necesidades y preferencias educativas, disminuyendo así el tiempo que emplean los docentes en la identificación de las necesidades de sus estudiantes y facilitando la atención diferenciada hacia cada uno de ellos. Se realiza un estudio de las clasificaciones de los sistemas de recomendación, haciendo referencias a sus principales características. Se describe la concepción pedagógica empleada para realizar la recomendación así como las herramientas y tecnologías utilizadas en la concepción de la misma. Se realiza el análisis y diseño necesario para la implementación según la metodología RUP y finalmente se valida la aplicación comprobando así el buen funcionamiento de la misma.

Palabras claves: cuestionarios interactivos, ejercicios, Sistema Recomendador, Filtrado colaborativo

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Índice

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 5 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.2 DEFINICIÓN DE SISTEMAS RECOMENDADORES | 5 |
| 1.3 PROBLEMA DE LA RECOMENDACIÓN | 7 |
| 1.4 ASPECTOS A CONSIDERAR EN UN SISTEMA RECOMENDADOR | 7 |
| 1.5 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA RECOMENDADOR | 8 |
| 1.6 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RECOMENDADORES | 10 |
| 1.7 ALGORITMOS EN SISTEMAS RECOMENDADORES | 12 |
| 1.8 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS RECOMENDADORES EN LA EDUCACIÓN | 17 |
| 1.9 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS A UTILIZAR | 19 |
| 1.9.1 Metodología de desarrollo | 19 |
| 1.9.2 Lenguajes de programación del lado cliente | 20 |
| 1.9.3 Framework del lado del cliente | 20 |
| 1.9.4 Lenguaje de programación del lado del servidor | 20 |
| 1.9.5 Framework del lado del servidor | 21 |
| 1.9.6 Sistema gestor de base de datos | 21 |
| 1.9.7 Servidor web | 21 |
| 1.9.8 Lenguaje de Modelado | 21 |
| 1.9.9 Entorno Integrado de Desarrollo | 21 |
| 1.9.10 Herramienta CASE | 22 |
| 1.9.11 Arquitectura de software | 22 |
| 1.10 CONCLUSIONES | 22 |
| 2. CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN | 23 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN | 23 |
| 2.2 CONCEPCIÓN DEL SISTEMA RECOMENDADOR PROPUESTO | 23 |
| 2.3 DEFINICIÓN DE LA BASE PEDAGÓGICA | 23 |
| 2.4 EL FILTRADO COLABORATIVO COMO TÉCNICA EMPLEADA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA RECOMENDADOR | 28 |
| 2.5 PERFIL ALGORÍTMICO PROPUESTO PARA EL SISTEMA RECOMENDADOR | 29 |
| 2.5.1 Selección de preferencias similares | 30 |
| 2.5.2 Creación del vecindario de un usuario o de un producto | 32 |
| 2.5.3 Predicción basada en el vecindario creado | 33 |
| 2.6 CONCLUSIONES | 34 |
| 3. CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA | 35 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 35 |
| 3.2 MODELO DE DOMINIO | 35 |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.3 | REQUISITOS----- | 37 |
| 3.3.1 | <i>Requisitos Funcionales</i> ----- | 37 |
| 3.3.2 | <i>Requisitos No Funcionales</i> ----- | 37 |
| 3.4 | MODELO DE CASOS DE USO----- | 38 |
| 3.4.1 | <i>Diagrama de Casos de Usos del Sistema</i> ----- | 39 |
| 3.4.2 | <i>Descripciones de Casos de uso</i> ----- | 39 |
| 3.5 | MODELO DE ANÁLISIS----- | 41 |
| 3.5.1 | <i>Diagrama de clases del Análisis</i> ----- | 41 |
| 3.5.2 | <i>Diagramas de Interacción</i> ----- | 42 |
| 3.6 | MODELO DE DISEÑO----- | 43 |
| 3.6.1 | <i>Diagrama de Clases del Diseño</i> ----- | 44 |
| 3.6.2 | <i>Diagrama de Paquetes</i> ----- | 45 |
| 3.6.3 | <i>Patrones de Diseño</i> ----- | 46 |
| 3.7 | MODELO DE DATOS----- | 48 |
| 3.8 | CONCLUSIONES----- | 49 |
| 4. | CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS ----- | 51 |
| 4.1 | INTRODUCCIÓN----- | 51 |
| 4.2 | ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN----- | 51 |
| 4.3 | MODELO DE IMPLEMENTACIÓN----- | 51 |
| 4.3.1 | <i>Diagrama de componentes</i> ----- | 51 |
| 4.3.2 | <i>Diagrama de despliegue</i> ----- | 52 |
| 4.4 | PRUEBAS----- | 54 |
| 4.4.1 | <i>Pruebas de Caja Negra</i> ----- | 54 |
| 4.5 | VALIDACIÓN MEDIANTE ESPECIALISTAS----- | 56 |
| 4.6 | CONCLUSIONES----- | 57 |
| 5. | CONCLUSIONES GENERALES ----- | 58 |
| 6. | RECOMENDACIONES ----- | 59 |
| 7. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ----- | 60 |
| 8. | GLOSARIO DE TÉRMINOS ----- | 67 |
| 9. | ANEXOS ----- | 68 |

Introducción

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y en especial de la informática, ha traído consigo el desarrollo de muchas esferas en las que el hombre se desenvuelve en la actualidad. La aplicación de los adelantos tecnológicos en la educación ha sido una de las líneas en que las personas involucradas con procesos de enseñanza-aprendizaje han trabajado en los últimos tiempos. El incremento de los sistemas de educación e-learning y el empleo de los sistemas de gestión del aprendizaje (Learning Management Systems, LMS) forman una parte importante en el proceso de enseñanza actual.

El empleo de las TIC en la educación cubana es evidenciado en el desarrollo por el Ministerio de Educación de Cuba, de tres colecciones educativas para las enseñanzas primaria, secundaria básica y preuniversitario; Multisaber, El Navegante y Futuro respectivamente, desarrollando el concepto de Hiperentorno de aprendizaje.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuenta con el Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES), que tiene como misión desarrollar software que permitan ofrecer servicios y productos, para brindar soluciones de formación aplicando las TIC, a todo tipo de instituciones con diferentes modelos de formación y condiciones tecnológicas. El centro cuenta con el proyecto Multisaber - Navegante, que tiene entre sus objetivos desarrollar nuevas versiones de las colecciones Multisaber y El Navegante creadas por el MINED (Ministerio de Educación), mediante herramientas y tecnologías libres y garantizando legalmente la correcta utilización de los contenidos, teniendo en cuenta el entorno actual.

La colección El Navegante es un conjunto de 10 hiperentornos de aprendizaje que responden a las asignaturas del nivel secundario y tributan a la formación de una cultura general integral. Esta Colección está compuesta por siete módulos: Contenidos, Ejercicios, Juegos, Mediateca, Resultados, Maestro y General respectivamente, estos permiten la interacción del usuario con el sistema, la adquisición de contenidos, la ejercitación del conocimiento, así como la visualización de resultados.

El módulo Ejercicios es el encargado de guiar el aprendizaje a través de baterías de preguntas o cuestionarios que emiten un criterio evaluativo a cada una de las respuestas. La resolución de estos

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

cuestionarios se realiza escogiéndolos a partir de la orientación del profesor o por propia voluntad del estudiante. El profesor debe dedicar mucho tiempo y resulta engorroso tener que identificar para cada estudiante los ejercicios a resolver, teniendo en cuenta las características y necesidades de cada uno para lograr una atención diferenciada. Por otra parte si el estudiante desea realizar un autoestudio extra a las orientaciones realizadas por el profesor y no es consciente de sus necesidades, puede invertir tiempo resolviendo ejercicios que no le permitirán desarrollar las habilidades que no ha logrado cumplir.

Actualmente la Colección cuenta con un recomendador de cuestionarios desarrollado el curso anterior, como parte de un trabajo de diploma de los autores Nadiela Milán Cristo y Ernesto Yordi Plasencia. (1) Dicho recomendador cumplió con los objetivos propuestos, pero carece de un algoritmo inteligente capaz de aplicar varias técnicas de recomendación y así lograr una alta efectividad a la hora de recomendar.

Problema a resolver:

¿Cómo facilitar la selección de cuestionarios interactivos en la colección El Navegante, teniendo en cuenta las necesidades educativas de los estudiantes según su interacción con la aplicación?

Objeto de estudio:

Proceso de selección de cuestionarios interactivos para los estudiantes de la enseñanza secundaria.

Campo de acción:

Proceso de selección de cuestionarios interactivos en la colección El Navegante.

Objetivo general:

Desarrollar un Sistema Recomendador que facilite la selección de cuestionarios interactivos, teniendo en cuenta las necesidades educativas de los estudiantes que interactúen con la colección El Navegante.

Objetivos específicos:

1. Realizar un estudio del estado del arte del proceso de recomendación en la enseñanza.
2. Desarrollar un sistema recomendador de cuestionarios interactivos.
3. Validar la propuesta de solución verificando que el sistema recomendador cumpla con los requerimientos establecidos.

Hipótesis:

Si se desarrolla un recomendador que permita la selección de cuestionarios interactivos en la colección El Navegante, se tendrán en cuenta las necesidades educativas de los estudiantes que interactúen con la colección.

Tareas:

- Análisis de la versión anterior del Sistema Recomendador de Cuestionarios Interactivos y levantamiento del estado del arte.
- Análisis de los requisitos funcionales y no funcionales.
- Selección y fundamentación de las herramientas y tecnologías que serán utilizadas durante la nueva versión.
- Identificación de los cambios necesarios en la estructura de la base de datos.
- Identificación de las clases necesarias para el funcionamiento de la nueva versión.
- Implementación de las clases identificadas para el funcionamiento de la nueva versión.
- Comprobación del funcionamiento del Sistema Recomendador de Cuestionarios Interactivos dentro de la línea base del producto general.
- Validación y cumplimiento de los requisitos especificados.

Analítico-sintético: Se evidencia cuando se realiza un análisis de toda la teoría y documentación, que permiten la extracción de los elementos fundamentales relacionados con las herramientas recomendadoras que contribuyen al aprendizaje interactivo.

Histórico-lógico: Utilizado al tener en cuenta la caracterización de la evolución histórica de los sistemas de recomendación como herramientas bases para concebir el sistema actual.

Modelación: Se emplea como forma de representación de todos los datos esenciales relacionados con el campo de acción.

El documento está organizado en cuatro capítulos, de la siguiente forma:

Capítulo 1- Fundamentación teórica: Se exponen los elementos teóricos que sustentan el problema científico y los objetivos del trabajo. Se hace un análisis de los principales conceptos relacionados con el dominio. Se efectúa un estudio del estado del arte de las herramientas recomendadoras dentro del marco de la educación. Se realiza un análisis de las metodologías y herramientas de desarrollo que se pueden utilizar y se justifica la elección de cada una de ellas.

Capítulo 2- Propuesta de Solución: Se hace una descripción de la propuesta solución, especificando sus características principales y brindando una explicación detallada de su perfil algorítmico.

Capítulo 3- Análisis y Diseño del sistema: Se desarrolla la solución propuesta, pasando por las etapas de análisis, diseño e implementación de RUP. Especificándose los requisitos que debe cumplir el sistema así como el diagrama de casos de uso del sistema y las descripciones de los mismos.

Capítulo 4- Pruebas: En este capítulo se valida el resultado obtenido, utilizando técnicas referenciadas que se enfocan en verificar la efectividad de aplicaciones afines a la que se propone

1. Capítulo 1: Fundamentación teórica

1.1 Introducción

Los Sistemas Recomendadores ayudan a encontrar nuevos contenidos, productos o servicios que pueden gustar o que se pueden necesitar (2). Facilitan la toma de decisiones utilizando como base los gustos, preferencias y necesidades del usuario, sugiriendo determinada información que se considere de su interés.

Con el paso del tiempo la educación, así como la humanidad, ha ido evolucionando. Se han ampliado los campos de estudio, cambiado métodos, medios y estrategias de enseñanza-aprendizaje y han surgido nuevas formas de hacer llegar el conocimiento rompiendo hasta las barreras regionales. El desarrollo en el campo de la informática y su ascendente aplicación en todos los ámbitos de la vida diaria ha hecho partícipe a la educación de estos avances. En el presente capítulo se realiza un análisis del estado del arte para realizar recomendaciones orientadas al aprendizaje interactivo y de los sistemas de recomendación en sentido general. También son descritas las herramientas, tecnologías y metodologías a utilizar en la solución propuesta.

1.2 Definición de Sistemas Recomendadores

Los Sistemas Recomendadores o de Recomendación son una de las maneras en las que se puede realizar el filtrado de información. Existen varios autores que han expuesto sus concepciones acerca de estos términos. A continuación se presentan algunas definiciones que describen el funcionamiento de los mismos.

- Los Sistemas de Recomendación constituyen una técnica de filtrado de información, la cual presenta distintos tipos de temas o ítems de información al usuario, basándose en la predicción del “ranking” o ponderación que este le daría a un ítem que el sistema aún no ha considerado; mediando, automatizando o soportando de esta forma, el proceso de realizar recomendaciones. (3)
- Los Sistemas de Recomendación son herramientas cuyo objetivo es asistir a los usuarios en sus procesos de búsqueda de información, ayudando a filtrar los ítems de información recuperados,

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

usando recomendaciones propuestas sobre esos ítems. Dichas recomendaciones se generan a partir de las opiniones proporcionadas por otros usuarios sobre ciertos ítems, tales como documentos, libros e informes en búsquedas previas o bien a partir de las preferencias del usuario objeto de la recomendación. (4)

- Un sistema de recomendación es una tecnología de filtrado de información que permite resolver dos problemas específicos: (i) el problema de predicción, en el cual se predice si a un usuario en particular le gustará un ítem en particular; y (ii) el problema de recomendación, en el cual se determina un conjunto de n ítems a recomendar a un usuario a partir de sus preferencias personales. (5)
- El funcionamiento de un Sistema de Recomendación está basado en la capacidad que tenga de seleccionar cierta información, de forma automática y brindarla como sugerencia personalizada a un usuario determinado. Para lograr esto el sistema debe capturar cierta y determinada información de preferencias de los usuarios, ya sea de una manera directa o indirecta, partiendo siempre de la interacción del usuario con el sistema. Una vez obtenida dicha información el sistema procede a crear un perfil de usuario donde tendría almacenado para su conocimiento las preferencias del usuario. Una vez concluido este proceso el sistema se encuentra en total capacidad para recomendar un ítem que él cree que es de interés para el usuario, basándose fundamentalmente en los datos almacenados en su perfil y el perfil de otros usuarios. (6)

Los Sistemas Recomendadores en general se encargan de hacer llegar al usuario recomendaciones que le puedan ser de interés, de forma automática y personalizada, ayudándolo así a la toma de decisiones. Para realizar dicha tarea el sistema debe ser capaz de obtener toda aquella información sobre las preferencias del usuario en cuestión, ya sea directa o indirectamente, logrando con esta la elaboración de un perfil donde se almacenarán las preferencias del usuario según su comportamiento. Habiendo recogido los datos necesarios el recomendador puede entonces determinar las posibles selecciones que podría realizar el usuario.

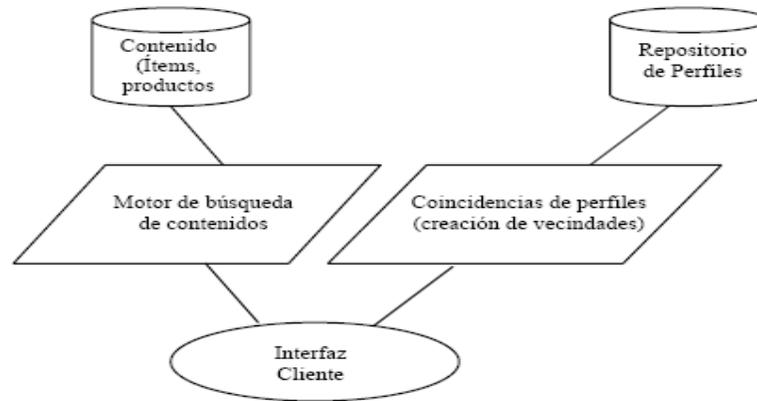


Figura 1: Esquema de funcionamiento de un Sistema Recomendador propuesto en (7)

1.3 Problema de la Recomendación

El problema de la recomendación se encarga de resumir a grandes rasgos el principio de los Sistemas Recomendadores:

Al tener un conjunto U de usuarios y otro conjunto I de todos aquellos ítems que pudieran ser recomendados, siendo ambos conjuntos mayormente vastos, la recomendación sería aquella función que puede evaluar cuán útil puede ser el ítem $i \in I$ para el usuario $u \in U$, deseándose para cada usuario aquel ítem de mayor utilidad para el mismo o sea maximizar dicha función. Más formalmente: (8)

Sea U el conjunto de usuarios de la aplicación, I el conjunto de ítems, F la función evaluadora

Con $i \in I \forall u \in U$:

$$i_u = \operatorname{argmax}_{i \in I} f(u, i)$$

1.4 Aspectos a considerar en un Sistema Recomendador

Los recomendadores en su totalidad se encargan de brindar a los usuarios, entre muchos elementos, algunos que pueden ser de su interés. La implementación del recomendador depende, en parte, de la información que se tiene del tipo de ítem que se va a obtener y del tipo de usuario que lo va a utilizar. En el caso del sistema que se quiere desarrollar depende de la información de los ejercicios y de los

estudiantes, pero además existen otros aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar el Sistema Recomendador, ellos son:

- **Representación de las recomendaciones:** Es la forma de representar si un ítem ha sido recomendado o no. (2)
- **Expresión de las recomendaciones:** Las recomendaciones pueden ser introducidas de forma explícita o bien de forma implícita (2)
- **Aspectos de identificación de la fuente:** Las recomendaciones pueden ser realizadas de forma anónima, identificando la fuente, o por el uso de un pseudónimo. (2)
- **Forma de agregar las evaluaciones:** Es la manera en que se agregan las evaluaciones dadas a los ítems para las próximas recomendaciones. (2)
- **Uso de las recomendaciones:** Define la forma en que se van a exponer las recomendaciones. (2)

1.5 Estructura de un Sistema Recomendador

El usuario solicita la recomendación y el sistema, a partir de la retroalimentación de la información dada por el usuario y la que tiene almacenada, realiza el proceso de recomendación y brinda los resultados. Es por esto que la estructura de estos sistemas está dada por:

- **Las entradas y salidas del proceso de generación de la recomendación:** Las entradas son la información que el sistema ingresa del usuario (puede ser recogida de forma implícita o explícita) y las salidas son las recomendaciones finales. (2)
- **El método usado para generar las recomendaciones (Proceso de Recomendación):** Es la manera en que el proceso de recomendación se va a desenvolver. Existen tres métodos

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

generales que pueden ser utilizados ya sea uno o varios de ellos en un mismo Sistema Recomendador. (2)

- I. Recuperación pura o recomendación nula: Es, de forma general, un sistema de búsqueda que permite al usuario examinar ítems en una Base de Datos.
- II. Recomendaciones seleccionadas manualmente por expertos: Las recomendaciones son seleccionadas por expertos en el tema a partir de sus propias preferencias, hacen comentarios para una mayor información y son puestas en una lista disponible para todos los usuarios del sistema.
- III. Resúmenes estadísticos calculados en función de las opiniones del conjunto de usuarios: Se hacen cálculos concretos sobre los usuarios que prefieren a un determinado ítem y a partir de esto es que se hace las recomendaciones.

Estos métodos son muy generales y simples por lo que no se consideran totalmente métodos para generar recomendaciones. Existen otras posibilidades más específicas, las cuales acarrearán dos grandes grupos de Sistemas Recomendadores: los basados en contenido y los de filtrado colaborativo.

- **El grado de personalización**: Según el grado de personalización los Sistemas Recomendadores también se clasifican en: (2)
 - I. No personalizados: Brindan las mismas recomendaciones a todos los usuarios.
 - II. Personalización efímera: Las recomendaciones son dadas tomando en cuenta el comportamiento y acciones del usuario en su sesión actual de navegación.
 - III. Personalización persistente: Estos sistemas están basados en el perfil de los usuarios, por lo que hacen uso de métodos de filtrado colaborativo, filtrado basado en contenidos o correlaciones entre ítems. Brindan recomendaciones con mayor grado de personalización.



Figura 2: Estructura de un Sistema Recomendador

1.6 Clasificación de los Sistemas Recomendadores

Existen diferentes maneras de clasificar los Sistemas Recomendadores, según la bibliografía consultada (2) se pueden clasificar en tres grupos principalmente:

- Basado en contenido
- Recomendación colaborativa o Filtrado Colaborativo
- Híbrido

A continuación se abordan cada uno de los grupos haciendo referencias a sus principales características.

Sistemas Recomendadores basados en contenido

La recomendación basada en contenido tiene en cuenta la filosofía de “muéstrame las cosas que he seleccionado, o que me han gustado anteriormente”. Su técnica consiste en recomendar a un determinado usuario ítems que poseen similitud con los ítems que a él le han gustado. Para realizar esta recomendación el sistema utiliza las preferencias del usuario frente a los nuevos ítems. Los recomendadores basados en el contenido son aquellos sistemas que recomiendan los ítems a los usuarios basándose exclusivamente en la descripción del ítem y de un perfil de los intereses del propio usuario (9). Sus principales deficiencias reconocidas son:

- La técnica suele recomendar ítems excesivamente parecidos a los que el usuario que pide la recomendación ya conoce, e incluso, demasiado similares entre sí (10). Esta dificultad

compromete la confianza que va adquiriendo el usuario sobre el sistema. A estas limitaciones en la literatura se le conoce como “sobre-especialización”.

- La otra deficiencia está relacionada a la hora de especificar los atributos a determinado producto, la cual se convierte en una tarea muy costosa, incluso en algunas ocasiones requiere de la participación de un experto de conocimiento.

Sistemas Recomendadores de Filtrado Colaborativo

Esta es una de las técnicas más recomendadas por la literatura, su principal característica es que está orientada a identificar usuarios con intereses similares. El sistema almacena todas las preferencias del usuario y reconoce parecido entre otros usuarios, para posteriormente construir las recomendaciones. En conclusión, la idea fundamental de esta técnica es recomendar al usuario que solicita la recomendación elementos que fueron de interés para los usuarios que guarden cierta relación con él. Para garantizar eficiencia a la técnica en cuestión es necesario cumplir algunas condiciones de gran relevancia (6):

- Amplia participación de usuarios.
- Lograr relacionar a los usuarios de una manera eficiente a través de los algoritmos definidos.

Filtrado basado en usuarios

Esta técnica sugiere al usuario que solicita la recomendación aquellos elementos que han causado interés a los usuarios que guarden cierta similitud con él (vecinos). Otra alternativa es realizar recomendaciones basándose más en la calidad en sí de los productos que en las propiedades concretas de los mismos. (7)

Este tipo de filtrado es muy útil pues le brinda directamente una opción al usuario de lo que el sistema evalúa como ítems de posible interés para el mismo basándose en usuarios con un comportamiento similar para realizar las predicciones.

Filtrado colaborativo basado en ítem

Mediante este método, un producto es recomendado a un usuario activo si es similar a los definidos en su perfil personal. En este caso, se considera que dos productos son similares (o vecinos) si los usuarios que han seleccionado uno de ellos tienden a seleccionar el otro, asignándole índices de interés

parecidos. Esta técnica da mejores resultados que la variante basada en usuario cuando el número de productos disponibles en el sistema recomendador es mucho menor que el número de usuarios. (5)

Sistemas Recomendadores Híbridos

Los Sistemas Híbridos utilizan las ventajas de los Basados en Contenido y en Filtrado Colaborativo, además de aminorar las desventajas de los mismos con el objetivo de sobrellevar los inconvenientes de ambos sistemas para lograr una mayor eficiencia en las recomendaciones y hacer llegar al usuario las mejores de ellas.

Con la unión de estos dos tipos se logran resolver problemas como son el cold-start y la tendencia a la sobre-especialización. El primero es una de las principales dificultades de los recomendadores de filtrado colaborativo, la cual viene dada por la necesidad de un gran número de usuarios adheridos al sistema para un correcto funcionamiento del mismo y el segundo es la principal deficiencia de los basados en contenido, ya que la sobre-especialización va aumentando a medida que aumenta la utilización de la aplicación por parte del usuario.

Como los Híbridos están basados en los dos tipos de Sistemas Recomendadores ya mencionados, se hace una mezcla entre los funcionamientos de estos, por lo cual se crea el perfil de cada usuario a partir de sus predilecciones anteriores (basados en contenido) y después se comparan estos perfiles para encontrar las similitudes entre usuarios (de filtrado colaborativo). Es decir, los resultados se obtienen a partir de las preferencias del usuario y a su vez de las de los usuarios con preferencias parecidas a las de él. (11)

1.7 Algoritmos en Sistemas Recomendadores

Los algoritmos son un conjunto de instrucciones que permiten realizar una actividad a través de una serie de pasos. Las técnicas algorítmicas para el desarrollo de Sistemas Recomendadores pueden clasificarse en cuatro grandes grupos, los cuales se explican a continuación.

Clasificadores Automáticos

Estos algoritmos trabajan partiendo de información brindada por el usuario, a través de los cuales se extraen aquellos nodos de la red que están relacionados con los primeros de forma significativa. (2)

Branch- and-Bound

Este algoritmo adopta como modelo de representación de conocimiento una red semántica, de ahí que los enlaces tengan asociadas etiquetas semánticas que identifican las relaciones existentes entre los conceptos definidos en la misma. Basándose en el principio de búsqueda branch-and-bound (BNB). Este explora los caminos de longitud mínima establecidos entre los conceptos que el usuario ha especificado y aquellos que son finalmente recuperados. A Través de los caminos más cortos garantiza que los elementos obtenidos son los más relevantes.

El enfoque adoptado en BNB puede tener una utilidad limitada en algunos dominios de aplicación, en concreto, en aquellos en los que las relaciones más significativas para el usuario no sean descubiertas a partir de caminos de longitud mínima. Precisamente para descubrir dichos caminos, el algoritmo activa en cada iteración únicamente los vecinos del nodo más relevante de la red, es decir, aquel que tiene mayor nivel de activación, y que, por tanto, ocupa la cabeza de la cola de prioridad.

Hopfield Net

El algoritmo Hopfield Net (2) está basado en la red neuronal que lleva el mismo nombre. A diferencia del BNB éste calcula los niveles de todos los nodos en una sola iteración. Incorpora dos de las características más destacables de la red neuronal Hopfield: su principio de búsqueda en paralelo y sus propiedades de convergencia.

Basados en Memoria

Utilizan la Base de Datos completa de usuarios-ítems para generar las predicciones, el Sistema Recomendador usa una técnica estadística para hallar un conjunto de usuarios que tengan una historia de concordancia con el usuario objetivo (vecinos), una vez es formada una vecindad se utiliza un algoritmo que combine preferencias de los vecinos para producir una predicción y un ranking de los “N principales” para el usuario objeto. (7)

La definición anterior se define en la siguiente relación: sea R una matriz de relación usuario-ítems la cual contiene la evaluación (Ratings) de cada ítem por el usuario. Se toman dos usuarios u_i y u_j que pertenecen a R y se aplican algunos de los siguientes métodos:

Algoritmos de vecinos más cercanos

Este fue uno de los primeros algoritmos de filtrado colaborativo en implementarse. Se basa fundamentalmente en 3 pasos: representación de los datos, formación de vecinos y generación de recomendaciones. (12)

El paso más crítico es la formación de vecinos en el cual se ve inmerso el proceso de encontrar la relación de similitud que existe entre dos usuarios. Para la formación de relación de similitud entre todos los usuarios y el usuario activo se definen algunos métodos:

- **Coefficiente de correlación de Pearson**

Es una métrica típica de similitud entre funciones de preferencias de usuarios o (menos frecuentemente) distancias de vectores o productos puntos. La fórmula da una aproximación de qué tan bien los vectores comparados (perfiles, ítems) coinciden en la escala desde cero (no similares) a uno (total coincidencia) ó -1 (total diferencia). (5)

$$sim_{ik} = corr_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^l (r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{j=1}^l (r_{ij} - \bar{r}_i)^2 \sum_{j=1}^l (r_{kj} - \bar{r}_k)^2}}$$

i : Usuario activo.

k : Usuario al que se le desea calcular la similitud.

j : Ítem.

\bar{r} : Media aritmética del índice de preferencia del ítem.

r_{ij} : Índice de preferencia del usuario i con el ítem j .

r_{jk} : Índice de preferencia del usuario k con el ítem j .

- **Similitud basada en coseno**

Esta técnica se considera cada elemento como un vector dentro de un espacio vectorial de m dimensiones y se calcula la similitud como el coseno del ángulo que forman. Es decir si se tienen dos vectores x_1, x_2 consistentes en un arreglo cuyos elementos son las votaciones recibidas de cada usuario. Su similitud será pues: (2)

$$sim(x_1, x_2) = \frac{\sum_{u \in U} (R_{u,x_1} - \bar{R}_{x_1}) (R_{u,x_2} - \bar{R}_{x_2})}{\sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,x_1} - \bar{R}_{x_1})^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,x_2} - \bar{R}_{x_2})^2}}$$

\bar{R} : Media aritmética del nivel de interacción de los contenidos.

x_i : Elementos a los que se le calcula la similitud

u : Usuario que evalúa los elementos

U : Conjunto de usuarios

Basados en Modelo

Estos algoritmos primero modelan los votos de los usuarios. Tratan el problema como un problema de predicción estadística y calculan el valor esperado para cada ítem en función de los votos anteriores. En general, ante las consultas responden más rápido que los basados en memoria, pero por contra necesitan de un proceso de aprendizaje intensivo (13). Para un mejor entendimiento de esto, a continuación se hace una pequeña explicación de cada uno de estos algoritmos:

Redes Bayesianas

Las Redes Bayesianas es un modelo adecuado tanto para modelar las preferencias de los usuarios, como para utilizarlo posteriormente durante el proceso de recomendación (14). El perfil de usuario resultante sería un grafo acíclico en el que los nodos representan variables proposicionales y los arcos identifican dependencias causales entre ellos. Así, un arco entre dos nodos de la red significa que el nodo destino (nodo hijo) depende del nodo origen (nodo padre). Para poder cuantificar el efecto que los nodos padres tienen sobre un nodo específico de la red, se asocia a cada uno de éstos una tabla de probabilidades condicionales (calculadas mediante el teorema de Bayes), de forma que el valor de cada nodo es función de los valores de sus nodos padres. Además, los nodos hojas representan proposiciones

cuyos valores son determinados por observación, a partir de los datos almacenados en un conjunto de entrenamiento del que se extrae la información representada en la red (15).

Redes Neuronales

Las Redes Neuronales (RN) proporcionan una forma muy conveniente de representación del conocimiento en tareas de Recuperación de Información (RI), donde los nodos representan objetos del proceso de RI como palabras claves, autores y citas y los enlaces representan la asociación ponderada de estos (relevancia). Las propiedades de aprendizaje de las RN tipo Retropropagación del error y las propiedades de búsqueda en paralelo de las Redes tipo Hopfield proporcionan mecanismos efectivos para identificar información relevante de ítems en bases de datos. (7)

Horting

Es una técnica basada en grafos en la cual los nodos son los usuarios y las aristas entre nodos son indicadores de los grados de similitud entre dos usuarios. Las predicciones se producen al recorrer el grafo entre nodos cercanos y combinando las opiniones entre usuario cercanos.

Esta técnica difiere de los algoritmos de vecindad más cercana, en la forma como el grafo puede ser recorrido por otros usuarios que no han valorado los ítems, luego esta técnica explora las relaciones transitivas que los algoritmos de vecindad más cercana no tienen en cuenta. (7)

Predictores “Slope-One”

Es un algoritmo para recomendadores con filtrado colaborativo basado en Ítems. Básicamente este toma dos ítems y los compara con relación a la cantidad de usuarios que los han evaluado para buscar una similitud entre estos y también predice cuando un usuario puede preferir un ítem dadas las valoraciones del propio usuario hacia otro ítem. Este algoritmo tiene en cuenta tanto los datos de los usuarios que tienen en común un elemento determinado como la información de los demás elementos que ya han sido evaluados.

Esta aproximación sería la adecuada si las evaluaciones de los usuarios fueran distribuidas uniformemente, sin embargo el comportamiento real de los usuarios indica que existe un porcentaje elevado de votaciones superiores a la mitad de la escala. Por ello el valor del umbral se establece como la

media de todas las notas dadas por el usuario. En la práctica este procedimiento supone doblar el número de usuarios, pero a la vez también reduce el número de elementos en el cálculo de las predicciones. (2)

1.8 Aplicación de los Sistemas Recomendadores en la educación

Con el florecimiento del e-learning se han ido desarrollando algunos sistemas que recomienden a los usuarios (alumnos) alguna actividad u objeto de aprendizaje para su mejor desempeño así como mejorar la eficiencia, eficacia y satisfacción en el aprendizaje de cada estudiante, “el objetivo que cualquiera de estos desarrollos persiguen es claro: facilitar el aprendizaje del alumno mejorando la forma en la que se le presentan las actividades y contenidos con los que debe trabajar”. (16)

Entre los ejemplos que se pueden citar se encuentra la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, donde se desarrolló un sistema inteligente para ayudar a un usuario a encontrar los recursos educativos electrónicos que le serían más apropiados de acuerdo a sus necesidades y preferencias utilizando una tecnología de agentes para generar y considerar el perfil del usuario, inferir y agregar información proveniente de fuentes heterogéneas y distribuidas. Fue desarrollado en un sistema basado en contenido, utilizando un algoritmo diseñado con técnicas de Inteligencia Artificial realizado en SWI-Prolog. (17)

Otro ejemplo de desarrollo de recomendadores se encuentra en la Universidad Técnica Particular de Loja en Ecuador. Definiendo en su investigación inicial la utilización de un Filtrado Colaborativo basado en el usuario y técnicas como el Clustering. La idea de formar un clúster es que en función de algunas semejanzas agrupan los elementos en conjuntos homogéneos para posteriormente identificar patrones de semejanzas que permiten realizar acciones sobre los elementos (18). Se compararon dos de las técnicas de Clustering: la basada en probabilidades, seleccionando de esta el algoritmo EM (Expectation Maximization) y del clustering de partición se utiliza el algoritmo K-means ya que se requería de un algoritmo capaz de trabajar con datos discretos. Después de probarlos en la herramienta WEKA se decidió trabajar con el K-means.

En la Universidad de Jaén en España se desarrolló también un sistema recomendador para los alumnos de bachillerato con el objetivo de orientar al estudiante a la hora de determinar qué camino educacional

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

escoger. Poniéndose así en práctica el ORIEB, un pequeño sistema web de prueba como resultado de la investigación realizada. En dicho sistema de recomendación se decidió utilizar la técnica de recomendación de filtrado colaborativo combinando las técnicas del filtrado colaborativo basado en usuario y el basado en ítem, obteniendo como resultado un Sistema Recomendador híbrido. ORIEB fue implementado sobre un servidor Apache, con tecnología ADODB basada en PHP 5 y MySQL 5 como base de datos y soporte para la información necesaria. (16)

En el año 2010 en la Universidad Complutense de Madrid se presenta una investigación para mejorar un sistema ya existente de recomendador basado en contenido, de objetos de aprendizaje, utilizado para la asignatura Introducción a la Programación impartida en dicha universidad. Como el trabajo previo mostraba la desventaja de que la recomendación basada en contenido proporcionaba una débil personalización (19), o sea solo tenía en cuenta los objetivos y preferencias de los estudiantes que se reflejaban en las consultas y a corto plazo, provocando así que dos estudiantes con iguales consultas en una sesión obtuvieran las mismas recomendaciones, incluso si sus objetivos de aprendizaje a largo plazo y su destreza en el dominio fueran muy diferentes. (19)

En la Universidad Simón Bolívar de Venezuela, en el año 2010 también, se realizó un Sistema Recomendador de Oportunidades de Estudio (SROE) con el objetivo principal de ofrecer a los estudiantes aspirantes a ingresar a instituciones universitarias algunas opciones de carreras en sintonía con sus preferencias, competencias y recursos (20), de esta forma se logra el objetivo de darle al estudiante aspirante una propuesta inteligente y ayudándolo a tomar decisiones. En la herramienta propuesta se utilizan estructuras ontológicas y minería de datos, se usan agentes inteligentes para el razonamiento y como interfaz la web semántica.

Lo más semejante que se ha podido encontrar a lo que se desea desarrollar en la colección El Navegante ha sido el sistema de recomendación de ejercicios implantado al sistema de enseñanza interactivo de aprendizaje, en forma de videojuego, JAVY2, desarrollado por el grupo de investigación GAIA. JAVY2 es un juego mediante el cual se enseña la compilación de Java, desarrollado en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid. Siendo el recomendador un módulo integrado a este proyecto, proporciona a Javy2 la capacidad de proponer al jugador el ejercicio más adecuado a sus conocimientos.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Para lograr este propósito se utilizaron ontologías para definir los diferentes dominios. El objetivo final que persigue este recomendador es que el alumno se vaya familiarizando con los conceptos que no conoce. (21)

Además del anterior en Cuba se creó un sistema recomendador utilizado en el jurado online (sitio de realización y evaluación de ejercicios de programación) desarrollado en un Trabajo de Diploma de la UCI desarrollado en el 2010 por Raciél Yera Toledo y tutorado por el máster Tomás Orlando Junco, dicho Sistema Recomendador fue diseñado para la recomendación de ejercicios de programación en el COJ (Caribbean Online Judge), mas estos ejercicios no cumplen con las especificaciones de hiperentorno educativo definidas en El Navegante. Además este sistema fue implementado en lenguaje de programación java, el cual no es uno de los definidos en el desarrollo del proyecto. (22)

Como se puede apreciar, los Sistemas Recomendadores han ido ganando terreno en el ámbito educativo, arrojando muy buenos resultados y aceptación por los estudiantes, ya que reduce el tiempo y la carga de trabajo tanto para el docente como el profesor. La principal deficiencia que poseen los recomendadores estudiados es que cada uno ajusta las técnicas de recomendación a sus necesidades, aunque se empleen métodos semejantes pero en diferentes contextos. En el estudio no se encontró ninguno que se ajustara a las características de la Colección para la cual se requiere el recomendador, es decir, un sistema que sepa reconocer por sí mismo qué tipología o tema de ejercicios sería más productivo e interesante y que no sature de información y trabajo al estudiante.

1.9 Herramientas y tecnologías a utilizar

Para llevar a cabo la realización del Sistema Recomendador se necesitan una serie de herramientas y tecnologías las cuales forman parte del desarrollo de la colección El Navegante. A continuación se muestran las mismas y él por qué son éstas específicamente.

1.9.1 Metodología de desarrollo

Con el objetivo de alcanzar un avance organizado se hace necesario hacer uso de procedimientos, métodos, instrumentos y una clara documentación de los progresos obtenidos que permitan controlar todo

el desarrollo de la aplicación. Para satisfacer dicha necesidad lo recomendable es la utilización de metodologías de desarrollo de software. En vista de mantener la estructura definida en el proyecto Multisaber - Navegante se resuelve utilizar la misma metodología que se ha empleado en el desarrollo del mismo: RUP, evitando de esta forma los inconvenientes que puedan surgir por el uso de dos metodologías diferentes en un mismo proyecto.

1.9.2 Lenguajes de programación del lado cliente

HTML5: En la Colección se usa el lenguaje XHTML pero para el desarrollo del recomendador se decide utilizar HTML5 porque no se considera una nueva versión del antiguo lenguaje de etiquetas, ni siquiera una mejora de esta ya antigua tecnología, sino un nuevo concepto para la construcción de sitios web. (23)

JavaScript: Fue uno de los lenguajes utilizados para la realización de la Colección, además de que es un lenguaje pequeño, ligero y totalmente gratuito con gran cantidad de documentación. (24)

CSS3: Se utiliza CSS porque se utilizó en la implementación de la Colección, pero se decide utilizar su versión tercera y más actual pues ya que el mundo de la web se mueve en con cambios de características para las hojas de estilos incluyendo nuevas etiquetas y funcionalidades, que antes no se podían realizar, además de permitir lograr estilos y efectos visuales que con anterioridad su realización sólo eran posibles por medio de tecnologías adicionales. (25)

1.9.3 Framework del lado del cliente

Se utiliza el framework del lado del cliente **jQuery** porque Además de ser el utilizado en el desarrollo del Navegante tiene gran compatibilidad con muchos navegadores y provee de reducción de código, facilidades para el trabajo con Ajax y posibilita aislar el código en capas.

1.9.4 Lenguaje de programación del lado del servidor

PHP5: Se utilizó PHP5 en la implementación de la Colección y es por esto que se utiliza también para el recomendador. Éste es libre, permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos y tiene una

amplia documentación, además de que se escoge su versión cinco porque tiene agregado el manejo de excepciones. (26)

1.9.5 Framework del lado del servidor

En la colección El Navegante se utilizó el lenguaje de programación del lado del servidor PHP, además se utiliza un framework de desarrollo muy popular e implementado con este mismo lenguaje, **Symfony**. Se decide utilizar éste como framework del lado del servidor en el desarrollo del Recomendador por la razón anterior y porque sigue la mayoría de *mejores prácticas* y patrones de diseño para la web

1.9.6 Sistema gestor de base de datos

Se Trabaja con **PostgreSQL** en su versión 8.4 como sistema gestor de base de datos pues es el utilizado originalmente en la Colección ya que proporciona estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares y además funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema (27).

1.9.7 Servidor web

Se decide utilizar el servidor web **Apache** pues es el más utilizado, estando presente en más de la mitad de los sitios web y su uso va en aumento cada vez. Además de que ofrece tecnología libre y de código abierto y tiene variada documentación asociada.

1.9.8 Lenguaje de Modelado

El **UML** es el lenguaje de modelado utilizado en la colección El Navegante, es por esto y sus ventajas que se decide sea el utilizado a la hora de modelar el recomendador.

1.9.9 Entorno Integrado de Desarrollo

De todos los IDE existentes en la actualidad se ha decidido utilizar el **NetBeans**, se utiliza en la realización de la Colección pues es un producto libre y gratuito que permite crear aplicaciones Web con PHP 5, tiene un potente debugger integrado y además viene con soporte para Symfony. (28)

1.9.10 Herramienta CASE

El **Visual Paradigm** es una herramienta muy conocida y utilizada pues soporta todo el ciclo de vida del desarrollo de software que tiene incluido todos los tipos de diagramas de UML existentes. Es por esto que se decide la utilización de esta herramienta para la automatización del ciclo de vida del desarrollo del Recomendador de ejercicios.

1.9.11 Arquitectura de software

El patrón **Modelo Vista Controlador (MVC)** es el utilizado en la arquitectura de software de El Navegante, debido a esto se utiliza también en la arquitectura del Sistema Recomendador.

1.10 Conclusiones

A lo largo de este capítulo se han ofrecido los elementos teóricos que sirven de sustento científico a la investigación. El análisis de cada uno de ellos permite concluir:

- Los Sistemas Recomendadores en general tienen una amplia aplicación en el mundo de la web, sin embargo una gran parte de ellos están diseñados con fines comerciales, por lo que no responden a los fines educativos de la colección El Navegante, de los que se emplean en este ámbito la gran mayoría recomiendan recursos didácticos y no específicamente ejercicios.
- Los Sistemas Recomendadores estudiados integrados en la plataforma JAVY2 y el jurado online COJ recomiendan ejercicios, siendo ambos muy útiles en sus respectivas aplicaciones, pero no se adaptan al modelo didáctico de hiperentorno de aprendizaje utilizado en El Navegante.
- Se decide el desarrollo de un nuevo Recomendador utilizando la técnica de filtrado colaborativo, adaptándola a las características de la Colección.
- De los diferentes tipos de Algoritmos en Sistemas Recomendadores que son escogidos a partir de las especificaciones del sistema, se decide utilizar para el nuevo recomendador a desarrollar el algoritmo de los vecinos más cercanos y para la determinación de las similitudes entre usuarios se escoge el Coeficiente de Correlación de Pearson.

2. Capítulo 2: Propuesta de solución

2.1 Introducción

En el presente capítulo se describe la propuesta de un sistema de recomendaciones enfocado en facilitar el desarrollo de cuestionarios interactivos que tributen a las necesidades del estudiante. Dicho sistema se centra fundamentalmente en sugerir problemas a resolver, basándose en la trayectoria y el perfil de los usuarios. Como parte de esta descripción, se realiza un análisis de diferentes soluciones desde el punto de vista algorítmico que han sido dadas para el problema de la recomendación (2.3) anteriormente referenciado, así como del flujo de trabajo que deben seguir los sistemas de recomendación destinados a esta área. También se propone el perfil algorítmico del sistema en desarrollo.

2.2 Concepción del Sistema Recomendador propuesto

Se ha resuelto implementar un sistema recomendador de filtrado colaborativo basado en usuario, donde se tomará como ítem a recomendar, los cuestionarios que el usuario debe realizar para su ejercitación, guiándolos así en su estudio sistemático. La funcionalidad viene integrada en el sistema dentro de los tipos de selección posible, que se le brindan al estudiante a la hora de realizar los cuestionarios. Si se selecciona la realización de cuestionarios con ayuda del Sistema Recomendador, la aplicación debe mostrar un listado de ejercicios, organizados por contenidos, siendo estos el resultado final de la recomendación, de la cual el estudiante puede escoger aquellos ejercicios que desee realizar en ese instante. Para la selección de los cuestionarios se tienen en cuenta el interés que muestra el usuario por cada uno de los contenidos de la colección, sirviendo dicho interés como apoyo para la selección de los usuarios similares. Una vez hecha la selección se pasa a procesar aquellos cuestionarios que los usuarios similares han realizado y que el usuario en cuestión no ha resuelto todavía.

2.3 Definición de la base pedagógica

Se ha realizado una valoración previa referente a la base pedagógica a utilizar para la concepción del sistema, decidiéndose finalmente a usar la misma que se definió en el Recomendador anteriormente desarrollado para la colección El Navegante (1).

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Variadas son las definiciones de aprendizaje que se pueden encontrar, pero ninguna es aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales de la educación. El aprendizaje se puede definir de muchas maneras. Según (29) Margarita Méndez González y otros autores expresaron al respecto: “Es todo aquel conocimiento que se va adquiriendo a través de las experiencias de la vida cotidiana, en la cual el alumno se apropia de los conocimientos que cree convenientes para su aprendizaje”.

“Se denomina aprendizaje al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia”. (29)

“Proceso a través del cual se adquieren habilidades, destrezas, conocimientos como resultado de la experiencia, la instrucción o la observación” (Isabel García, 2008)

“Proceso el cual es proporcionado por la experiencia del individuo y mediante ella se van adquiriendo habilidades, destrezas y conocimientos que son de utilidad en todo desarrollo de la persona” (Diana Gabriela Saldivar Morales, 2008)

Según expresa Patricia Duce el aprendizaje no es más que: “Las experiencias modifican a las personas. Los intercambios con el medio, modifican las conductas. Por lo tanto, las conductas se darán en función de las experiencias del individuo con el medio. Dicho aprendizaje permite cambios en la forma de pensar, de sentir, de percibir las cosas. Por lo tanto el aprendizaje permitirá adaptarnos al entorno, responder a los cambios y a las acciones que estos producen.” (30)

En otras palabras es aquel proceso que permite la apropiación de los conocimientos y habilidades adquiridas a través de estudios realizados o experiencias acumuladas que son de utilidad en todo el desarrollo del hombre y permite darle respuestas a los cambios y las acciones que estos provocan.

La interacción en el aprendizaje es importante para los estudiantes, ya que el aprendizaje interactivo es la manera en que se adquiere el conocimiento a partir de la interacción con herramientas educativas o hiperentornos de enseñanza-aprendizaje, que presentan contenidos, juegos didácticos, medias y cuestionarios interactivos, para medir conocimientos a través de la tecnología informática.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Los cuestionarios interactivos son un conjunto de preguntas redactadas de forma coherente, organizadas, secuenciadas y estructuradas de acuerdo con una determinada planificación.

En la enseñanza de secundaria básica, la recomendación de estos cuestionarios, se realiza a partir de la orientación de ejercicios definidos por el profesor a los estudiantes. Esta recomendación se efectúa llevando a cabo un diagnóstico inicial. El mismo permite determinar el nivel de desempeño en el que se encuentra el estudiante.

Para medir los niveles de desempeño cognitivo en cada una de las asignaturas, se han considerado tres niveles de desempeño: (31)

- Nivel 1: Mide la capacidad del alumno para realizar las operaciones de carácter instrumental, básicas de una asignatura dada. Para ello deberá reconocer, identificar, describir e interpretar los conceptos y propiedades esenciales en los que esa materia se sustenta.
- Nivel 2: Evalúa la capacidad del alumno para establecer relaciones conceptuales. Además de establecer relaciones conceptuales, donde aparte de reconocer, identificar, describir e interpretar los conceptos, deberá aplicarlos a una situación planteada y reflexionar acerca de sus relaciones internas.
- Nivel 3: Determina la capacidad del alumno para resolver problemas, para lo que deberá reconocer y contextualizar la situación polémica, identificar componentes e interrelaciones, establecer las estrategias de solución y fundamentar o justificar lo realizado.

Después de identificar en qué nivel de desempeño se encuentra el estudiante se procede a seleccionar los ejercicios para vencer las habilidades definidas en cada nivel de desempeño.

Las habilidades son formaciones psicológicas mediante las cuales el sujeto manifiesta en forma concreta la dinámica de la actividad con el objetivo de elaborar, transformar, crear objetos, resolver situaciones y problemas, actuar sobre sí mismo: autorregularse. Estos modos de actuación se caracterizan por ser útiles en diferentes contextos, ya sea aplicando conocimientos y acciones ya

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

conocidas, experimentando, extrapolando o elaborando nuevas combinaciones sobre la base de viejos estereotipos y experiencias. (32)

Estas habilidades definidas en cada nivel de desempeño deben ser vencidas por los estudiantes a partir de un sistema de acciones variadas y desplegadas, elaboradas por el profesor con el propósito de vencer los objetivos propuestos.

Para la colección El Navegante se han definido varias tipologías de cuestionarios interactivos, las cuales se mencionan a continuación:

- Selección simple
- Selección múltiple
- Seleccionar textos
- Completar por escritura
- Completar por desplazamiento
- Ordenar pasos
- Ordenar textos
- Enlazar columna
- Rayo numérico
- Verdadero o falso
- Seleccionar palabras
- Formar conjunto
- Dividir en sílabas
- Acentuar palabras

Cada cuestionario de la colección El Navegante tiene asociado una tipología y los que se aplican en el proceso de recomendación en la enseñanza secundaria tienen definido habilidades que debe vencer el estudiante para avanzar al próximo nivel de desempeño. De acuerdo a lo anterior se concluye que existe una vinculación entre las tipologías y las habilidades, por lo cual se hace necesario determinar la relación existente entre ambas. Esta vinculación fue acordada a partir de entrevistas y grupos de trabajo,

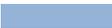
Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

realizados con especialistas para establecer los elementos fundamentales relacionados con la recomendación de ejercicios en la enseñanza secundaria y es punto de partida para definir el diseño algorítmico del sistema recomendador.

A continuación se muestra la relación existente entre las tipologías definidas para los cuestionarios interactivos y las habilidades establecidas para cada nivel de desempeño:

| Habilidades Tipologías | Observar | Analizar | Definir | Identificar | Describir | Interpretar | Reflexionar | Caracterizar | Comparar | Generalizar | Fundamentar | Clasificar |
|---|----------|----------|---------|-------------|-----------|-------------|-------------|--------------|----------|-------------|-------------|------------|
| Selección simple | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Selección múltiple | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Seleccionar textos | X | | X | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Completar por escritura | X | X | X | X | | X | X | X | | X | | X |
| Completar por desplazamiento | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | | X |
| Ordenar pasos | X | X | | X | | X | | | X | | | |
| Ordenar textos | X | X | | X | | X | | | X | | | |
| Enlazar columnas | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | | |
| Rayo numérico | X | X | | X | | X | | | | | | X |
| Verdadero o falso | X | X | X | X | | X | X | X | | X | | |
| Seleccionar palabras | X | X | X | X | | X | | X | | | | |
| Formar conjuntos | X | X | X | X | | X | X | X | | X | | X |
| Dividir en sílabas | X | X | X | X | | | | | | | | X |
| Acentuar palabras | X | X | X | X | | | | | | | | X |

Leyenda:

Nivel1 

Nivel2 

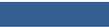
Nivel3 

Tabla 1: Relación Tipologías- Habilidades-Niveles

2.4 El Filtrado Colaborativo como técnica empleada para el desarrollo del Sistema Recomendador

El Filtrado colaborativo basado en usuarios es la clasificación escogida para la realización del recomendador de cuestionarios interactivos de El Navegante puesto que este tipo de recomendación se basa en la preferencia de los usuarios estableciendo similitudes entre los mismos, lo cual permite eliminar la falta de variedad asociada a los métodos basados en contenido, ya que las recomendaciones elaboradas no son únicamente a partir de las preferencias personales del usuario que desea la recomendación, sino que consideran los intereses del resto de usuarios del sistema, lo que permitiría a los usuarios del Navegante avanzar en la realización de cuestionarios interactivos a la par de sus compañeros.

A la hora de realizar este tipo de recomendadores se debe tener en cuenta las limitaciones que poseen los mismos, de ellos pueden mencionarse el Cold-Start o arranque en frío, que no es más la falta de información referente a un usuario que se inserta por primera vez en la base de datos, dichos usuarios no obtienen una recomendación debido a que no están asociados a ningún otro usuario del sistema, por lo tanto no se pueden determinar usuarios similares. El problema de Dispersión donde si el número de usuarios es pequeño en relación al volumen de información en el sistema, se corre el riesgo de que el cubrimiento de ratings se vuelva muy disperso, lo cual afecta el cálculo de las similitudes repercutiendo en una disminución del conjunto de ítems recomendables. Otro de los principales problemas asociados a estos recomendadores es la escalabilidad, esta aparece a medida que la cantidad de usuarios y de ítems crece, puesto que también crecen la cantidad de cómputos de vecinos más cercanos para la determinación de usuarios similares y como los cálculos se hacen en tiempo real, el sistema puede colapsar.

2.5 Perfil algorítmico propuesto para el Sistema Recomendador

Para la implementación del recomendador de filtrado colaborativo basado en usuario los métodos más utilizados en la literatura a la hora de medir la similitud entre los perfiles de varios usuarios, son las técnicas de selección de los vecinos más cercanos y los modelos basados en clasificadores, puesto que la primera de ellas es la más conocida y recomendada se decide utilizar para la implementación del nuevo recomendador de El Navegante.

En los enfoques de filtrado colaborativo basado en usuario, cada perfil se representa mediante un vector. Una vez modelados todos los usuarios, se aplican sobre sus respectivos vectores métricas como la Similitud Basada en Coseno o el Coeficiente de Correlación de Pearson, detectando así parecidos entre sus preferencias. De ambas métricas la más utilizada es el Coeficiente de Correlación de Pearson siendo esta entonces la elegida para el cálculo de similitudes.

La aplicación debe entregar una sugerencia de ejercicios que tributen al avance del usuario por los niveles de habilidades definidos pedagógicamente, teniendo en cuenta las similitudes del usuario que realiza la petición de recomendación (usuario activo) con los demás registrados en la Colección. Para monitorear debidamente dichos usuarios se define un perfil de estudiante en el cual se ha de recoger la información de los usuarios que sea útil a la hora de recomendar.

En la mayoría de los sistemas de recomendación la etapa de la recolección de datos abarca el análisis de los datos históricos y el descubrimiento de los intereses del usuario y de las páginas recientemente visitadas; información que se obtiene fundamentalmente a través de logs de acceso y evaluaciones explícitas por parte de los usuarios. En el caso del sistema de recomendación para la Colección El Navegante el concepto cambia ligeramente, pues es el sistema la única fuente a partir de la cual se puede obtener información para conformar el perfil de los estudiantes, siendo esta recogida a través de trazas guardadas según la interacción de cada usuario con la Colección.

Según las características del sistema uno de los datos más importantes a tener en cuenta es el nivel en el que se encuentra el usuario, ya que una vez identificado el nivel se puede determinar las habilidades que debe vencer para completarlo. Existen tres niveles de desempeño y cada usuario debe iniciar en el nivel número uno. En el perfil del estudiante se ha de recoger además la lista del conjunto de cuestionarios que este estudiante ha realizado, así como la lista de contenidos que han sido visitados por

el mismo, cada uno de estos contenidos serán valorados con un grado de interés, una especie de evaluación para determinar cuáles de ellos es el de mayor interés. Cada vez que el estudiante realiza un ejercicio o visita un contenido, se registra la acción como traza en el sistema y por lo tanto se actualiza el perfil del estudiante creado.

Fases generales de los Sistemas Recomendadores de filtrado colaborativo.

Para la realización de un sistema recomendador de filtrado colaborativo se deben tener en cuenta tres fases fundamentales por las que el mismo transita para determinar la recomendación final (2), para cada una existen técnicas ya estudiadas que ayudan en su construcción, la correcta selección y empleo de las mismas contribuirán en gran medida a que el recomendador logre los objetivos trazados. En pos de entender el funcionamiento del Sistema Recomendador desarrollado se explica brevemente a continuación cómo se han realizado las tres fases:

2.5.1 Selección de preferencias similares

La primera fase determina las preferencias de todos los usuarios de la aplicación, mostrando un grado de correspondencia entre las similitudes de todos los usuarios del sistema y las del usuario activo. Para calcular las similitudes con el Coeficiente de Correlación de Pearson, primeramente es necesario tener un indicador o índice de preferencia de los contenidos visitados por cada usuario.

Los ítems que se desean recomendar en la Colección son los cuestionarios interactivos a resolver en el módulo Ejercicio, cada cuestionario se enfoca en un contenido o tema determinado para su elaboración, un estudiante no puede ser capaz de resolver un ejercicio sin antes haber estudiado el tema correspondiente, en dependencia del mismo los cuestionarios son orientados a los estudiantes, asociándose entonces por los contenidos estudiados. A partir de esto se calcula la similitud entre dos estudiantes según los contenidos que estudia dentro del módulo Contenidos de la Colección para su preparación. El índice de preferencia será dado entonces por las visitas que realizan en cada contenido, teniendo en cuenta además el nivel del usuario.

Este índice de preferencia es almacenado entonces en una matriz de usuario por contenido, representándose los contenidos por columnas y los usuarios en las filas.

| U | Contenido (j) | | | | | | |
|-----|---------------|---|---|-----|---|-----|---|
| s | 3 | 4 | 5 | ... | 3 | ... | 2 |
| u | 4 | 6 | 7 | ... | 1 | ... | 0 |
| a | 0 | 2 | 5 | ... | 4 | ... | 3 |
| r | 4 | 9 | 2 | ... | 2 | ... | 4 |
| i | 5 | 7 | 3 | ... | 4 | ... | 1 |
| o | | | | | | | |
| (i) | | | | | | | |

Figura 3: Matriz de índices de preferencia de los usuarios con cada contenido.

Una vez que se tienen todos los índices de preferencias en la matriz se pasa a calcular por cada usuario la correlación con el usuario activo. Definiéndose las variables de la fórmula de la correlación de Pearson

$$sim_{ik} = corr_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^l (r_{ij} - \bar{r}_i)(r_{kj} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{j=1}^l (r_{ij} - \bar{r}_i)^2 \sum_{j=1}^l (r_{kj} - \bar{r}_k)^2}}$$

de la siguiente forma:

i : Usuario activo.

k : Usuario al que se le desea calcular la correlación.

j : Contenido.

\bar{r} : Media aritmética del índice de preferencia de los contenidos.

r_{ij} : Índice de preferencia del usuario i con el ítem j .

r_{jk} : Índice de preferencia del usuario k con el ítem j .

El resultado ofrecido por la correlación de Pearson es un número entre -1 y 1, siendo este un indicador de cuán similar es el usuario con el usuario activo. Calculadas entonces todas las similitudes entre el usuario activo y los restantes usuarios de la aplicación, queda como resultado de esta fase una nueva lista donde se recoge de cada usuario la similitud que tiene con el usuario activo, la cual se utilizará entonces en la fase posterior.

2.5.2 Creación del vecindario de un usuario o de un producto

Luego del cálculo de las similitudes es necesario formar el vecindario del usuario activo, o sea, seleccionar un conjunto de usuarios con el objetivo de acotar las recomendaciones. Son tres las técnicas utilizadas tradicionalmente a la hora de determinar el tamaño del vecindario en los enfoques colaborativos:

- Umbral: se seleccionan sólo aquellos usuarios que superan un cierto umbral definido.
- Los n mejores vecinos: este método selecciona los n usuarios más parecidos al activo.
- Centroide: este enfoque selecciona el usuario más cercano al activo y calcula su Centroide explicado en (33). A continuación, incluye otros usuarios en el vecindario del activo, utilizando como criterio de selección la mínima distancia entre éstos y el Centroide.

De estas técnicas las más utilizadas y recomendadas son las dos primeras. Se ha decidido combinar estas dos para la selección del vecindario.

Para la elección de un umbral se tomó en cuenta la tabla de clasificación de correlaciones que se utiliza en la Correlación de Pearson:

| Resultado numérico | Clasificación |
|---------------------------|----------------------|
| $r=0$ | Nula |
| $0 < r < 0.2$ | Muy baja |
| $0.2 < r < 0.4$ | Baja |
| $0.4 < r < 0.6$ | Moderada |
| $0.6 < r < 0.8$ | Alta |
| $0.8 < r < 1$ | Muy alta |
| $r=1$ | Perfecta |

Tabla 2: Clasificación de correlaciones. (34)

Determinándose como umbral a aquellos, cuya clasificación de correlaciones esté entre moderada y perfecta. Posteriormente se aplica entonces la técnica de los n-mejores, para lo cual se ordenan las similitudes que quedaron incluidas dentro del umbral, garantizando entonces que los usuarios queden dispuestos según la correlación que tienen con el usuario activo. Se seleccionan entonces los veinte (top

elegido) primeros usuarios, formando con ellos el vecindario del usuario activo a partir del cual se determinarán las recomendaciones en la siguiente etapa.

2.5.3 Predicción basada en el vecindario creado

Finalmente el sistema debe predecir el nivel de interés del usuario activo en relación al producto objetivo. Para ello, los enfoques basados en usuario consideran el nivel de interés de los vecinos del usuario activo en relación al producto objetivo. También en este contexto, se han propuesto técnicas de diversa naturaleza todas detalladas en (2):

- Recomendación de los productos más frecuentes
- Recomendación basada en reglas de asociación
- Media ponderada de clasificaciones

Estas técnicas propuestas están basadas fundamentalmente para la recomendación de productos comerciales, dada las características educacionales que están definidas en el sistema donde se desea realizar el recomendador y en vista de cumplir con los objetivos trazados con el mismo, de contribuir al vencimiento de los niveles de habilidades a vencer descritos en el epígrafe 2.3 se decide no utilizar dichas técnicas y en su lugar desarrollar una serie de pasos que tome en cuenta estas características.

Previamente se seleccionan todos los ejercicios que han sido resueltos por los usuarios del vecindario definido en la fase anterior, eliminándose aquellos cuestionarios que el usuario activo ha realizado con anterioridad. Se comprueba entonces que todos los ejercicios estén comprendidos dentro de los contenidos que el usuario activo ha visitado.

Para determinar cuáles de estos ejercicios recomendar se pasa a buscar las habilidades pertenecientes al nivel de desempeño en el que se encuentra el usuario activo, las cuales debe cumplir para poder completar el nivel y alcanzar el siguiente, de las mismas se tienen en cuenta entonces aquellas que no ha vencido. El porcentaje de vencimiento de una habilidad se da de acuerdo a la cantidad de ejercicios que ha realizado que tributen a la misma y de las evaluaciones obtenidas en cada uno de ellos, se considera una habilidad vencida cuando haya alcanzado el 75% de vencimiento. Basándose en la relación entre tipologías y habilidades (tabla 1) se pasan a buscar las tipologías de ejercicios que tributen a las habilidades que el estudiante no ha vencido. Luego de obtener las tipologías de ejercicios por habilidades,

se busca entonces del conjunto de ejercicios seleccionados anteriormente, aquellos que pertenecen a estas tipologías, ordenándolos según los contenidos visitados por el usuario activo. Se le muestran como recomendación final un máximo de veinticinco ejercicios de los cuales el usuario tiene la libertad de elegir aquellos que desee realizar.

2.6 Conclusiones

En el presente capítulo se realizó la descripción de la propuesta de solución determinándose que:

- A pesar de que no se pudo aplicar ninguna de las técnicas propuestas en la última fase definida para el desarrollo de los Sistemas Recomendadores de filtrado colaborativo, debido a las características de la Colección, fue posible adaptar a la aplicación cada una de las fases.
- El Sistema Recomendador que se propone brindará a los usuarios propuestas de los ejercicios a resolver, teniendo en cuenta sus preferencias y necesidades educativas.

3. Capítulo 3: Análisis y Diseño del sistema

3.1 Introducción

En aras de una mejor comprensión del recomendador y con el objetivo de transformar los requisitos en el diseño para más tarde ajustarlo al entorno de implementación, se realizan el análisis y diseño sistema. En este capítulo se muestra el modelo de dominio para con él capturar los objetos más importantes del sistema, se tienen capturados los requisitos con sus descripciones y con estos el Diagrama de Casos de Uso.

Por otra parte se presenta, para llevar los requisitos a la parte de implementación del sistema, los diagramas de clases del análisis y del diseño, los diagramas de interacción y el modelo de Base de Datos que utilizará el Recomendador.

3.2 Modelo de Dominio

Define un modelo de clases entendible tanto para los analistas como para los clientes. Están compuestos por objetos que tienen una correspondencia directa en el área de la aplicación. Disminuye la cantidad de malos entendidos entre los clientes y los analistas. (35)

Con el propósito de alcanzar un lenguaje común entre desarrolladores, clientes y usuarios finales se definen los principales conceptos relacionados con el sistema.

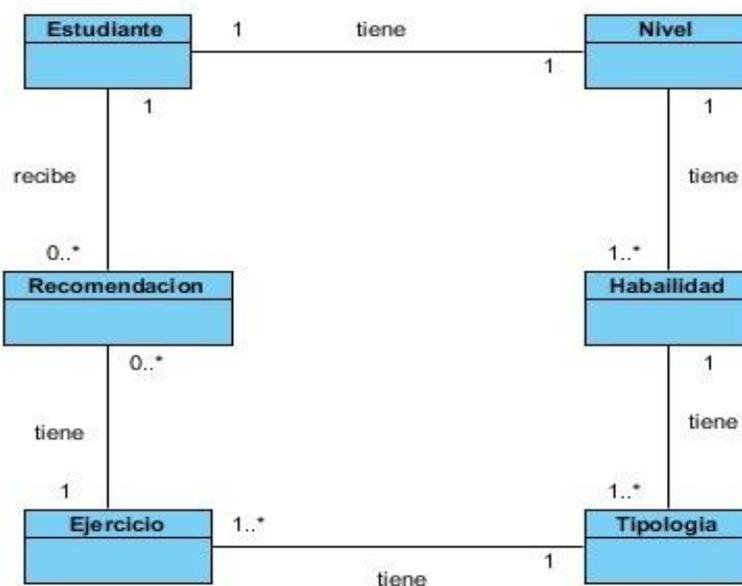


Figura 4: Modelo de Dominio

En la figura se plantea el modelo de dominio del sistema. Se toman en cuenta las relaciones existentes entre los conceptos fundamentales del sistema Recomendador. Muestra las recomendaciones que recibe el estudiante a partir de un nivel. Este tiene varias habilidades que deben ser vencidas por el estudiante y están relacionadas con las tipologías definidas para los ejercicios. Al cumplir con todas estas habilidades el estudiante pasa a un nivel superior.

Principales conceptos:

Estudiante: Persona que cursa estudios en las instituciones de nivel secundario.

Nivel: Número que cuantifica el aprendizaje del alumno.

Habilidad: Son formaciones psicológicas mediante las cuales el sujeto manifiesta en forma concreta la dinámica de la actividad con el objetivo de elaborar, transformar, crear objetos, resolver situaciones y problemas, actuar sobre sí mismo y autorregularse. Las habilidades se encuentran contenidas en las tipologías definidas en la Colección.

Tipología: Cada uno de los catorce tipos de ejercicios que están definidos en la colección El Navegante en su versión multiplataforma.

Cuestionario: Ejercicio computarizado que controla el aprendizaje de los estudiantes.

Recomendación: Es la sugerencia de cuestionarios que recibe el estudiante de acuerdo a su perfil.

3.3 Requisitos

Los requisitos funcionales y no funcionales surgen a partir de la necesidad de llegar a definir mediante un estudio ¿qué es lo que el cliente quiere que haga el sistema y qué es lo que se necesita para llegar a esto? Son condiciones o especificaciones que debe cumplir o tener el sistema para un correcto funcionamiento.

3.3.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales son las especificaciones que el cliente quiere que el sistema cumpla. A continuación se muestran los requisitos funcionales del sistema de recomendación.

RF 1: Construir el perfil del estudiante.

RF 2: Actualizar el perfil del estudiante.

RF 3: Recomendar cuestionarios.

3.3.2 Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales son propiedades que debe cumplir el sistema de recomendación. A continuación se presentan los más importantes. Estos se definieron con anterioridad por el equipo del proyecto Multisaber-Navegante, encargado de desarrollar la nueva versión de la colección El Navegante.

Usabilidad

La navegación en el producto es muy sencilla y entendible para los usuarios, por lo que no es necesario que estos tengan un gran conocimiento de informática para la correcta obtención de las recomendaciones.

Fiabilidad

El producto estará instalado en una red local, por lo que su fiabilidad estará dada por el correcto funcionamiento del software que se necesiten para la ejecución de los productos de la Colección.

Interfaces de usuario

Las interfaces de usuario tendrán una vista agradable con elementos multimedia⁶ y en correspondencia con los grados de los estudiantes que utilizarán la colección El Navegante.

Restricciones de diseño

El sistema será desarrollado por herramientas de Software libre por lo que la Colección deberá correr en la versión 10.04 del sistema operativo Ubuntu y las versiones seguidas de esta. Como serán aplicaciones web locales funcionarán con el navegador Mozilla Firefox 3.5 o superior. La base de datos estará desarrollada sobre el gestor de bases de datos PostgreSQL. Se desarrollará con el framework del lado del servidor Symfony en su versión 1.4, y con el framework del lado del cliente JQuery. La arquitectura de software será la del Modelo-Vista-Controlador.

Estándares aplicables

La codificación a utilizar se basa en el estándar recomendado en el sitio oficial de PHP (<http://pear.php.net/manual/en/standards.php>) y como sistema de metadatos para guardar el contenido se utilizará el estándar LOM.

3.4 Modelo de Casos de Uso

Un caso de uso es una serie de acciones que ocurren en el sistema con respecto a sus actores el cual se resume en un evento general inicializado por un actor del sistema. El diagrama de casos de uso del sistema es una notación gráfica que representa la relación entre las funcionalidades del sistema (casos de uso) y sus actores. Es una forma de representar el comportamiento del sistema mediante su interacción con los actores.

Actores del sistema

Un actor del sistema es algo o alguien que tiene que ver con el sistema (utiliza el sistema) pero que no es parte del mismo. Puede ser tanto una persona como otro sistema o dispositivo de hardware. En este caso solo se tiene un actor del sistema el cual se explica a continuación.

Estudiante: Persona que utiliza el producto con el objetivo de aprender y vencer los contenidos educativos expuestos.

3.4.1 Diagrama de Casos de Usos del Sistema

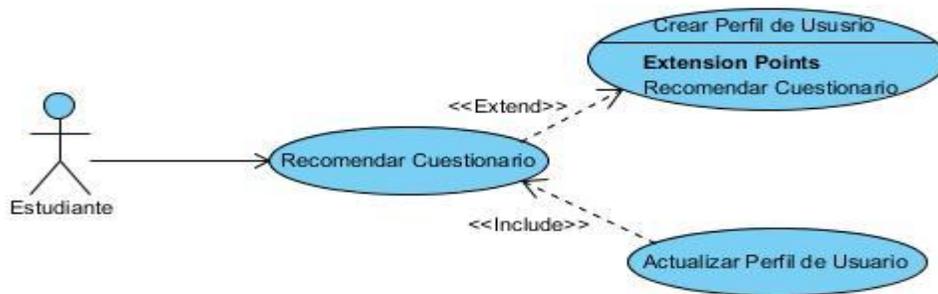


Figura 5: Diagrama de Casos de Uso del Sistema

3.4.2 Descripciones de Casos de uso

La descripción de casos de uso que se presenta a continuación es la del caso de uso Recomendar Cuestionario, puesto que viene siendo donde recae el peso de la investigación realizada.

| | |
|---------------------|---|
| Caso de uso: | Recomendar Cuestionario |
| Actores: | Estudiante (inicia) |
| Resumen: | El caso de uso se inicia cuando el estudiante selecciona la opción Recomendar |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | |
|---|--|
| | del módulo Ejercicios. El sistema muestra el listado de cuestionarios recomendados y permite seleccionar y realizar los cuestionarios recomendados finalizando así el caso de uso. |
| Precondiciones: | El estudiante debe estar autenticado. El estudiante debe haber consultado al menos uno de los contenidos del producto. |
| Referencias: | Requisito Funcional 3 |
| Prioridad: | Alta |
| Flujo normal de los eventos | |
| Acción del actor | Respuesta del sistema |
| 1. Selecciona la opción Recomendados del módulo Ejercicios. | 2. Muestra el listado de los cuestionarios recomendados. Y permite: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los cuestionarios a resolver |
| | 3. El caso de uso termina. |

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| | |
| Poscondiciones: | Se recomiendan los cuestionarios. |

Tabla 3: Descripción del Caso de Uso Recomendar Cuestionario:

3.5 Modelo de Análisis

“El modelo de análisis es la primera representación técnica de un sistema. Utiliza una mezcla de formatos en texto y diagramas para representar los requisitos del software, las funciones y el comportamiento. De esta manera se hace mucho más fácil de comprender dicha representación, ya que es posible examinar los requisitos desde diferentes puntos de vista aumentando la probabilidad de encontrar errores, de que surjan debilidades y de que se descubran descuidos”. (36)

En otras palabras, el modelo de análisis es la forma de representar las funcionalidades del software y su proceder interno en una forma gráfica y mejor entendible. Está compuesto por el Diagrama de clases del análisis y los diagramas de interacción, los cuales se muestran a continuación.

3.5.1 Diagrama de clases del Análisis

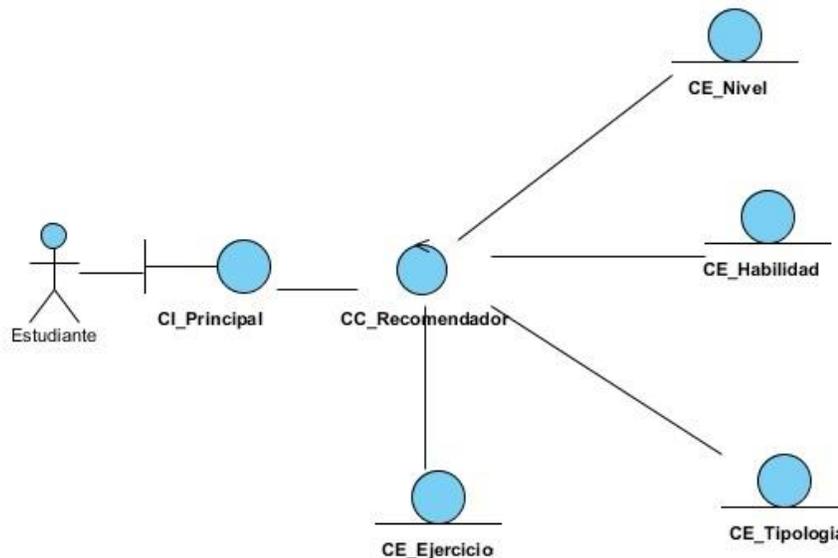


Figura 6: Diagrama de Clases del Análisis

3.5.2 Diagramas de Interacción

- Diagrama de colaboración: Describen las interacciones entre los objetos en un formato de grafo o red.

A continuación se muestra el diagrama de colaboración del caso de uso Recomendar Cuestionario, el cual modela las interacciones entre las clases que intervienen para dar el resultado de las recomendaciones, mostrando cómo se realiza el proceso interno del Recomendador.

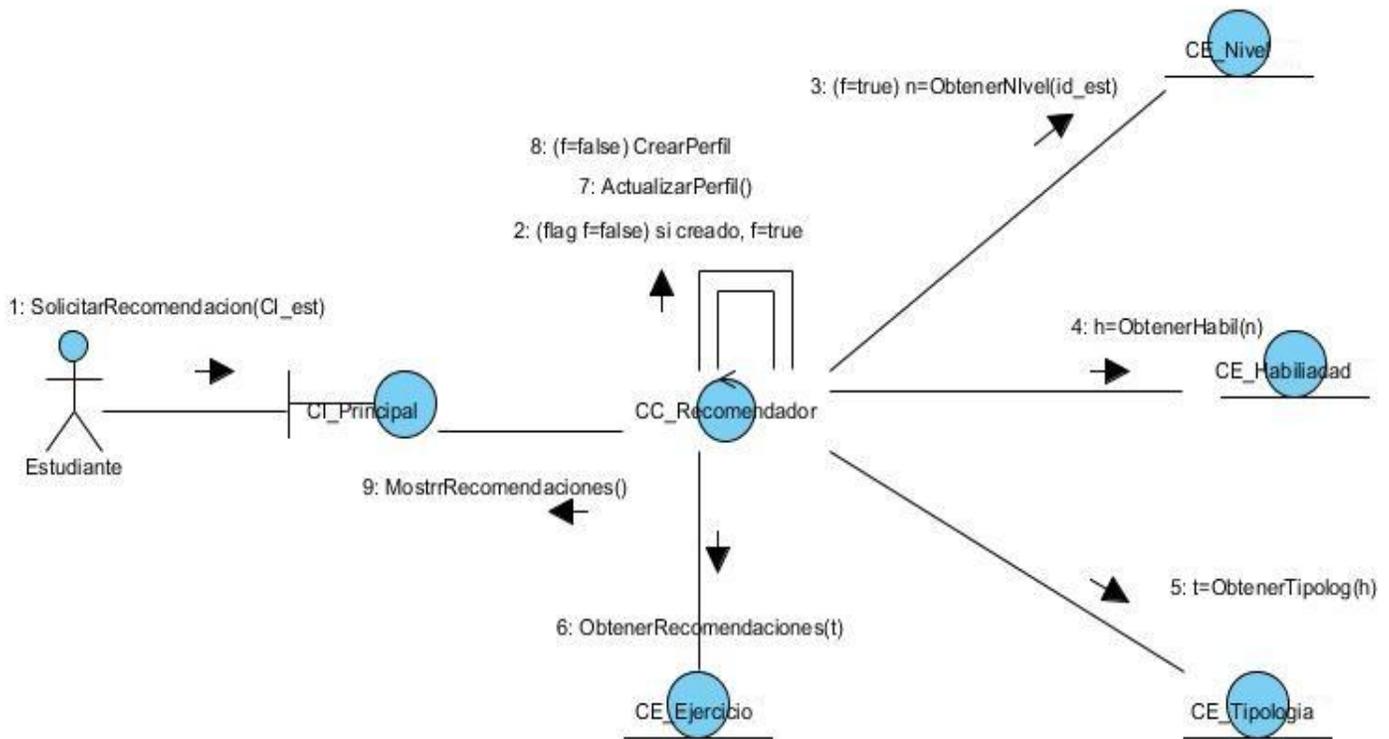


Figura 7: Diagrama de Colaboración

- Diagrama de secuencia: Al igual que el anterior este diagrama describe las interacciones del sistema, pero esta vez en forma de calles paralelas. A continuación se muestra el diagrama de secuencia del sistema, el cual se realiza uno para cada caso de uso y contiene detalles de la

implementación como son los objetos, clases y operaciones que se realizan en ellas. Se encarga de modelar el proceso interno del Sistema Recomendador al igual que el de colaboración pero siendo representado con líneas discontinuas verticales, y los mensajes pasados entre los objetos con flechas horizontales.

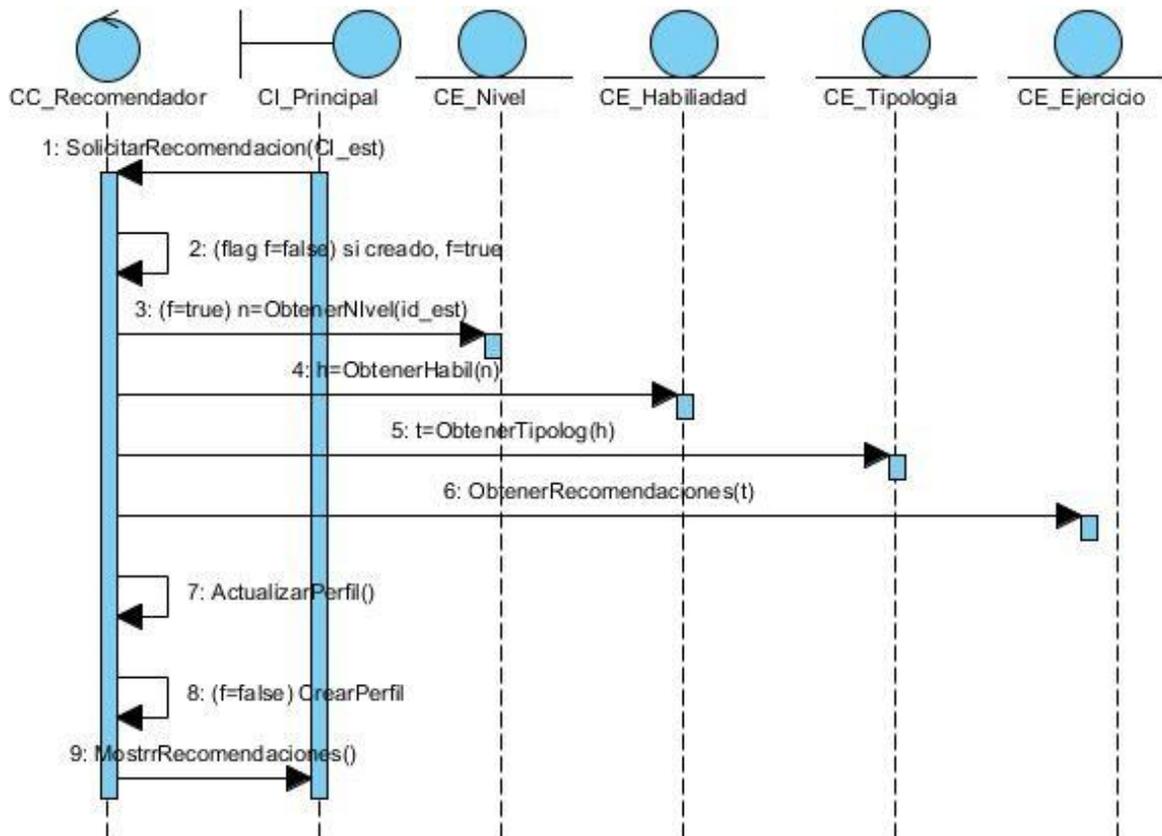


Figura 8: Diagrama de Secuencia

3.6 Modelo de Diseño

El Modelo de Diseño es una disciplina que no se puede obviar en el proceso de desarrollo del software, pues es imprescindible para comprender la forma en que va a funcionar el sistema en conjunto con los requisitos, lenguajes de programación, componentes reutilizables y tecnologías de interfaz de usuario que se eligieron

para el desarrollo del mismo. Es una representación gráfica, mediante varios diagramas muy explícitos, de la implementación del sistema.

3.6.1 Diagrama de Clases del Diseño

El diagrama de clases del Diseño (WEB) muestra las relaciones existentes entre las clases del sistema. Este contiene además la clase servidora y las que ve el cliente, así como los formularios que se muestran en estas. Sirve para dar una vista más específica de lo que el usuario va a ver y de lo que va a hacer el sistema internamente. Seguidamente se muestra el este diagrama.

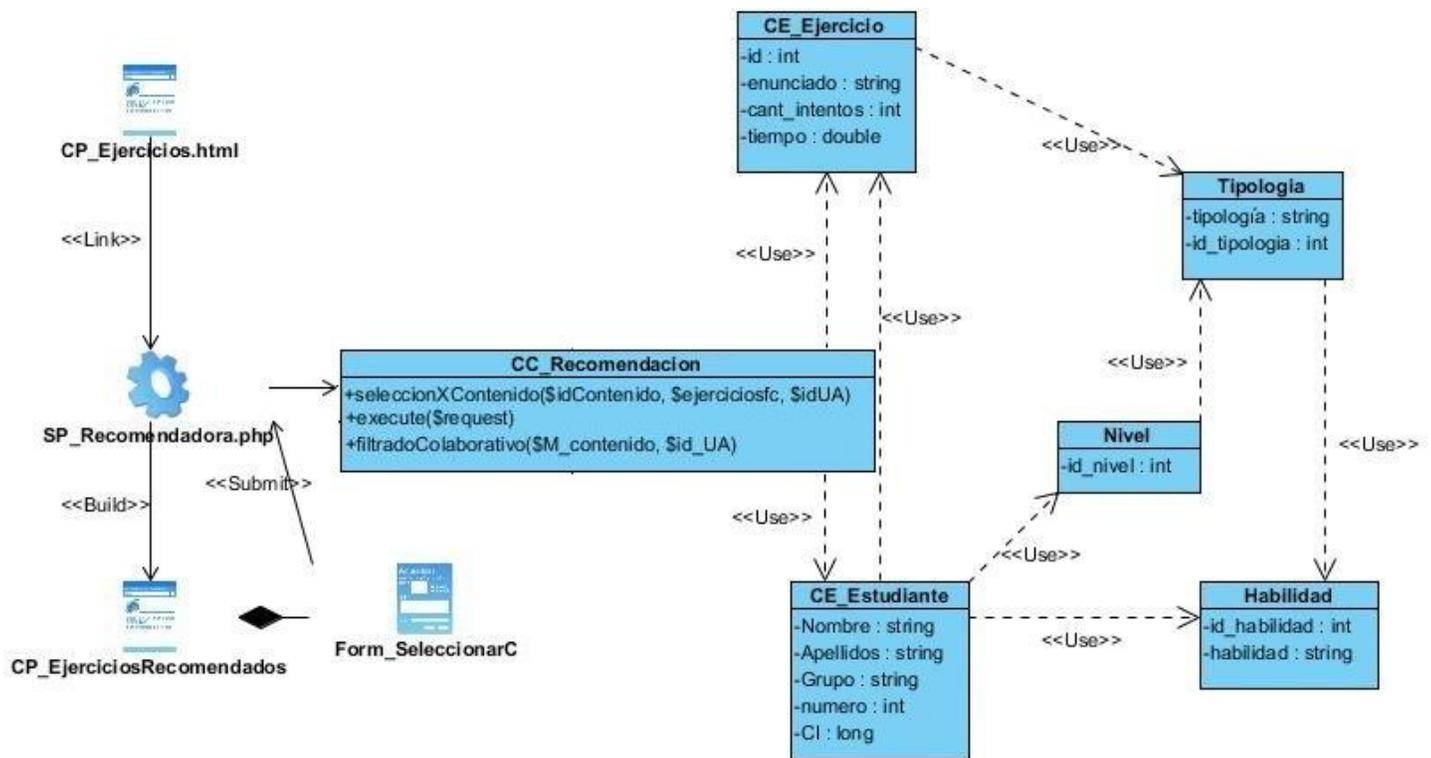


Figura 9: Diagrama de Clases del Diseño (WEB)

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

3.6.2 Diagrama de Paquetes

El diagrama de paquetes incluye lo que se muestra en el diagrama de clases pero un poco más ligado a la arquitectura que se decidió utilizar: Modelo Vista Controlador. El paquete Modelo (anexo 3) agrupa las tablas de la base de datos, el paquete Vista (anexo 3) agrupa las interfaces de usuario y el Controlador (anexo 3) las clases controladoras. Para los paquetes de Symfony y Doctrine son todos los componentes que se usan para la interacción entre el paquete Vista y el Controlador y para la generación de la base de datos. Además del Paquete de JavaScript utilizado para incorporar las clases JavaScript que se utilizan. A continuación se muestra el diagrama.

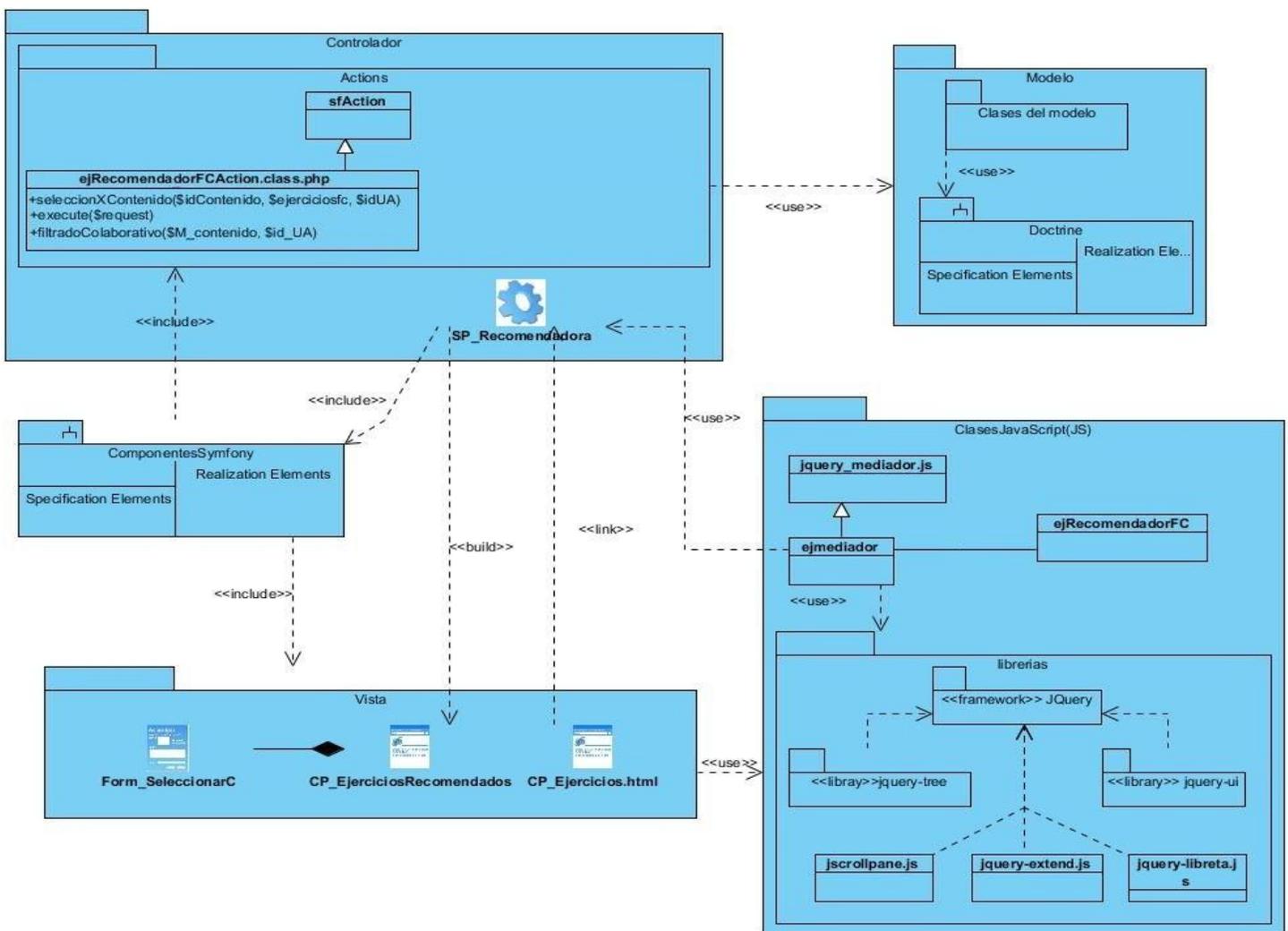


Figura 10: Diagrama de Paquetes.

3.6.3 Patrones de Diseño

Un patrón de diseño es una solución, reutilizable y ya probada su efectividad, aplicable a diferentes problemas de diseño en distintas situaciones, es decir, es una solución ya creada para un problema que se da comúnmente en el desarrollo de software. Fueron creados con el objetivo de ahorrar tiempo y esfuerzo y de aumentar la eficiencia y fiabilidad de las soluciones.

Patrones GRASP (Asignación de Responsabilidades)

Experto:

Asigna una responsabilidad al experto en información: la clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad. La responsabilidad de la creación de un objeto o la implementación de un método, debe recaer sobre la clase que conoce toda la información necesaria para hacerlo. Este patrón conserva el encapsulamiento (disminuye el acoplamiento), ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. (37)

Creador:

Este patrón identifica quién debe ser el encargado de la creación de nuevas clases u objetos y también promueve el bajo acoplamiento. Asigna a la clase B la responsabilidad de crear una instancia de la clase A en uno de los siguientes casos:

- B agrega los objetos A.
- B contiene los objetos A.
- B registra las instancias de los objetos A
- B utiliza especialmente los objetos A.
- B tiene los datos de inicialización que serán transmitidos a A cuando este objeto sea creado (así que B es un Experto respecto a la creación de A). B es un creador de los objetos A.

Si existe más de una opción, es de preferencia la clase B que agregue o contenga la clase A.

Bajo Acoplamiento:

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Acoplamiento es la medida de cuánto una clase está conectada (tiene conocimiento) de otras clases. Por tanto este patrón mantiene las clases lo menos ligadas entre sí posible.

Es un patrón evaluativo que permite que el diseño de clases sea más independiente. Reduce el impacto de los cambios y aumenta la reutilización. (38)

Alta Cohesión:

La cohesión en una clase es una medida que indica cuán relacionadas están las responsabilidades de la misma. Es decir, este patrón mantiene la información de la clase coherente y lo más relacionada posible con la misma. Es un patrón evaluativo: entre más alta cohesión más fácil de entender, de cambiar, de reutilizar. (38)

Controlador:

El patrón controlador le asigna la responsabilidad a una clase de mediar entre una interfaz y el algoritmo que la implementa, de tal manera que toma los datos del usuario y los envía a las distintas clases según el método llamado. A mayor número de clases controladoras mayor cohesión y menor acoplamiento. La clase controladora debe representar una de las siguientes opciones:

- El “sistema” global (controlador de fachada).
- La empresa u organización global (controlador de fachada).
- Algo en el mundo real que es activo (por ejemplo, el papel de una persona) y que pueda participar en la tarea (controlador de tareas).
- Un manejador artificial de todos los eventos del sistema de un caso de uso, generalmente denominados “Manejador<NombreCasodeUso>” (controlador de casos de uso). (38)

Patrones de Diseño según GOF

Observer:

Es un patrón que se clasifica según su ámbito en un patrón de objeto, es decir que se utiliza en el comportamiento de objetos. Éste registra objetos que observan a un objeto en particular con el objetivo de saber si existe algún cambio en el mismo. Esto permite que si un objeto cambia de estado, todos los

dependientes de él son notificados y actualizados también. Mantiene un equilibrio entre objetos relacionados pero sin que estén altamente acoplados. Se utiliza, además de en otras ocasiones, cuando al cambiar un objeto se necesita cambiar otros y no se sabe cuántos objetos deban cambiarse. (39)

Mediator:

Patrón de objetos según su ámbito, el cual define un objeto que encapsula la manera en que interactúan un conjunto de objetos entre ellos. Éste es generalmente utilizado cuando hay demasiadas relaciones y se necesita un punto común de comunicación o cuando esta comunicación es muy compleja. (39)

Iterator:

Es también un patrón de objetos. Proporciona una forma de acceder secuencialmente a los elementos de una colección sin mostrar la representación interna de la misma. Es decir define una interfaz que declara los métodos que se necesitan para acceder iteradamente a un grupo de objetos de una colección. Permite hacer iterados recorridos sobre una estructura, accediendo a que varios usuarios utilicen la misma al mismo tiempo. Se utiliza cuando se pretenden hacer recorridos múltiples o concurrentes de los elementos. (39)

3.7 Modelo de Datos

El modelo de datos mostrado a continuación representa la estructura lógica de la base de datos del sistema. Este muestra también la relación entre ellos, por lo que establece la forma en que se van a guardar, manejar y organizar los datos que son de interés para el funcionamiento del recomendador.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

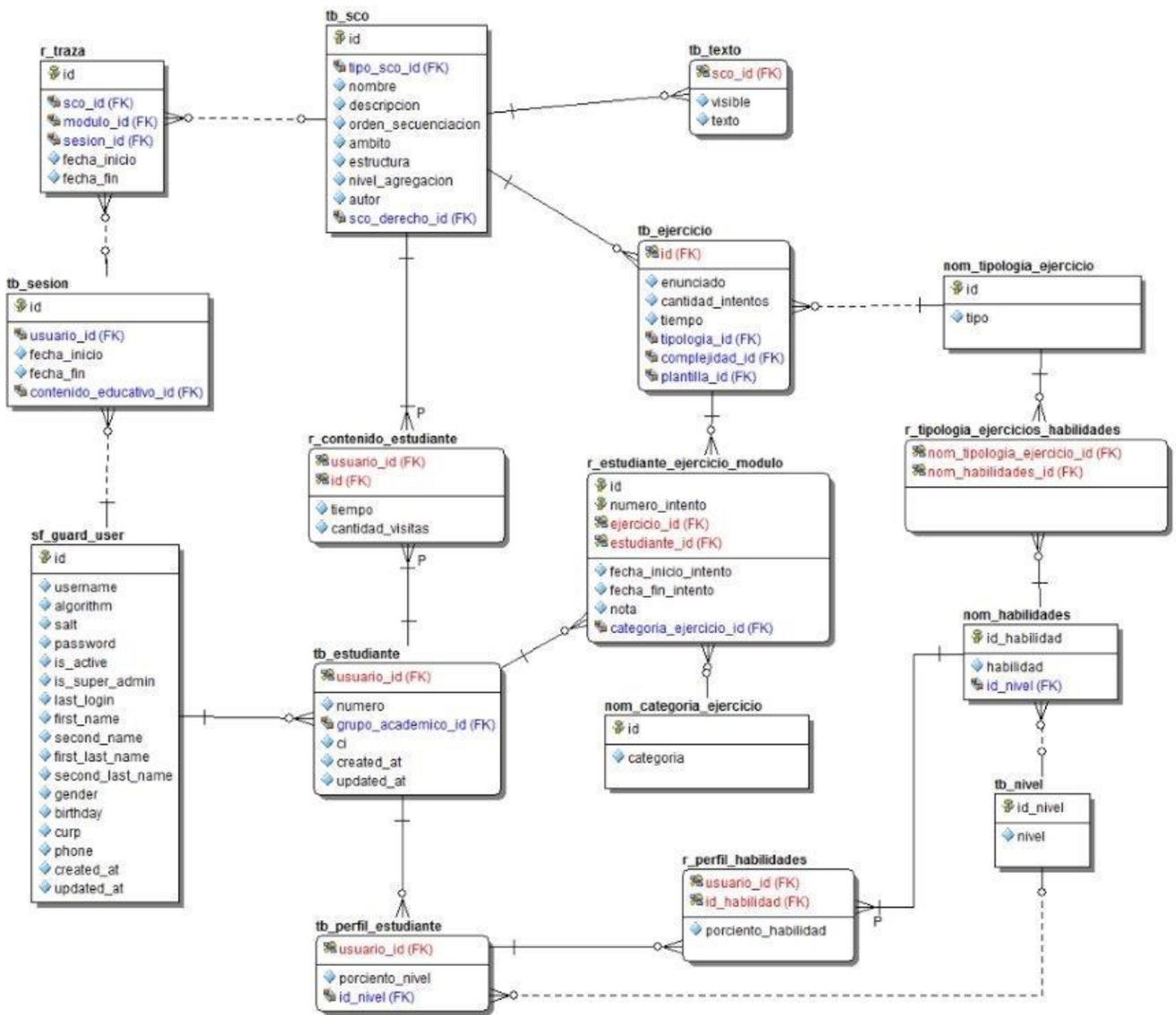


Figura 11: Modelo de Base de Datos.

3.8 Conclusiones

Con el desarrollo del capítulo se llegaron a las siguientes conclusiones:

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

- A partir de la realización del modelo de dominio y de la identificación de los requerimientos que debe cumplir la aplicación se pudo determinar los distintos casos de uso necesarios para definir las funcionalidades básicas, partiendo de los requisitos funcionales especificados.
- Los casos de uso fueron representados en el modelo de casos de uso del sistema y descritos textualmente, garantizando una mejor comprensión de lo que se desea desarrollar.
- Los artefactos generados en este capítulo son de gran importancia para la investigación, ya que cada uno de ellos tributa a un mejor entendimiento sobre el sistema recomendador a desarrollar, permitiendo que el sistema cumpliera con todos los requerimientos definidos.

4. Capítulo 4 Implementación y pruebas

4.1 Introducción

Con la realización del capítulo anterior ya se tiene una mejor comprensión de la forma en que se desarrolla internamente el sistema. En este capítulo se presentan los estándares de codificación que se utilizan en la implementación para un mejor entendimiento del código realizado, también se toma la parte del análisis y diseño ya realizada y se construye el Modelo de Implementación el cual está compuesto por los diagramas de despliegue y de componentes. Se presentan además las pruebas a realizar al sistema con sus respectivos resultados para comprobar que el sistema no tiene ningún error y cumpla con los requisitos establecidos.

4.2 Estándares de codificación

Los estándares de codificación son normas que definen la organización del código fuente de un sistema, de forma tal que cualquier persona inmersa en el desarrollo del mismo pueda comprender su programación. Estos estándares se utilizan mucho en el trabajo en equipo, cuando varias personas están implementando una misma aplicación.

La Colección de hiperentornos de aprendizaje El Navegante utilizó en su implementación una serie de estándares de codificación los cuales se van a utilizar también en el desarrollo del recomendador estos se mencionan en el Anexo 2.

4.3 Modelo de implementación

El modelo de implementación toma los elementos del modelo de diseño realizado y los transforma en componentes de código fuente, binarios y ejecutables, etc. (40) Con este los desarrolladores llegan a entender de qué forma deben realizar la programación, qué dependencia tienen los componentes entre sí y cómo se organizan los mismos en dependencia del lenguaje y del IDE utilizado.

4.3.1 Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes representan la organización y dependencias lógicas de los elementos físicos del sistema como son los archivos, paquetes, código fuente, binario, etc. (todos los tipos de elementos que entran en la fabricación de aplicaciones).

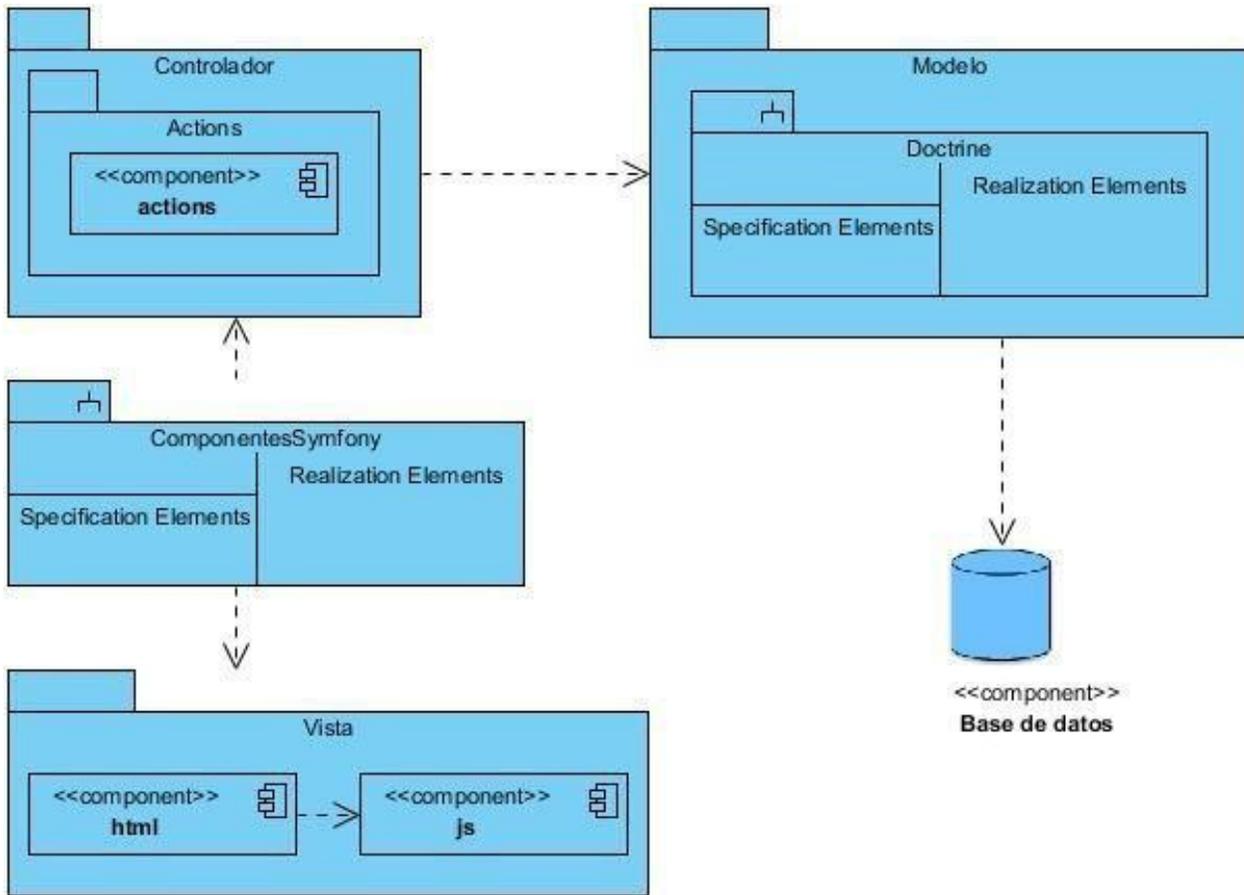


Figura 12: Diagrama de componentes

Este diagrama se realizó según la arquitectura MVC, mencionada en el capítulo 1. También se muestran representados los componentes del framework Symfony y la base de datos. Este fue efectuado de forma general, pues en el Anexo 3 se encuentran los diagramas específicos de los paquetes Modelo, Vista y Controlador.

4.3.2 Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue representa los componentes físicos de procesamiento y de red, es decir recursos de cómputo, en forma de nodos y las relaciones existentes entre ellos. En la colección El

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Navegante se realizaron dos variantes de diagramas de despliegue, por lo que las dos también se aplican en el recomendador.

Primera variante:

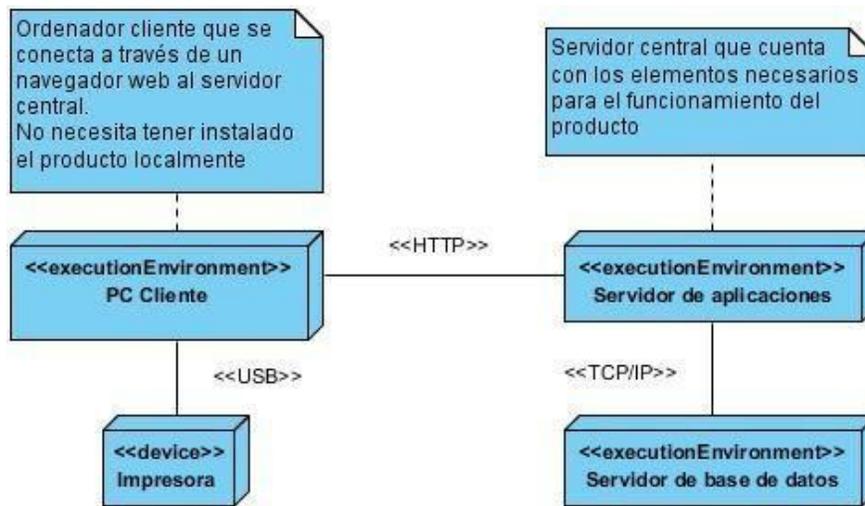


Figura 13: Diagrama de despliegue 1

La variante primera se refiere a la ocasión en la cual el ordenador cliente no tiene la aplicación instalada, sino que tiene que acceder a un servidor donde se va a encontrar la Colección, a la cual se accede mediante un navegador.

Segunda variante:

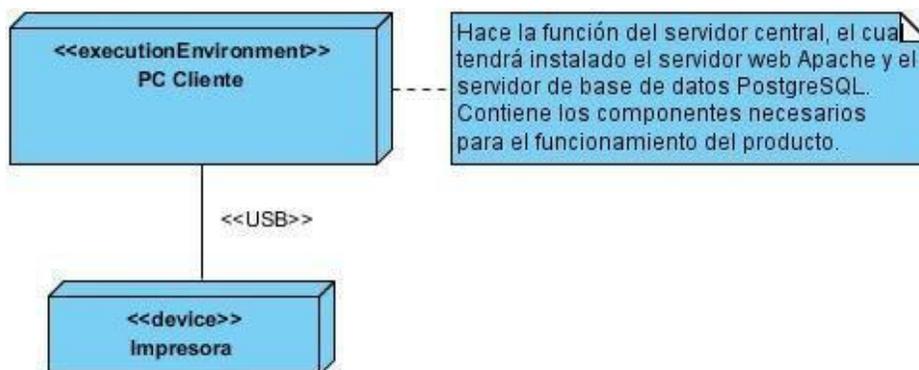


Figura 14: Diagrama de despliegue 2.

Esta variante se refiere a la ocasión en la cual el ordenador ya tiene la aplicación instalada, por lo que tiene que tener instalado todos los componentes necesarios para que la aplicación funcione correctamente.

4.4 Pruebas

En el desarrollo de un software las pruebas juegan un papel importante ya que son acciones que comprueban que se cumplan todos los requisitos y que brindan información sobre la calidad del producto. Representan una actividad más del proceso de control de calidad y se realizan en todas las etapas del desarrollo de la aplicación. Mediante evaluaciones específicas se evalúa la aplicación y se recogen los resultados. Esto permite que se detecten y se reparen los errores con la menor cantidad de esfuerzo y tiempo.

La metodología de desarrollo utilizada: RUP, propone los métodos de prueba: Prueba de Caja Blanca y Prueba de Caja Negra, se centrará la explicación en la prueba de caja negra pues estas son las que se centran en las funcionalidades del sistema y el objetivo de las pruebas que se quieren hacer es verificar el cumplimiento de los requisitos especificados.

Además de las validaciones desde punto de vista funcional el sistema se valida utilizando pedagogos especialistas en la secundaria básica, de la Dirección de tecnología del MINED (Ministerio de educación).

4.4.1 Pruebas de Caja Negra

Las pruebas de Caja Negra revisan mediante condiciones de entrada que se cumplan en su plenitud cada uno de los requisitos funcionales, es decir que no exista ningún error en las funcionalidades del sistema. En estas pruebas solo interesan las entradas que recibe y las respuestas que brinda, no se tiene en cuenta el funcionamiento interno. Tienen el objetivo de verificar que a partir de ciertas entradas, las salidas concuerdan con las esperadas.

Permiten encontrar los siguientes tipos de errores: (41)

- Funciones incorrectas o ausentes
- De interfaz

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

- Errores en estructuras de datos o en accesos a bases de datos externas
- De rendimiento
- De iniciación y de terminación

Técnicas de prueba de Caja Negra: (41)

- Basados en grafos: Se crea un grafo de objetos importantes y sus relaciones, diseñando una serie de pruebas que cubran el grafo de manera que se ejerciten todos los objetos y sus relaciones para descubrir los errores.
- Partición equivalente: Se basa en una evaluación de las clases de equivalencia para una condición de entrada. Se dirige a la definición de casos de prueba que descubran clases de errores, reduciendo así el número total de casos de prueba que hay que desarrollar.
- Análisis de valores límite: Es una elección de casos de prueba que ejerciten los valores límite. En lugar de centrarse solamente en las condiciones de entrada, este obtienen casos de prueba también para el campo de salida.

El que se va a utilizar en las pruebas del recomendador va a ser el de Partición equivalente, pues este diseña los casos de prueba lo más completos posibles para reducir la cantidad de estos.

Una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos o no válidos para condiciones de entrada. (41)

Las clases de equivalencia se pueden definir de acuerdo con las siguientes directrices:

- I. Si una condición de entrada especifica un rango, se define una clase de equivalencia válida y dos no válidas.
- II. Si una condición de entrada requiere un valor específico, se define una clase de equivalencia válida y dos no válidas
- III. Si una condición de entrada especifica un miembro de un conjunto, se define una clase de equivalencia válida y una no válida.
- IV. Si una condición de entrada es lógica, se define una clase de equivalencia válida y una no válida.

Después de realizar las clases de equivalencia se diseñan los casos de prueba (41). Los casos de prueba son un conjunto de entradas, condiciones de ejecuciones y resultados esperados, en este caso, que permitan que el sistema se ejecute en todas sus variantes para verificar si cumple con los requerimientos establecidos. Los casos de pruebas correspondientes al recomendador se muestran en el Anexo 4.

4.5 Validación mediante especialistas

Para validar el Sistema Recomendador desarrollado se realizaron pruebas con especialistas pedagógicos, con el objetivo de establecer la validez de su aplicabilidad para guiar el aprendizaje de los estudiantes de secundaria básica. Se utilizó una muestra de doce especialistas pedagógicos, simulando tres grupos de estudiantes, los cuales fueron organizados por niveles de desempeño para la comprobación de un total de cinco aspectos:

- Identificación de similitudes: cuán certero es el Recomendador al identificar las similitudes entre usuarios.
- Identificación de habilidades no vencidas: capacidad de establecer las habilidades que el estudiante todavía no ha vencido según el nivel de desempeño.
- Identificación de tipologías de ejercicios: habilidad del Recomendador a la hora de establecer las tipologías de ejercicios que tributan a cada habilidad no vencida.
- Identificación de cuestionarios: luego de analizar las tipologías debe identificar aquellos cuestionarios que pertenecen a la misma.
- Recomendación diferenciada: capacidad de identificar diferentes cuestionarios para diferentes usuarios.
- Aporte a las habilidades: mide si los cuestionarios realizaron aportantes en el porcentaje de vencimiento de las habilidades identificadas como no vencidas.

El análisis de las pruebas realizadas arrojaron los resultados siguientes:

| Aspectos medidos | Porcentaje de certeza |
|-------------------------------|------------------------------|
| Identificación de similitudes | 97% |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | |
|--|-----|
| Identificación de habilidades no vencidas | 94% |
| Identificación de tipologías de ejercicios | 98% |
| Identificación de cuestionarios | 94% |
| Recomendación diferenciada | 92% |
| Aporte a las habilidades | 93% |

Tabla 4: Resultados de las pruebas de los especialistas.

Con los resultados arrojados se pudo determinar que el Sistema Recomendador es capaz de operar correctamente y entregar sugerencias de ejercicios que eleven los niveles de desempeño de cada estudiante teniendo en cuenta sus necesidades.

4.6 Conclusiones

En el presente capítulo los desarrolladores realizaron la validación del sistema de recomendación para la colección de hiperentornos educativos El Navegante, donde se pudo concluir que:

- A lo largo de las pruebas se arrojaron algunos errores los cuales fueron erradicados paulatinamente en el transcurso de tres iteraciones.
- Las pruebas de Caja Negra realizadas guiadas por la elaboración de los distintos casos de prueba, garantizaron que el sistema tenga la calidad esperada y validan el correcto funcionamiento de todas las funcionalidades del sistema.
- El análisis de la información recopilada de las pruebas con los especialistas pedagógicos permitió saber que el Sistema Recomendador realizado es capaz de recomendar a los usuarios según sus necesidades educativas.

5. Conclusiones generales

La concepción y desarrollo de un sistema de recomendación para el módulo Ejercicios de la colección El Navegante, permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- Los Sistemas Recomendadores estudiados no satisfacen las necesidades de la colección El Navegante pues solo dos de ellos recomiendan ejercicios y estos están implementados de acuerdo a las características de las plataformas a las que pertenecen, las cuales no responden a la base pedagógica de hiperentorno de aprendizaje definidas para El Navegante.
- Luego de la evaluación de las diferentes técnicas y algoritmos empleados para la elaboración de recomendadores se definió utilizar la de filtrado colaborativo basada en usuario utilizando para el cálculo de similitudes la Correlación de Pearson, todo esto adaptado a las características de la Colección.
- Siguiendo el flujo de trabajo definido en RUP se desarrolló un sistema recomendador capaz de dar una atención diferenciada a los estudiantes de la enseñanza secundaria que utilicen El Navegante.
- La realización de las pruebas de Caja Negra y el análisis de los resultados de las mismas permitieron determinar y erradicar las deficiencias encontradas, pudiéndose comprobar así que la nueva herramienta responde a los requisitos funcionales descritos.

6. Recomendaciones

A partir del trabajo realizado se recomienda al proyecto Multisaber-Navegante:

- Emplear alguna técnica que permita reducir el tiempo de ejecución del sistema.
- Permitir que el profesor desde el módulo Maestro pueda visualizar, de cada uno de sus estudiantes, elementos relacionados con la recomendación de cuestionarios interactivos.
- Combinar los dos recomendadores existentes con el objetivo de anular las desventajas de ambos.

7. Referencias Bibliográficas

1. **Yordi Placencia, Ernesto y Milán Cristo, Nadiela.** *Herramienta de selección didáctica para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante.* UCI. La Habana, Cuba : s.n., 2012.
2. **Peña Henríquez, Fernando Andrés y Riffo Carrillo, Ricardo Elías.** *"Revisión, selección e implementación de un algoritmo de recomendación de material bibliográfico utilizando tecnología j2ee".* Concepción, Chile : s.n., 2008.
3. **Terveen , L. y Beyond, W. Hill.** *"Beyond Recommender Systems: Helping People Help Each Other. "* s.l. : Addison-Wesley, 2001.
4. **Yager, R.R.** *"Fuzzy logic methods in recommender systems. Fuzzy Sets Syst. "* 2003. págs. 133-149. Vol. 136.
5. **Sarwar, B.** *"Item-based collaborative filtering recommendation algorithms".* s.l. : ACM, 2001.
6. **Reyes Pupo , Hector Luis , y otros.** *SISTEMA RECOMENDADOR HÍBRIDO DE CUESTIONARIOS INTERACTIVOS COMO HERRAMIENTA DE APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.* 2012.
7. **Oswaldo, C.S.** *"Sistemas Recomendadores: Un enfoque desde los algoritmos genéticos".* 2006. págs. 23-31. Vol. 9.
8. *"Recommendation Technologies: Survey of current methods and possible extensions".* **Adomavicius, G. y Tuzhilin, A.** University of Minnesota : s.n.
9. **Pazzani, M. y Billsus, D.** *"Content-Based Recommendation System. The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization".* s.l. : Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
10. **Smyth, B. y McClave, P.** *"Similarity vs. Diversity".* s.l. : Springer-Verlag, 2001.
11. **Matos, Viviana L.** *"Sistemas de Recomendación y Personalización".* Universidad Nacional del Sur : s.n., 2006.
12. **Vozalis, E.** *"Analysis of Recommender Systems' Algorithms".*
13. **Galán, S. y Nieto, M.** *"Filtrado colaborativo y Sistemas de Recomendación".* 2007.
14. **Blanco, Y.** *"Tesis doctoral propuesta metodológica para el razonamiento semántico en sistemas de recomendación personalizada y automática. Aplicación al caso de contenidos audiovisuales".* 2007.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

15. **Jensen, F.V. y Nielsen, T.D.** *"Bayesian Networks and Decision Graphs"*. s.l. : Springer Publishing Company, Incorporated, 2007.
16. **Torres, Emilio José Castellano.** *"Evaluación del uso de algoritmos colaborativos para orientar académicamente al alumnado en bachillerato"*. 2007.
17. **Casaliti, Ana , y otros.** *"Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje"*. Argentina : s.n., 2010.
18. **Valdiviezo, Priscila M., Santos, Olga C. y Boticario, Jesús G.** *"Aplicación de métodos de diseño centrado en el usuario y minería de datos para definir recomendaciones que promuevan el uso del foro en una experiencia virtual de aprendizaje"*. Ecuador : s.n.
19. **Ruiz Iniesta, Almudena, Jiménez Díaz, Guillermo. y Gómez Albarrán, Mercedes.** *"Personalización en Recomendadores Basados en Contenido y su Aplicación a Repositorios de Objetos de Aprendizaje"*. España : s.n., 2010.
20. **Corniel, Marla, y otros.** *"Re-diseño de un sistema recomendador de estudios basado en minería web semántica"*. Venezuela : s.n., 2010. 11.
21. **Bustos Pérez, Eduardo , Briones Tena, Luis y Núñez González, Elena Pía .** *"Aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial en el Sistema de Enseñanza Interactivo Javy2"*. Madrid, España : s.n., 2007.
22. **Yera Toledo, Raciél.** *Concepción y desarrollo de un sistema de recomendación para jurados online de programación.* 2010.
23. **Gauchat, Juan Diego.** *El gran libro de HTML5, CSS3 y JavaScript.* 2013.
24. **"Concepto de JavaScript". Mozilla Developer Network.** [En línea] 9 de noviembre de 2011. [Citado el: 6 de diciembre de 2012.]
[https://developer.mozilla.org/es/docs/Gu%C3%ADa_JavaScript_1.5/Concepto_de_JavaScript.](https://developer.mozilla.org/es/docs/Gu%C3%ADa_JavaScript_1.5/Concepto_de_JavaScript)

25. W3C. "Guía Breve de CSS". <http://www.w3c.es>. [En línea] [Citado el: 10 de diciembre de 2012.] <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/HojasEstilo>.
26. "Características del PHP.". *monografias.com*. [En línea] 5 de marzo de 2012. [Citado el: 11 de diciembre de 2012.] <http://foros.monografias.com/showthread.php/60249-Caracteristicas-del-PHP...>
27. Portal español sobre PostgreSQL. "Sobre PostgreSQL". *www.postgresql.org.es*. [En línea] 6 de diciembre de 2012. [Citado el: 12 de diciembre de 2012.] http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql.
28. Blanco, Carlos. "Entornos de Desarrollo Integrado (IDE's) – Introducción". *carlosblanco.pro*. [En línea] 8 de abril de 2012. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://carlosblanco.pro/2012/04/entornos-desarrollo-integrado-introduccion/>.
29. "Definición de aprendizaje - Qué es, Significado y Concepto". *definicion.de*. [En línea] [Citado el: 15 de diciembre de 2012.] <http://definicion.de/aprendizaje/#ixzz2I6TOI1XJ>.
30. "Definición de aprendizaje". *psicopedagogia.com*. [En línea] [Citado el: 15 de diciembre de 2012.] <http://www.psicopedagogia.com/definicion/aprendizaje>.
31. Colectivo de autores de la Dirección Nacional de Secundaria Básica y el Instituto Central de Ciencias. " *Modelo de la escuela Secundaria Básica*". 2007.
32. Márquez, Dra Aleida. "Habilidades".
33. *Content Aggregation on Knowledge Bases using Graph Clustering*. Schmitz C., y otros. 2006. 3rd European SemanticWeb Conference (ESWC-06). págs. 61-75.
34. BISQUERRA, R. *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*. Barcelona : CEAC, 1989.
35. Weitzenfeld, Alfredo. *Ingeniería de Software orientada a objetos con UML, Java e Internet*. 2005.
36. Pressman. *Pressman 6ta edición*. pág. 191.
37. *Fundamentos de Ingeniería de Software*. Visconti, Marcello y Astudillo, Hermán.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

38. *Introducción a los Patrones de Software*. Cortés, Gloria y Casallas, Rubby. Los Andes : s.n.
39. *Patrones de Diseño*. Pimentel, Ernesto. Isla de Margarita, Venezuela : s.n., 2007.
40. Gustavo, Torossi. "El Proceso Unificado de Desarrollo del Software".
41. Pressman, Roger S. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Quinta edición*. s.l. : Mc Graw Hill.
42. Santos, Olga C. "Ampliando el apoyo ofrecido por las plataformas de e-learning mediante un servicio de recomendaciones".
43. Casali, Ana , Deco, Claudia y Bender, Cristina . "Sistema de apoyo al docente en la búsqueda de material didáctico para la enseñanza de las ciencias". Argentina : s.n.
44. Pacheco Velasco, José Evaristo . "Curso de Programación Web, Lección: 2.3 Lenguajes de programación del lado del servidor.". <http://www.prograweb.com>. [En línea] [Citado el: 9 de diciembre de 2012.] <http://www.prograweb.com.mx/pweb/index.html>.
45. W3C. "Guía Breve de XHTML". <http://www.w3c.es>. [En línea] [Citado el: 9 de diciembre de 2012.] <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/XHTML>.
46. Fascículo 4: "Programación en diversos lenguajes". *Colección de Facículos digitales Competencias en TIC*. [En línea] [Citado el: 11 de diciembre de 2012.] http://competenciastic.educ.ar/pdf/lenguajes_de_programacion_4.pdf.
47. "Sistema Gestor de Base de Datos". www.ecured.cu. [En línea] [Citado el: 11 de diciembre de 2012.] http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_Gestor_de_Base_de_Datos.
48. Garzón Pérez, Teresa. "Sistemas Gestores de Bases de Datos". Córdoba, España : s.n., mayo, 2010.
49. CAVSI . "¿Qué es un Sistema Gestor de Bases de Datos o SGBD?". *CAVSI Computer Audio Video Systems Integrator*. [En línea] [Citado el: 11 de diciembre de 2012.] <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>.

50. Martínez Marina, Luis. *"Recomendador de Actividades Turísticas"*. Madrid, España : s.n.
51. Seguido Font, Miguel. *"Sistema de recomendación para webs de información para la salud"*. Catalunya, España : s.n., Junio del 2009.
52. Allen, Robert B. *"User models: theory, method, and practice"*. EE. UU. : s.n., 1990.
53. Mackay, W. E., y otros. *"How do experienced Information Lens users use rules?"*. N.Y., EE.UU. : s.n.
54. Vázquez, Lucía. "Ventajas y desventajas de PostgreSQL". *Aplicaciones empresariales.com*. [En línea] 6 de enero de 2012. [Citado el: 12 de diciembre de 2012.] <http://www.aplicacionesempresariales.com/ventajas-y-desventajas-de-postgresql.html>.
55. SUMMARG. " Nuevo PostgreSQL 8.4 ". *SUMMARG*. [En línea] 4 de julio de 2009. [Citado el: 12 de diciembre de 2012.] <http://www.summarg.com/foro/threads/4838-Nuevo-PostgreSQL-8-4>.
56. Arredondo Morales , Perla Azucena . "Servidores Web". *www.monografias.com*. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.monografias.com/trabajos75/servidores-web/servidores-web.shtml>.
57. Pomeyrol, J. "Nginx supera a Microsoft IIS y ya es el segundo servidor web del mercado". *muycomputerpro.com*. [En línea] 5 de enero de 2012. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.muycomputerpro.com/2012/01/05/nginx-supera-a-microsoft-iis-y-ya-es-el-segundo-servidor-web-del-mercado/>.
58. Ciberaula. "Una Introducción a APACHE". *Ciberaula-linux*. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] http://linux.ciberaula.com/articulo/linux_apache_intro.
59. Hernández Orallo, Enrique . *"El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)"*. Valencia, España : Universidad Politécnica de Valencia.
60. Jurado, Jose Luis . *"Patrón deDiseño MVC (Modelo Vista Controlador)"*. Colombia : s.n.

61. Sebastián, Juan. Modelo, Vista, Controlador- Definición y características. *comusoft.com*. [En línea] 13 de noviembre de 2010. [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.comusoft.com/modelo-vista-controlador-definicion-y-caracteristicas>.
62. Rescalvo, Esther Casas. " Framework de desarrollo de Código Abierto". [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] http://malaga08.opensourceworldconference.com/papers/Dia22/Sala%204/Casas_235.pdf.
63. Mengíbar Vázquez, Enrique. *"Diseño e implementación de un framework de presentación"*. Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona : s.n., enero de 2012.
64. Santiesteban Pérez, Irina Ivis, y otros. *"Desarrollo de funcionalidades que faciliten al docente su preparación y el control del aprendizaje de los estudiantes en la plataforma educativa Zera"*. Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana, Cuba : s.n., 2011.
65. librosweb. "Symfony en pocas palabras". *librosWeb.es*. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] http://www.librosweb.es/symfony_1_0/capitulo1/symfony_en_pocas_palabras.html.
66. "Introducción a los Sistemas y Herramientas CASE". *ceds.nauta.es*. [En línea] Centro de Estudios y Diseño de Sistemas, Madrid – España. <http://ceds.nauta.es/informes/case01.htm>.
67. Carrillo Pérez, Isaías , Pérez González, Rodrigo y Aureliano David Rodríguez Martín, Aureliano . *"Metodología del desarrollo del software"*. 2008.
68. Ruiz, Francisco . *"Procesos de Ingeniería del Software"*. Cantabria, España : s.n., 2009.
69. Calderón, Amaro y Valverde Rebaza, Sarah Dámaris. *"Metodologías Ágiles"*. Perú : s.n., 2007.
70. "Rational Unified Process". *www.naturastock.com*. [En línea] [Citado el: 29 de noviembre de 2012.] http://www.naturastock.com/rsdotnet/iic3140/materia/iic3140_03a.pdf.
71. Guzmán Alvarez, Cesar Augusto . *"Sistema de Recomendación y Planificación Turística de la ciudad de valencia via web"*. Valencia, España : s.n., 2009.

72. Montoya, Jaime. "Tipos de Lenguajes de Programación". <http://www.monografias.com>. [En línea] [Citado el: 9 de diciembre de 2012.] <http://www.monografias.com/trabajos38/tipos-lenguajes-programacion/tipos-lenguajes-programacion.shtml>.
73. Betarte, Leticia , Machado, Rodrigo y Molina, Valeria . "PGMusica Sistema de Recomendación de Música". 2006.
74. Klas, Julián . *Recuperación de información sobre Modelos de Dominio*. 2010.
75. Jacobson, Ivar, Rumbaugh, James y Booch, Grady. *El proceso unificado de desarrollo de software*. 1999.
76. google. Google.com. [En línea] [Citado el: 29 de noviembre de 2012.] <http://www.google.com>.
77. yahoo. yahoo. [En línea] [Citado el: 5 de marzo de 2013.] www.yahoo.es.
78. webcrawler. webcrawler. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2013.] www.webcrawler.com.
79. Amazon. Amazon. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2013.] www.Amazon.com.
80. filmaffinity. filmaffinity. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2013.] www.filmaffinity.com.
81. dailyme.com. Daily me. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2013.] dailyme.com/.
82. www.sencha.com. [En línea] [Citado el: 15 de mayo de 2013.]
83. www.jquery.com. [En línea] [Citado el: 29 de noviembre de 2012.]

8. Glosario de términos

1. **AJAX:** Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas. Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.
2. **HTML:** Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de hipertexto), es el método más común de intercambio de información en la World Wide Web, mediante el cual se transfieren las páginas web a un ordenador.
3. **Hiperentorno de Aprendizaje:** Aplicación basada en la tecnología hipermedia que contiene diversas tipologías de software educativos.
4. **Hiperentornos educativos:** Combinación de diferentes tipologías de software educativos basados en tecnología hipermedia.
5. **Hipertexto:** Organización de información en diferentes nodos, conectados entre sí a través de enlaces.
6. **LOM:** Learning Object Metadata (Metadatos de objetos de aprendizaje), estándar de metadatos para objetos de aprendizaje. Establece un esquema de datos conceptual que define la estructura de un registro de metadatos (denominado instancia de metadatos) para un objeto de aprendizaje. Dicha instancia describe características del objeto agrupadas en nueve categorías: general, ciclo de vida, meta - metadatos, educativas, técnicas, derechos, relaciones, anotaciones y clasificaciones. Se centra en el conjunto mínimo de propiedades que permiten que los objetos educacionales sean gestionados, ubicados y evaluados.
7. **Multimedia:** Tecnología que utiliza múltiples medios de expresión para mostrar información como: textos, imágenes, sonidos y videos

9. Anexos

Anexo No.1: Descripción de casos de uso

| | |
|------------------------------------|---|
| Caso de uso: | Crear Perfil de Usuario. |
| Actores: | Estudiante (inicia). |
| Resumen: | El caso de uso se inicia cuando el estudiante selecciona la opción Recomendados del módulo Ejercicios y su perfil no está creado. El sistema crea el perfil del estudiante terminando así el caso de uso. |
| Precondiciones: | El estudiante debe estar autenticado. El perfil del estudiante no está creado. |
| Referencias: | Requisito Funcional 1 |
| Prioridad: | Normal |
| Flujo normal de los eventos | |
| | |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| Acción del actor | Respuesta del sistema |
|--|--|
| <p>1. Selecciona la opción Recomendar del módulo Ejercicios.</p> | <p>2. El sistema crea de forma automática el perfil del estudiante guardando los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre completo del estudiante • Nivel • Porcentaje del nivel • Tema • Tipología • Habilidad • Porcentaje de la habilidad |
| | <p>3. El caso de uso termina.</p> |
| <p>Poscondiciones:</p> | <p>Se creó el perfil de usuario.</p> |

Tabla 5: Descripción del Caso de Uso Crear Perfil de Usuario

| | |
|----------------------------|--|
| <p>Caso de uso:</p> | <p>Actualizar Perfil de Usuario.</p> |
| <p>Actores:</p> | <p>Estudiante (inicia).</p> |
| <p>Resumen:</p> | <p>El caso de uso se inicia cuando el estudiante resuelve los cuestionarios recomendados. El sistema actualiza el perfil de usuario terminando así el caso</p> |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | |
|---|--|
| | de uso. |
| Precondiciones: | El estudiante debe estar autenticado. Debe estar creado el perfil de usuario del estudiante. |
| Referencias: | Requisito Funcional 2 |
| Prioridad: | Normal |
| Flujo normal de los eventos | |
| Acción del actor | Respuesta del sistema |
| 1. El caso de uso se inicia cuando el actor resuelve el cuestionario recomendado. | <ul style="list-style-type: none"> • El sistema actualiza de manera automática el perfil del estudiante actualizando los siguientes datos: • Tema • Nivel • Porcentaje del nivel • Tipología • Habilidad • Porcentaje de la habilidad |
| | 2. El caso de uso termina. |

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Poscondiciones: | Se actualizó el perfil de usuario |
|------------------------|-----------------------------------|

Tabla 6: Descripción del Caso de Uso Actualizar Perfil de Usuario

Anexo No. 2: Estándares de Codificación

Convenciones de nombres

- Los nombres que se utilizan son cortos y descriptivos.
- Se utiliza comentarios en todos los casos que sean normados y en caso de que el programador lo considere necesario.

Para los nombres se establecen las siguientes reglas:

Funciones y métodos:

La notación camelCase (caso camello) plantea escribir la primera letra de cada palabra con mayúscula con excepción de la primera letra de toda la función, la cual se escribe con minúscula, por ejemplo: metodoPrincipal, funcionDeSuma.

Variables globales:

Las variables globales comienzan con un guión bajo simple, ejemplo: _global.

Clases:

Las clases van a comenzar con el sufijo del módulo al que corresponde insertándole el formato camelCase, ejemplo: ejRecomendadorFC.

Atributos:

Los atributos privados comienzan con un guión bajo y siguiendo el formato camelCase, por ejemplo: \$_edad.

Tablas en la base de datos

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Los nombres de las tablas deben tener prefijos, los que se muestran a continuación:

tb_: En tablas que almacenan la mayor cantidad de características de una entidad.

nom_: En tablas nomencladoras.

r_: Para establecer la relación de mucho a mucho entre tablas.

sf_guard: Para el plugin de Symfony sfGuardDoctrinePlugin.

Plugins:

Empiezan con sf, siguen con el nombre con el formato UpperCamelCase (donde la primera letra es mayúscula) y terminan con Plugin, por ejemplo: sfPagerNavigationPlugin.

Acciones:

Se utiliza una clase por acción, para esto el nombre de la clase debe ser nombreAction y el nombre del método es simplemente execute.

```
class listarAction extends sfAction
```

```
{
```

```
public function execute($peticion)
```

```
{
```

```
//..
```

```
}
```

```
}
```

Formato de los comentarios

Bloque de comentarios:

Un bloque de comentario es precedido por una línea en blanco para separarlo del resto del código. Los bloques de comentario tienen solo un asterisco al inicio de cada línea exceptuando la primera.

Ejemplo:

```
/**
```

```
*Comentario.
```

```
*/
```

Comentarios de línea simple:

Los comentarios cortos pueden aparecer en una sola línea alineados al mismo nivel que el código que lo sigue, además debe estar precedido de una línea en blanco. Si un comentario no puede ponerse en una línea simple entonces debe utilizarse un bloque de comentario.

Ejemplo:

```
if (condition)
```

```
{
```

```
/* Condición principal*/
```

```
}
```

Comentarios de seguimiento:

Comentarios muy cortos pueden aparecer al final de la línea de código que describen, pero están alejados lo suficiente para separarlo de las sentencias. Si más de un comentario de seguimiento aparece en un pedazo de código deben tener la misma alineación. Ejemplo:

```
if (a == 2)

{

return TRUE;

/* Caso especial */

} else

{

return imprime(a);

/* Solo funciona para los números primos */

}
```

Comentarios de fin de línea:

El delimitador de comentario // se usa para realizar comentarios en una sola línea, si se exparse a más de una línea se debe usar el de bloque.

Indentación y espacios en blanco

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

Alineación y longitud de líneas:

Utilizar líneas entre 75-80 caracteres de longitud, de esta manera se maneja mejor algunas herramientas y terminales.

Condicionales if, for, while, switch:

Entre el paréntesis y la palabra clave (*if, for, while o switch*) debe existir espacio. Ejemplo:

```
If ($_edad > 12)
{
//....
}
```

Líneas plegadas:

Si la línea de código se extiende mucho y no cabe en el marco visual de esa línea se divide en más de una línea, de la forma siguiente:

- Dividir después de una coma.
- Dividir después de un operador.
- Alinear la nueva línea al inicio de la expresión en el mismo nivel que la línea anterior.

Anexo No. 3: Diagramas de Componentes de los paquetes Modelo, Vista y Controlador.

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

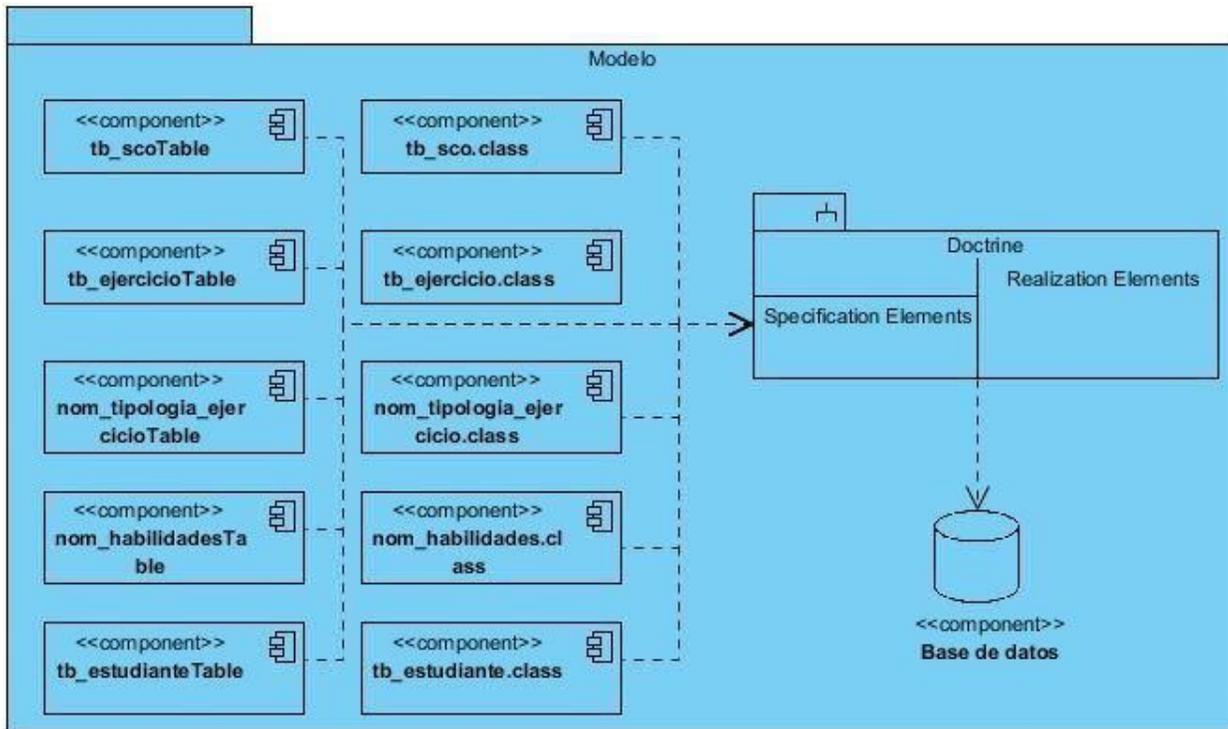


Ilustración 15: Diagrama de despliegue del paquete Modelo

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

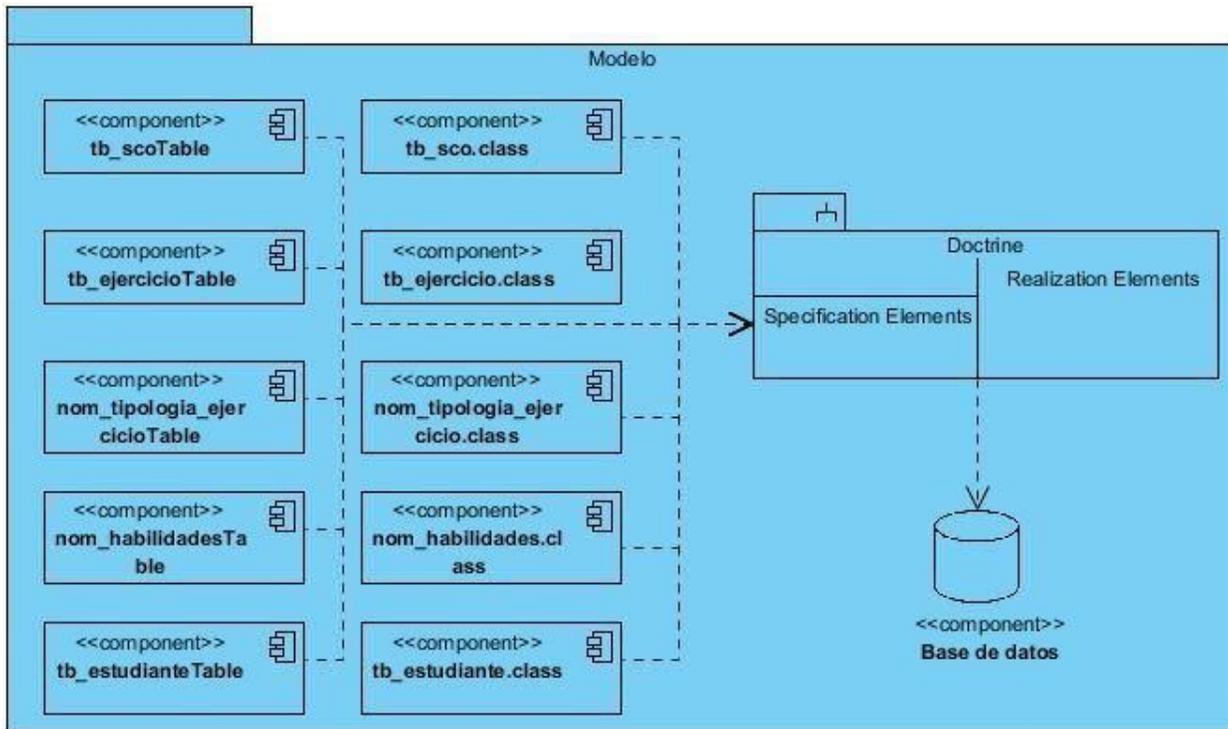


Ilustración 16: Diagrama de despliegue del paquete Vista.

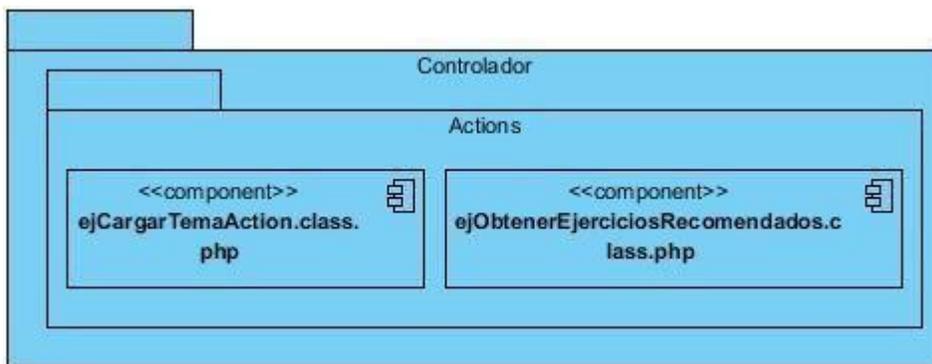


Ilustración 17: Diagrama de despliegue del paquete Controlador

Anexo No. 4: Diseños de casos de prueba del caso de uso Recomendar Cuestionario.

Descripción General:

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

- El caso de uso se inicia cuando el estudiante selecciona la opción Recomendar del módulo Ejercicios.
- El sistema muestra el listado de cuestionarios recomendados y permite seleccionar los cuestionarios que desea realizar finalizando así el caso de uso.

Condiciones de ejecución:

- El estudiante debe estar autenticado.
- El estudiante debe haber consultado al menos uno de los contenidos del producto.

Secciones a probar en el caso de uso.

CP Recomendar cuestionario

| Escenario | Descripción | Respuesta del sistema | Flujo central |
|--|--|---|--|
| CE 1: Recomendar con éxito los cuestionarios. | Selecciona el módulo Ejercicios y después la opción Recomendados. Si no existe el perfil del usuario autenticado se crea el perfil. | Muestra el listado de los cuestionarios recomendados y permite Seleccionar los cuestionarios a resolver | Ejercicios/ Ejercicio/ Tipo de selección Recomendados |
| CE 2: Seleccionar cuestionarios recomendados a resolver. | Selecciona el módulo Ejercicios y después la opción Recomendados. Si no existe el perfil del usuario autenticado se crea el perfil. El sistema muestra el listado de cuestionarios | Muestra los cuestionarios seleccionados y permite resolverlos. | Ejercicios/ Ejercicio/ Tipo de selección Recomendados/ Listado Recomendados/ |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|
| | recomendados. Selecciona los cuestionarios a resolver. | | |
| CE 3: Realizar cuestionario. | <p>Selecciona el módulo Ejercicios y después la opción Recomendados. Si no existe el perfil del usuario autenticado se crea el perfil. El sistema muestra el listado de cuestionarios recomendados.</p> <p>Selecciona los cuestionarios a resolver.</p> <p>Presiona la opción Comenzar.</p> | Muestra uno a uno los ejercicios seleccionados. | Ejercicios/ Ejercicio/ Tipo de selección Recomendados/ Listado Recomendados/ Listado Seleccionados/ Comenzar |
| CE 4: Resuelve los cuestionarios. | <p>Selecciona el módulo Ejercicios y después la opción Recomendados. Si no existe el perfil del usuario autenticado se crea el perfil. El sistema muestra el listado de cuestionarios recomendados.</p> <p>Selecciona los</p> | Actualiza el perfil del estudiante. | Ejercicios/ Ejercicio/ Tipo de selección Recomendados/ Listado Recomendados/ Listado Seleccionados/ Comenzar/Actualizar Perfil |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | | | |
|--|--|--|--|
| | cuestionarios a resolver. Presiona la opción Comenzar. Resuelve los cuestionarios seleccionados. | | |
|--|--|--|--|

Tabla 7: Diseño del caso de prueba del Caso de Uso Recomendar Cuestionario

Registro de defectos y dificultades

| # | No conformidad | Aspecto correspondiente | Etapas de detección | Significativa | No Significativa | Recomendación | Estado NC | Respuesta del equipo de desarrollo |
|---|---|---|----------------------------|------------------------------|------------------|---------------|------------------|------------------------------------|
| 1 | Cuando se va a hacer la recomendación el sistema se congela debido al tiempo que se demora en realizar todas las operaciones. | El sistema se congela y no brinda la recomendación por tiempo excedido. | 1 ^{era} iteración | NC de aplicación: validación | | X | PD 20/04/2013 | |
| 2 | No muestra las | No muestra las | 2 ^{da} | NC de aplicación: | | X | PD 20/04/20 | |

Recomendador basado en Filtrado Colaborativo para guiar el aprendizaje interactivo en el módulo Ejercicios de la colección El Navegante

| | recomendaciones para un usuario determinado. | recomendaciones para el usuario. | iteración | validación | | | 13 | |
|---|---|--|----------------------------|------------------------------|--|---|----------------------|--|
| 3 | Se muestran recomendaciones de ejercicios a los estudiantes que no han visitado ningún contenido. | Muestra recomendaciones a un estudiante que no ha visitado contenido alguno. | 3 ^{era} iteración | NC de aplicación: validación | | X | PD 12/05/20 13 | |
| 4 | Se muestran cuestionarios repetidos para un mismo tema. | Se repiten los cuestionarios | 3 ^{era} iteración | NC de aplicación: validación | | X | PD 12/05/20 13 | |

Tabla 8: Registro de defectos y dificultades