

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



ARQUITECTURA DE SISTEMA DE HIPERMEDIA ADAPTATIVA
BASADO EN ESTILOS DE APRENDIZAJE Y RECURSOS
ADAPTATIVOS

Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias

Presenta:

Carlos Hurtado Sánchez

Bajo la dirección de:

Dr. Guillermo Licea Sandoval

Co-dirigido por:

Dr. José Mario García Valdez

Tijuana, Baja California

Agosto 2018

Resumen

En este trabajo nos enfocamos en extender el Sistema de Gestión de Aprendizaje protoboard desarrollado por García [1] para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de programación. Dentro de las extensiones elaboradas, protoboard obtiene el estilo de aprendizaje de los alumnos mediante un cuestionario y utiliza un recomendador basado en reglas de lógica difusa de acuerdo a los niveles de dificultad o estilos de aprendizaje; el material de estudio son objetos de aprendizaje teóricos y ejercicios de programación.

En estos ejercicios se envía retroalimentación a los estudiantes sobre sintaxis y el seguimiento de instrucciones; adicionalmente se agregaron reglas y restricciones para definir el dominio de programación para que los estudiantes aprendan buenas prácticas de programación para el lenguaje Java. La estructura de la plataforma, los objetos de aprendizaje (OA) y los ejercicios se evaluaron para determinar su aceptación mediante cuestionarios como la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT).

Abstract

In this paper, we focus on extending the protoboard learning management system developed by García [1] to support the teaching-learning process of programming subjects. Within the extensions elaborated, protoboard obtains students' learning style through a questionnaire and uses a recommendation based on fuzzy logic rules according to difficulty levels or learning styles; The study material are theoretical learning objects and programming exercises.

In these exercises, students receive syntax and instruction follow-up feedback; Also, rules and restrictions were added to define the programming domain, so students learn good programming practices for Java language. The structure of the platform, the learning objects (LO) and the exercises were evaluated to determine their acceptance through questionnaires such as the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT).

Agradecimientos

Primero que nada, quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional y la confianza que han depositado en mí para respetan mis decisiones sabiendo que son las mejores para mi desarrollo tanto profesional como personal, por estar siempre ahí y por enseñarme lo más importante a trabajar y que trabajando duro uno puede lograr cualquier cosa que se proponga.

A mis 4 hermanos Evelyn, Arturo, Juan y Daniel por apoyarme en los momentos más importantes de esta etapa estar conmigo ayudarme a divertirme y olvidarme de vez en cuanto de las cosas cuando no salen bien para luego regresar con más motivación y fuerzas.

También quiero agradecer a mi comité de tesis por sus aportaciones a mi trabajo: Dr. Juan Ramón Castro, Dr. Antonio Diaz, Dr. Luis Guillermo Martínez, Dr. Leocundo Aguilar; en especial al Dr. Guillermo Licea por depositar la confianza en mí durante todo este periodo, respetar mis sueños y decisiones, por aceptarme al programa de doctorado, por la crítica constructiva y por el apoyo que he tenido de su parte en esta etapa de mi vida; al Dr. Mario García por la paciencia que ha tenido conmigo, sus valiosos aportes a mi trabajo, el apoyo en cada una de mis peticiones y por compartir la plataforma que desarrolló para trabajar sobre ella durante todo el programa y al Dr. Manuel Castañón Puga por préstame un lugar donde estudiar, un equipo de trabajo y darme la oportunidad de conocer a mis compañeros de posgrado.

A mi amigo Gerardo por siempre estar ahí para mí en todo lo que he hecho y a mis amigos del posgrado Miguelillo, Miguel y Ricardo por el apoyo en la realización de mis investigaciones, herramientas para realizar mejor mi trabajo por las discusiones filosóficas que teníamos para enriquecer nuestros trabajos y por todos los buenos momentos que pasamos juntos.

Gracias a todos mis compañeros del Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por sus aportaciones, comentarios y sugerencias.

Al CONACYT por el apoyo económico brindado para la realización del Doctorado ya que sin este apoyo hubiera sido prácticamente imposible para mi realizarlo.

Por último, quiero agradecer a todos mis alumnos del ITT y la UABC por su disposición en la realización de encuestas para fortalecer mi trabajo de investigación, todo este trabajo es por ustedes y para ustedes.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Hipótesis.....	14
1.2. Objetivo general	14
1.3. Objetivos específicos.....	15
1.4. Estructura del documento de tesis.....	15
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Aprendizaje en línea	17
2.1.1. Sistemas gestores de aprendizaje	18
2.1.2. Sistemas de Aprendizaje	19
2.1.3. Objetos de aprendizaje.....	23
2.1.4. Secuenciado simple	25
2.2. Sistemas de Inferencia Difusos	27
2.2.1. Lógica difusa en el sistema de recomendación.....	29
2.2.2. Sistemas de Producción Tradicionales	30
2.3 Estilos de aprendizaje	31
2.3.1. Integración de estilos de aprendizaje en un sistema de hipermedia adaptativo	31
2.3.2. Cuestionario de índice de estilos de aprendizaje	32
2.3.3. Trabajos relacionados	34
2.4. Programación de computadoras como un dominio bien definido para estudiantes principiantes de universidad.....	36
2.4.1. El lenguaje de programación Java.....	38
2.4.2. Plataformas educativas de programación.....	39
2.5. Teoría unificada de aceptación y uso de tecnología	43
2.5.1. Expectativa del rendimiento.....	44
2.5.2. Expectativas del esfuerzo.....	44
2.5.3. Influencia social.....	45
2.5.4. Condiciones de facilidad.....	45
3. ARQUITECTURA PROPUESTA.....	46
3.1. Arquitectura del sistema.....	52
3.2. Modelado del usuario	53
3.3 Recomendación de actividades de aprendizaje.....	54
4. IMPLEMENTACIÓN.....	55
4.1. Interfaces del sistema	55
4.1.1. Pantalla de bienvenida	55
4.1.2. Cuestionario de estilos de aprendizaje	56
4.1.3. Biblioteca de actividades de aprendizaje	57
4.1.4. Creación de cursos.....	58
4.1.5. Presentación del curso	59
4.1.6. Estructura del curso.....	60
4.1.7. Actividades de aprendizaje teóricas	61
4.1.8. Actividades de aprendizaje prácticas.....	62
4.1.9. Retroalimentación de errores	63

4.1.10. Interfaz de ejercicio completado	64
4.1.11. Intefaz de comentarios del sistema.....	65
4.1.12. Cuestionario UTAUT	66
4.2. Interfaces de elaboración de ejercicios de programación	67
4.2.1. Instrucciones	68
4.2.2. Código inicial	69
4.2.3. Prueba.....	69
4.2.4. Expresiones regulares.....	70
4.2.5. Solución	71
5. RESULTADOS.....	72
5.1 Cuestionario de estilos de aprendizaje	72
5.2. Ejercicios de programación	79
5.3. Teoría unificada de aceptación y uso de tecnología	85
6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	95
6.1. Conclusiones.....	95
6.2. Trabajos futuros	99
Bibliografía	101
APÉNDICE A. Cuestionario del Índice de Estilos de Aprendizaje	115
APÉNDICE B. Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología	122

Lista de Figuras

Figura 2.1 La Learning Web de Atif y colaboradores	24
Figura 2.2 Árbol de actividades con reglas de navegación.....	25
Figura 2.3 Componentes Principales de un Sistema de Inferencia Difuso	28
Figura 2.4 Diagrama del modelo UTAUT	44
Figura 3.1 Arquitectura del sistema	52
Figura 3.2. Diagrama de modelado del usuario	53
Figura 3.3 Retroalimentación y recomendación de actividades de aprendizaje.....	54
Figura 4.1 Pantalla de bienvenida e inicio de sesión.	56
Figura 4.2 Cuestionario de índice de estilos de aprendizaje	57
Figura 4.3. Librería de actividades de aprendizaje.....	58
Figura 4.4 Interfaz de creación y estructura del curso.....	59
Figura 4.5 Pantalla de bienvenida del curso de programación.....	59
Figura 4.6 Temas de la unidad 5	61
Figura 4.7 Actividad de aprendizaje teórica.....	62
Figura 4.8 Ejercicios para completar un programa y hacer el programa desde cero	63
Figura 4.9 Pantalla de errores de seguimiento de instrucciones y sintaxis.....	64
Figura 4.10 Ventana de completar un programa.....	65
Figura 4.11 Interfaz de comentarios.....	66
Figura 4.12 Cuestionario de UTAUT.....	67
Figura 4.13 Pantalla de instrucciones.....	68

Figura 4.14 Pestaña de código inicial	69
Figura 4.15 Pestaña de pruebas.....	70
Figura 4.16 Pestaña de expresiones regulares.....	71
Figura 4.17 Pestaña de solución del programa.....	71

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Comparativo de las herramientas de programación.....	42
Tabla 5.1 Resultados totales del cuestionario de estilos de aprendizaje	73
Tabla 5.2 Resultados de estilos de aprendizaje de alumnos de tercero y séptimo semestres	74
Tabla 5.3 Resultados de estilos de aprendizaje de estudiantes de informática y tecnologías de información y comunicaciones.....	75
Tabla 5.4 Intentos totales en actividades de aprendizaje.....	76
Tabla 5.5 Resultado de estudiantes con el estilo verbal y visual	78
Tabla 5.6 Estadísticas totales de los estudiantes.....	80
Tabla 5.7 Resultados de estudiantes de programación en Java.....	82
Tabla 5.8 Resultados de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en Java	83
Tabla 5.9 Resultados totales del UTAUT	86
Tabla 5.10 Resultados de expectativas del rendimiento	87
Tabla 5.11 Resultados de expectativas del esfuerzo	88
Tabla 5.12 Resultados de influencia social	90
Tabla 5.13 Resultados de condiciones de facilidad	91
Tabla 5.14 Resultados de actitud hacia el uso de la tecnología.....	93

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El e-Learning para educación a distancia ha aumentado año con año y el área de programación no es la excepción, sin embargo, muchos de estos sistemas no toman en cuenta aspectos como los estilos de aprendizaje y en materias de programación algunas plataformas carecen de herramientas para proporcionar retroalimentación por lo que resultan complicadas de utilizar y generan frustración a los alumnos.

Un aspecto importante es cómo los estudiantes reconocen su estilo de aprendizaje y qué impacto tiene en el aprendizaje. Como Coffield [2] dice que el conocimiento de los estilos de aprendizaje puede usarse para aumentar la conciencia de los estudiantes, la meta cognición de sus fortalezas y debilidades como aprendices.

Otros estudios sobre el e-learning muestran que es una herramienta útil para enseñar conocimientos complejos y la capacidad de resolver problemas, la cual es muy importante en la educación de ingeniería: por ejemplo, la investigación en educación de

ingeniería en línea [3] estableció que las tecnologías en línea están relacionadas con la mejora de calidad.

Para obtener mejores resultados con los estudiantes de informática, los profesores universitarios deben enseñar lenguajes de programación y herramientas para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. La programación de computadoras es una competencia que los estudiantes de informática deben aprender ya que es una parte fundamental del plan de estudios. Sin embargo, enseñar esta asignatura es más difícil que enseñar materias como física, cálculo o química [4,5].

La frustración que presentan los estudiantes universitarios en la educación basada en la web es otro problema al que se enfrentan. En consecuencia, se realizaron estudios concentrados en la interacción del usuario con la educación en línea [6]. Con el crecimiento de las nuevas tecnologías y con la creciente adopción de los sistemas de información en los entornos de aprendizaje, la identificación de los factores principales respecto a la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios es un tema importante a estudiar [7].

La aceptación del usuario de un nuevo sistema de información, como el aprendizaje en línea, es considerado un factor esencial que determina el éxito o fracaso del sistema [8].

Los administradores y desarrolladores de las plataformas de e-aprendizaje requieren comprender cómo los estudiantes perciben e interactúan con los objetos de aprendizaje (OA) en conjunto con la mejor forma de aplicar un ambiente de mejora de la enseñanza [9]. Asimismo, saber las intenciones de los estudiantes y conocer las causas que influyen para que los OA sean atractivos para ellos y que utilicen este sistema [10]. Por lo que es necesario realizar una investigación de la actitud, percepción y la intención de los estudiantes al utilizar las plataformas educativas.

1.1. Hipótesis

Es posible extender la arquitectura de un sistema de hipermedia adaptativa de materias de programación de tal manera obtenga el estilo de aprendizaje de los alumnos de ingeniería para que se adapte a ellos, cuente con retroalimentación como apoyo el momento de programar para definir el dominio de la programación y a su vez, el sistema sea aceptado en cuanto a aspectos de usabilidad y practicidad.

1.2. Objetivo general

Extender una arquitectura de un sistema de hipermedia adaptativa empleando recursos reutilizables de tal modo que se pueda adaptar a los estilos de aprendizaje de los alumnos, sea fácil de utilizar y ayude a los alumnos principiantes a definir el dominio de programación para mejorar sus hábitos y practicas al momento de desarrollar aplicaciones.

1.3. *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos para el desarrollo de este trabajo son los siguientes:

1. Elaborar un estudio del estado del arte de sistemas educativos adaptativos, estilos de aprendizaje, cuestionarios de estilos de aprendizaje, teoría de aceptación de tecnología, cuestionarios de aceptación de la tecnología y sobre las materias de programación.
2. Recolectar información de resultados de los cuestionarios de estilos de aprendizaje y de aceptación de la tecnología.
3. Elaborar recursos adaptativos de la materia del caso de estudio.
4. Realizar pruebas y restricciones de recursos adaptativos para definir y validar el dominio de la programación.
5. Crear curso de la materia de programación con recursos adaptativos.
6. Retroalimentar al docente con datos de interacción, comentarios y resultados de cuestionarios del usuario.
7. Extender la arquitectura con los métodos seleccionados.

1.4. *Estructura del documento de tesis*

Este artículo está organizado de la siguiente forma.

En el capítulo 2, se presenta la relevancia del aprendizaje en línea en la actualidad, los sistemas gestores de aprendizaje definiendo los sistemas de aprendizaje adaptativos, de hipermedia, así como sus componentes: el secuenciado simple y los objetos de

aprendizaje, también se describen los sistemas de inferencia difusa, estilos de aprendizaje, la programación como dominio definido, la teoría unificada de aceptación y uso de tecnología y algunos trabajos relacionados con el área de esta tesis.

En el capítulo 3, se explica la arquitectura del sistema desarrollado y se muestra la propuesta para su extensión en base a los estilos de aprendizaje para el sistema recomendador y el proceso de retroalimentación a los estudiantes.

En el capítulo 4, se explica la implementación de la extensión de la arquitectura, aquí se muestran y explican las interfaces de la plataforma mostrando la del cuestionario de estilos de aprendizaje, las de cursos de programación, las interfaces para que le profesor elabore los objetos de aprendizaje, la retroalimentación que proporciona el sistema y el cuestionario de aceptación y uso de tecnología.

En el capítulo 5, se muestran los resultados del cuestionario de estilos de aprendizaje, de los intentos realizados por los alumnos para resolver los ejercicios de programación y los resultados de aceptación de la plataforma en diversos rubros como expectativas de rendimiento, condiciones de facilidad y actitud hacia el uso de la tecnología entre otros.

En el capítulo 6, se discuten las conclusiones sobre los resultados del trabajo realizado y se presentan propuestas para trabajos futuros

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Aprendizaje en línea*

El aprendizaje en línea inició en la década de los 80s, mientras el e-Learning no se conoce exactamente cuándo comenzó [11]. Una definición aceptada del e-Learning hace referencia a una plataforma tecnológica que facilita el ambiente de aprendizaje para los estudiantes a su propio tiempo y ritmo a través de servicios en la web como puede ser la retroalimentación de los maestros a los alumnos, chats en vivo entre estudiantes y profesores, tareas y trabajos en línea, ejercicios de preguntas y respuestas, foros de debate, y soporte por medio de la plataforma o correo electrónico [12].

Oblinger y Hawkins [13] definieron al e-Learning como una solución de aprendizaje moderna en la que todas las interacciones entre los estudiantes y los miembros de la facultad están en línea utilizando un medio de Internet. Otro punto de vista semejante de [14], e-Learning es el aprendizaje basado en la tecnología que consume únicamente

redes locales privadas y tecnologías de Internet. El término de aprendizaje está bien definido como “enfoque innovador para la entrega de educación a través de formas electrónicas de información que mejoran las habilidades, el conocimiento u otro rendimiento de aprendizaje de los estudiantes” [15].

De acuerdo con [16] e-Learning es un método mejorado y efectivo de aprendizaje mediante la utilización de tecnologías multimedia e hipermedia. Los sistemas de e-Learning pueden beneficiar a los alumnos comparado con el modelo tradicional de aprendizaje ya que les facilita el material de aprendizaje por lo que pueden aprender a su propio ritmo y tiempo con el uso de las computadoras o de los dispositivos móviles requiriendo solamente conexión a internet, ayuda a reducir gastos de transporte a las universidades y alguno otros gastos adicionales que se generan cuando se encuentran en las escuelas.

2.1.1. Sistemas gestores de aprendizaje

Dentro de las plataformas de e-Learning se encuentran los sistemas gestores de aprendizaje (LMS, por sus siglas en ingles), que se caracterizan por permitir el acceso a los contenidos educativos, comunicación entre los usuarios implicados (maestros, alumnos, creadores de contenido, administradores, etc.) y la administración de recursos.

Estas aplicaciones de software se utilizan para administrar, documentar, dar seguimiento, informar y ofrecer cursos de educación en línea. Muchos de los LMS se basan en la web, lo que permite el acceso a través de Internet a materiales de

aprendizaje y administración. Hoy en día, casi cualquier institución educativa en el mundo tiene algún portal de aprendizaje a distancia, donde se encuentran disponibles materiales de aprendizaje y ejercicios para evaluar el conocimiento de los estudiantes.

Una de sus características es que permiten realizar una amplia gama de actividades para todos los usuarios, a diferencia de los sistemas de e-aprendizaje cuya principal desventaja es la pérdida de comunicación directa entre el alumno y el profesor. Además, la estructura y los materiales de aprendizaje son los mismos para todos los estudiantes ("Uno se ajusta a todos"); sin embargo, estos deben de adaptarse de acuerdo a las características individuales de los estudiantes [17–19].

Los LMS por lo general se encargan de los accesos, actividades y permisos de los usuarios (acceso a contenidos educativos, resultados de evaluaciones, generación de reportes de resultados, estadísticas etc.) y proporcionan herramientas de comunicación como chats, tutorías en tiempo real, foros de discusión etc.

2.1.2. Sistemas de Aprendizaje

Actualmente, existen diferentes tipos de plataformas educativas en línea, como el sistema gestor de aprendizaje (LMS), los sistemas de hipermedia adaptativa (AHS) y los sistemas de tutor inteligente (ITS). Estos sistemas integran material hipermedia que incorpora contenidos tales como audio, videos, mapas, imágenes y texto; los usuarios interactúan con este contenido.

2.1.2.1. Sistemas Adaptativos

Los sistemas adaptativos se ajustan individualmente a las características específicas de los estudiantes, como el estilo de aprendizaje, los niveles de dificultad y las sugerencias de navegación, entre otras cosas.

Según García-Barrios [20], un Sistema Adaptativo es aquel que "al recibir un estímulo, altera algo de tal manera que el resultado de la alteración corresponde a una solución adecuada para satisfacer algunas necesidades específicas", los sistemas adaptativos modifican aspectos de su estructura, funcionalidad o interfaz para favorecer una necesidad del usuario o un grupo de usuarios.

2.1.2.2. Sistemas de Hipermedia Adaptativa

Dentro de los sistemas adaptativos, los más utilizados son los sistemas de hipermedia adaptativos, estos personalizan la presentación de recursos e interfaces de navegación para el usuario. Según Brusilovsky [21–23] los sistemas hipermedia adaptativos construyen un modelo de objetivos, preferencias y conocimiento de cada usuario, y utiliza este modelo durante la interacción con el usuario.

Benyon y Murray [24] identifican tres componentes esenciales de un sistema de hipermedia adaptativo:

1. El modelo de usuario que representa el conocimiento y las preferencias que el usuario "cree" que tiene.

2. El modelo de dominio que describe la experiencia que está en la interacción; es esencial conocer la comunicación deseada entre el sistema y los usuarios.
3. El modelo de interacción que captura la información generada por el usuario y define las inferencias, adaptaciones y evaluaciones que pueden ocurrir.

Varios estudios sobre los sistemas hipermedia adaptativos han llegado a las siguientes conclusiones

1. Los SHA afectan positivamente el rendimiento de los estudiantes [25–32].
2. Los SHA aumentan los resultados de aprendizaje percibidos [33,34].
3. Los SHA facilitan los procesos de aprendizaje [35–39].
4. Los niveles de satisfacción fueron más altos [28,33,36,40–42].
5. Los SHA son fáciles de usar [28,31,38].
6. Los SHA fueron útiles y de ayuda [29,36,38,43].
7. El control de los estudiantes en los SHA es preferible [36,44].
8. La mayoría de los estudiantes aceptan las recomendaciones de los SHA [38,45].
9. Los SHA no tuvieron un efecto significativo en los resultados de aprendizaje [33,34,44,45].

Además, los SHA para e-Learning representan un dominio de investigación en continuo crecimiento, que involucra el conocimiento de varios campos (sistemas adaptativos, hipermedia adaptativa, sistemas de gestión de aprendizaje, modelado de

usuarios, psicología educativa, ciencia de la instrucción).

La adaptación puede tomar 3 formas [46]:

- **Sistemas adaptados:** en los que la adaptación es conectada por el diseñador de la aplicación; en este caso, el sistema se personaliza para un perfil de usuario particular, que se define de antemano, en el momento del diseño.

- **Sistema adaptable:** en el que el usuario requiere explícitamente la adaptación. Más precisamente, el usuario puede especificar sus propias preferencias, al crear manualmente su perfil; por lo tanto, el sistema está tratando con un perfil fijo, que solo puede modificarse mediante la intervención del usuario.

- **Sistemas adaptables:** en los que la iniciativa de adaptación pertenece al sistema en sí, basada en la observación continua de las preferencias y necesidades del usuario. El perfil del usuario ya no es estático, es actualizado dinámicamente por el sistema, después de rastrear y analizar el comportamiento del usuario.

Una definición conceptual de adaptabilidad en e-Learning se refiere a la creación de experiencias educativas que se ajustan según diversas condiciones (características personales, enfoque pedagógico, interacciones del usuario, resultado del aprendizaje) durante un cierto período de tiempo para mejorar los indicadores de rendimiento (eficiencia de aprendizaje: resultados, tiempo, costos, satisfacción del usuario). La definición funcional se refiere en primer lugar a las principales características

proporcionadas por el sistema. Un sistema adaptativo debe ser capaz de gestionar rutas de aprendizaje adaptadas a cada usuario, supervisar las actividades de los usuarios, interpretarlas utilizando modelos específicos, inferir las necesidades y preferencias de los usuarios y explotar el conocimiento del usuario y el dominio para facilitar dinámicamente el proceso de aprendizaje [47].

2.1.3. Objetos de aprendizaje

Una de las cosas esenciales de los cursos de sistemas de hipermedia adaptativa son los recursos educativos; estos se llaman Objetos de Aprendizaje (OA) y son una colección de uno o más datos, definidos como una representación electrónica de texto, imágenes, evaluaciones o cualquier formato que pueda representar un cliente web.

Sus características son las siguientes:

Reutilizables: sirven de base para la creación de otros cursos y otros recursos educativos.

Deben ser duraderos: independientemente de las actualizaciones realizadas, deben continuar trabajando.

Portátiles: se mueven y se almacenan en varias plataformas, y sus contenidos no cambian.

Interoperables: se pueden usar en diferentes plataformas de software y hardware.

Accesibles: con ubicación eficiente y recuperación utilizando metadatos.

Otras características de los OA son que permiten explorar el curso solo en temas específicos si es necesario, solo usan las actividades necesarias, están disponibles en todo momento y permiten la creación de cursos adaptados a organizaciones o individuos [48].

Un aspecto importante es considerar a un LMS como un sistema administrador de OA por lo que debe contener con módulos para que en cualquier curso creado se puedan utilizar estos OA. Por lo que se deben crear repositorios de OA locales o integración con repositorios remotos. Figura 2.1.

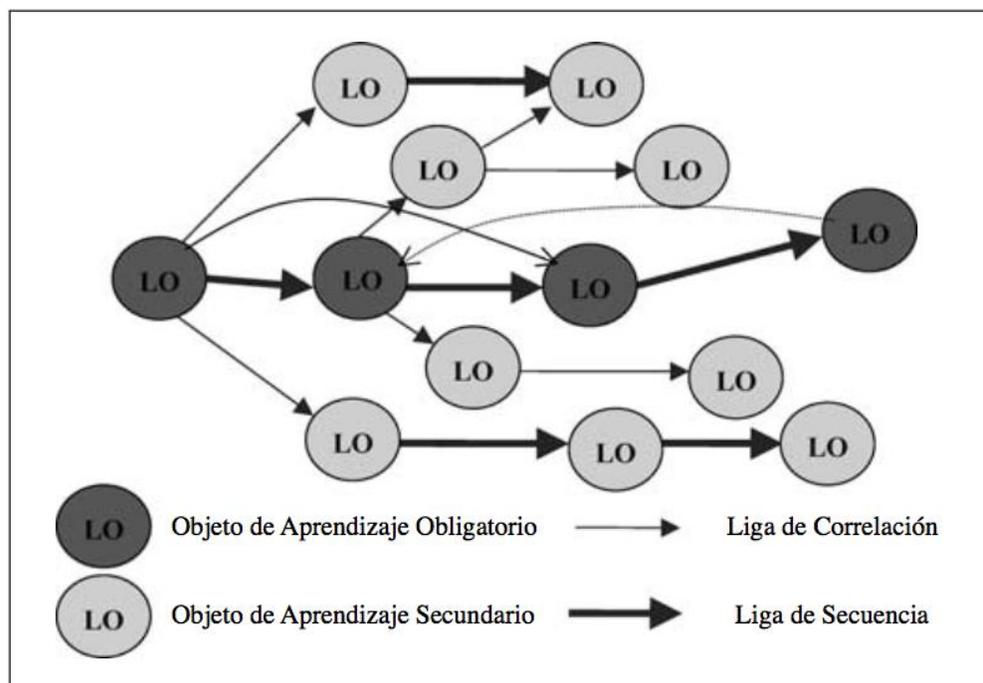


Figura 2.1 La Learning Web de Atif y colaboradores[49]

2.1.4. Secuenciado simple

Para la representación de metadatos se definen varios estándares de OA, siendo la especificación de secuenciación simple la más utilizada, este modelo propuesto es una extensión de la especificación de secuencia simple [50–52] una de sus características es que los componentes principales de este estándar son el aprendizaje, las actividades y el árbol de actividades que se muestran en la figura 2.2, la actividad de aprendizaje es una unidad pedagógicamente neutral de instrucción, conocimiento y evaluación, estas actividades pueden ser sub actividades anidadas y están organizadas en una estructura tipo árbol llamada árbol de actividades, dependiendo de la aplicación puede utilizar etiquetas conceptuales a las actividades de aprendizaje.

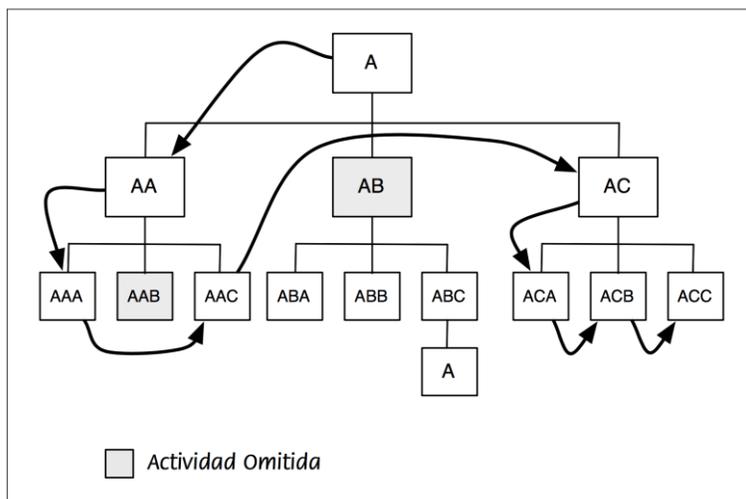


Figura 2.2 Árbol de actividades con reglas de navegación

Hay una jerarquía de contenedores en el árbol; dependiendo de la aplicación, puede aplicar etiquetas conceptuales en el árbol, los nodos hoja están relacionados con recursos de actividades (el equivalente a Objetos de aprendizaje). Las ventajas de estas

estructuras son que usan el modelo de organización de carpetas o directorios, debido a esto la mayoría de los usuarios encuentran este ordenamiento natural.

Los estudiantes navegan por el árbol de actividades y reciben actividades una a la vez según su estilo de aprendizaje. Para definir una secuencia en la que los estudiantes revisan el material, la ruta del árbol está en pre orden. Sin embargo, este orden se modifica por la asociación de reglas de secuencia a los nodos.

Las reglas están asociadas con el nodo padre y tienen alcance solo para los nodos que pertenecen al clúster. Un ejemplo de las rutas de navegación que se puede ver en la figura 2.2 donde los nodos etiquetados AAB y AB se omiten como un efecto de las reglas asociadas con estos mismos nodos, cuando un nodo padre se ignora los nodos que contiene también.

Las reglas pueden tomar en cuenta el rendimiento que un usuario tuvo a través de las actividades que realizó, de esta manera puede limitar el acceso a recursos específicos. De acuerdo con la especificación, el sistema implementado debe tener un seguimiento de la interacción de los usuarios con los recursos; las reglas consideran esta información y con esto, las rutas de navegación pueden ser definidas.

2.2. *Sistemas de Inferencia Difusos*

Los sistemas de inferencia difusos (FIS por sus siglas en ingles) también llamados Modelos Difusos son sistemas basados en reglas difusas, los cuales tienen como objetivo modelar relaciones de entrada y salida. Babuska [53] describe a los FIS como “funciones matemáticas flexibles, las cuales pueden aproximarse a otras funciones o a valores con la precisión deseada”.

Los FIS definen relaciones entre variables de entrada y de salida. Las variables de entrada son definidas en el antecedente de las reglas y las variables de salida en el consecuente. Estos sistemas se utilizan principalmente en sistemas de control y se componen de cinco módulos, ver Figura 2.3:

1. **Base de Reglas.** El conjunto de reglas difusas.
2. **Base de Datos.** Donde se definen las funciones de membresía.
3. **Máquina de Inferencia Difusa.** Este módulo ejecuta las operaciones de inferencia difusa.
4. **Fusificador.** Este módulo transforma las entradas del sistema (valores numéricos) en valores lingüísticos.
5. **Defusificador.** Transforma los resultados difusos a valores numéricos.

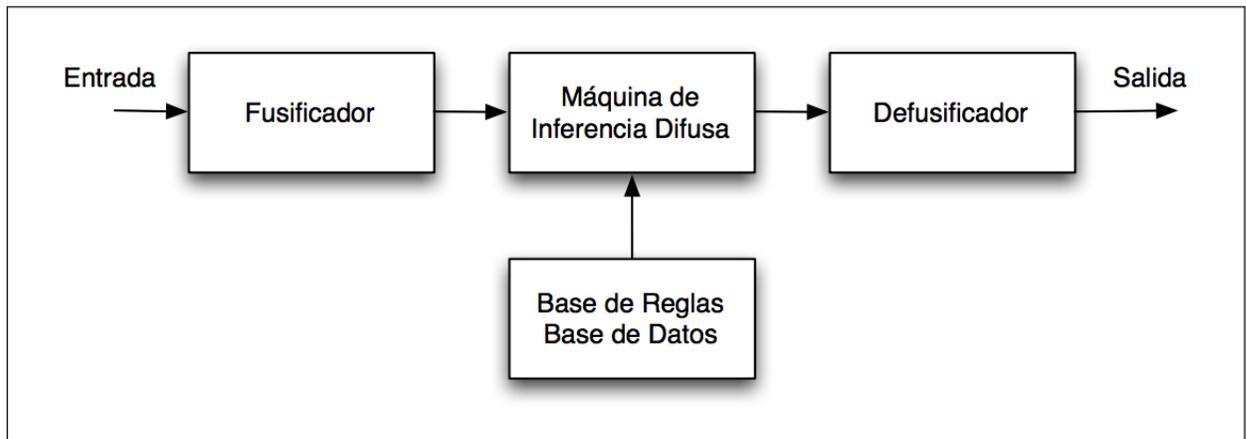


Figura 2.3 Componentes Principales de un Sistema de Inferencia Difuso

Por lo regular se le llama Base de Conocimiento al conjunto de Base de Reglas y Base de Datos.

A continuación, se describen el sistema de inferencia difuso utilizado para el desarrollo de la plataforma web:

Mamdani. La salida es calculada aplicando el operador min-max a la salida difusa, cada una igual al mínimo grado de soporte y la función de membresía de la regla. Se han propuesto diferentes esquemas para elegir una salida nítida basada en la salida difusa; estas incluyen al método del centroide, bisección de área, promedio máximo y criterio máximo.

Los FIS se han utilizado de manera exitosa en sistemas de control industriales no lineales con grandes cantidades de variables de entrada como se mencionó anteriormente. Una de las ventajas de estos sistemas es que requieren de información

precisa para trabajar. Los controladores difusos son un tipo de sistema de producción dinámico, con una relación de entrada y salida. La diferencia de un FIS y un sistema de producción es que un FIS no necesita muchos ciclos de activación de las reglas debido a que las reglas se pueden disparar en paralelo [54]. En este trabajo se muestra una plataforma que utiliza variables difusas y una máquina de inferencia difusa correspondiente.

2.2.1. Lógica difusa en el sistema de recomendación

La lógica difusa [55,56] ofrece una gran cantidad de métodos para analizar incertidumbre en los datos. Es de gran utilidad para el manejo de datos con información imprecisa y las preferencias progresivas del usuario [57]. En el transcurso del tiempo, se ha estudiado el uso de la lógica difusa en diversas áreas. En esta sección, se presenta un análisis del crecimiento de los sistemas de recomendación utilizando lógica difusa.

En el área de informática, los usos de la lógica difusa se han estudiado en diversas áreas, por ejemplo, recomendaciones automáticas de grupo [58], recomendaciones basadas en el conocimiento [59], gestión de proyectos de software [60], E-learning [61], filtrado colaborativo multi-criterio [62], modelo de confianza [63] entre otros. El crecimiento de estas áreas ha utilizado varias metodologías para diseñar un sistema de recomendación centrado en aplicaciones.

2.2.2. *Sistemas de Producción Tradicionales*

Los sistemas de producción representan el conocimiento por medio de reglas IF-THEN, que especifican en los consecuentes que acciones se realizarán cuando se cumplan las condiciones, también se les conoce como sistemas basados en reglas. La gran mayoría de las implementaciones cuentan con los siguientes componentes:

Reglas de producción. Un conjunto de reglas de producción (también conocidas como reglas IF-THEN) que cuentan con una estructura de dos partes; los antecedentes conformados por un conjunto de condiciones y el consecuente que es un conjunto de acciones.

Memoria de trabajo. Representa el conocimiento actual o los hechos que se saben son ciertos hasta ese momento. Estos hechos se evalúan por las condiciones del antecedente de las reglas y las acciones de los consecuentes que modifican sus estados.

Máquina de inferencia. Es un intérprete que empata las variables de las condiciones de las reglas de producción con los datos o instancias de variables que se localizan en la memoria de trabajo, generando nuevas consecuencias.

Este proyecto utiliza una máquina FIS de tipo Mamdani que implementa reglas de inferencia difusa en las reglas del secuenciado [64].

2.3 Estilos de aprendizaje

La definición de estilos de aprendizaje se refiere a cómo las personas pueden aprender. Para Dunn y G. Price [65], los estilos de aprendizaje reflejan "la forma en que un estímulo básico afecta la capacidad de una persona para absorber y retener información". Los estilos de aprendizaje se usan en psicología y educación para referirse a las diferentes formas en que las personas resuelven los problemas o, en otras palabras, cómo responden a estímulos o a la información. En el área de la educación se puede definir como la forma en que los estudiantes interactúan en las clases o entornos de aprendizaje.

En el modelo educativo tradicional de la universidad, el maestro imparte su clase al grupo basándose en sus experiencias; sin embargo, se enseña según el estilo del maestro ignorando las diferencias individuales de los estudiantes como su estilo de aprendizaje, causando en muchas ocasiones falta de comprensión a los ejercicios de clase, por lo que pueden experimentar síntomas como frustración, desesperación y, a menudo, no aprueban asignaturas e incluso algunos abandonan la escuela.

2.3.1. Integración de estilos de aprendizaje en un sistema de hipermedia adaptativo

Existen varios modelos de estilos de aprendizaje tales como el sistema de representación (Modelo de PNL), el de procesamiento de información (Honey y Mumford), el índice de estilos de aprendizaje (Felder y Soloman) y el de preferencias de

pensamiento (Ned Herman). Dentro de estos modelos existen varios cuestionarios como [66–71].

2.3.2. Cuestionario de índice de estilos de aprendizaje

Algunos modelos se utilizan más en áreas que dependen del campo de conocimiento y los estilos de aprendizaje descritos, en el área de ingeniería el que tiene mayor aceptación es el cuestionario Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder y Soloman, el resultado es según cuatro estilos de aprendizaje (Activo-Reflexivo, Sensitivo-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global) explicado a continuación [68].

2.3.2.1. Aprendices activos y reflexivos

Los estudiantes activos tienden a retener y comprender mejor la información haciendo algo activo con ella, discutiéndola, aplicándola o explicándola a otros. Los estudiantes reflexivos prefieren pensar en silencio primero.

"Probémoslo y veamos cómo funciona" es una frase activa para el alumno; "Pensemos primero" es la respuesta reflexiva del alumno.

Los estudiantes activos tienden a preferir el trabajo grupal más que los estudiantes reflexivos, que prefieren trabajar solos.

Sentarse en todas las clases sin llegar a hacer nada físico, solo tomar notas es una actividad difícil para ambos tipos de aprendizaje, pero particularmente difícil para los estudiantes activos.

2.3.2.2. Aprendices Sensitivos e Intuitivos

A los aprendices sensitivos les gusta aprender cosas, los aprendices intuitivos a menudo prefieren descubrir posibilidades y relaciones.

A los sensitivos a menudo les gusta resolver problemas con métodos bien establecidos y no les gustan las complicaciones y las sorpresas; a los intuitivos les gusta la innovación y no les agrada la repetición. Los sensitivos son más propensos que los intuitivos a molestarse por haber sido evaluados con material que no ha sido explícitamente cubierto en clase.

Los sensitivos tienden a ser pacientes con detalles, buenos para memorizar hechos y realizar trabajos prácticos (de laboratorio); los intuitivos pueden comprender mejor los nuevos conceptos y suelen ser más cómodos que los sensitivos con abstracciones y formulaciones matemáticas.

Los sensitivos tienden a ser más prácticos y cuidadosos que los intuitivos; los intuitivos tienden a trabajar más rápido y a ser más innovadores que los sensitivos.

A los sensitivos no les gustan los cursos que aparentemente no tienen conexión con el mundo real; a los intuitivos no les gustan los cursos que implican mucha memorización y cálculos de rutina.

2.3.2.3. Aprendices Visuales y Verbales

Los alumnos visuales recuerdan mejor lo que ven: imágenes, diagramas, diagramas de flujo, líneas de tiempo, películas y demostraciones. Los aprendices verbales obtienen más de las palabras: explicaciones escritas y habladas. Todos aprenden más cuando la información se presenta tanto visual como verbalmente.

2.3.2.4. Aprendices secuenciales y globales

Los aprendices secuenciales tienden a entender las cosas en pasos lineales, con cada paso seguido lógicamente al anterior. Los estudiantes globales tienden a aprender en grandes saltos, absorbiendo material de forma casi aleatoria sin ver conexiones, y de repente "entendiéndolo".

2.3.3. Trabajos relacionados

Los sistemas de hipermedia adaptativa fueron desarrollados para apoyar los estilos de aprendizaje en su adaptación, algunos son:

IDEAL: Entorno Distribuido Inteligente para Aprendizaje Activo (IDEAL, por sus siglas en inglés) [72] es un Sistema Inteligente Adaptativo asistido por agentes para apoyar el aprendizaje. El material de aprendizaje se adapta según el conocimiento previo, los

estilos de aprendizaje, el idioma y la accesibilidad [72]. Este sistema proporciona características de navegación y adaptación de contenido. Los estudiantes pueden volver a hacer el cuestionario o decidir si los resultados se usarán para todos los cursos.

LSAS: Sistema Adaptativo de Estilo de Aprendizaje (LSAS, por sus siglas en inglés) [26] utiliza el cuestionario [68]. La adaptación proporcionada es por dos interfaces diferentes, una para estudiantes secuenciales y otra para estudiantes globales. Estos elementos dan a los estudiantes una visión general de la materia y les permiten navegar libremente en el curso.

iWeaver: su arquitectura [73] se basa en el modelo de estilos de aprendizaje de Dunn y Dunn, incorpora varios aspectos de este modelo y su propósito es lograr un equilibrio entre la carga cognitiva del alumno, una opción de navegación accesible y el contenido de aprendizaje. Cuando los estudiantes usan el sistema por primera vez, necesitan hacer el "Inventario de Excelencia de Construcción" [74] para evaluar su estilo de aprendizaje de acuerdo con el modelo de Dunn y Dunn. Después de cada unidad, el alumno brinda comentarios sobre la efectividad, el progreso y la satisfacción del material de aprendizaje.

INSPIRE: Sistema Inteligente de Instrucción Personalizada en un Ambiente Remoto (INSPIRE, por sus siglas en inglés) [36] deja a los estudiantes seleccionar su objetivo de aprendizaje y como consecuencia genera lecciones que corresponden a los resultados de aprendizaje específicos; acomoda el nivel de conocimiento, progreso y estilo de aprendizaje del estudiante. La adaptación proporcionada se refiere a la secuenciación

curricular, el apoyo para la navegación, la presentación y la secuencia de currículo; la navegación adaptativa se realiza en función de los objetivos de los estudiantes. El cuestionario desarrollado por [75] se aplica y se completa la primera vez que comienzan una sesión.

AHA!: Hipermedia adaptativa para todos (AHA!, por sus siglas en inglés) [76,77] permite a los autores decidir sobre el modelo de estilos de aprendizaje que desean implementar en el curso. Desarrollaron una herramienta para autores [78], así como un lenguaje genérico de adaptación para estilos de aprendizaje llamado LAG-XLS [79]. Este sistema permite tres tipos de comportamiento de adaptación: selección de elementos para presentar, ordenar información y crear diferentes rutas de navegación. AHA! no proporciona un cuestionario para identificar estilos de aprendizaje. En cambio, el usuario debe registrarse y elegir manualmente su estilo de aprendizaje.

2.4. Programación de computadoras como un dominio bien definido para estudiantes principiantes de universidad

Las habilidades de programación han sido difíciles de aprender para los estudiantes en niveles de principiante [80–82]. Las dificultades, así como los problemas experimentados en estos temas hacen que el uso de diferentes técnicas y métodos necesarios y vitales [81,82]

Algunos autores [83,84] han clasificado los dominios según sus características, y aunque no hay consenso, se puede hablar de áreas y niveles de dificultad bien definidos

y mal definidos, como dominios de resolución de problemas, dominios analíticos no verificables y dominios de diseño [85]. Aunque, se debe tomar en cuenta que a menudo el límite entre los dominios bien y mal definidos es difuso [86].

Para los dominios bien definidos, se han desarrollado con éxito dos métodos fundamentales [87], clasificados por algunos autores como modelos cognitivos [88]: modelos basados en reglas [89,90] y modelos basados en restricciones [90,91]. Sin embargo, para los dominios mal definidos, a pesar del interés que representa su estudio, no se han encontrado métodos generales [92].

Debido a sus características, el dominio de programación es mal definido [93], incluso para los programas simples hay múltiples rutas correctas de solución y muchos posibles errores que los estudiantes pueden cometer [94].

En los últimos años, Java se ha utilizado en muchas universidades; este lenguaje de programación es uno de los más populares para enseñar programación orientada a objetos, de acuerdo con uno de los enfoques propuestos por varios autores "Primero imperativo, luego orientado a objetos" [95–98] u "Orientación a objetos desde el principio" [99–103].

El sistema debe mantener una representación correcta de la información y ser capaz de razonar sobre el conocimiento del dominio que se enseña para crear comentarios.

Las técnicas y estructuras utilizadas para este fin forman una entidad conceptual conocida como modelo de dominio o modelo experto.

2.4.1. El lenguaje de programación Java

El lenguaje de programación Java ha sido muy bien recibido por la comunidad mundial de desarrolladores de software y proveedores de contenido de Internet. Los usuarios de Internet y de la World Wide Web se benefician del acceso a seguridad, así como aplicaciones independientes de la plataforma que pueden venir de cualquier lugar en Internet. Desarrolladores de software que crean aplicaciones en beneficio del lenguaje de programación Java desarrollando código solo una vez, sin necesidad de "portar" sus aplicaciones a cada plataforma de software y hardware.

Para muchos, el idioma se conocía primero como una herramienta para crear applets para la World Wide Web. Un applet es una mini aplicación que se ejecuta dentro de una página web.

El lenguaje de programación Java es realmente valioso para entornos de red distribuidos como la web. Sin embargo, va más allá de este dominio para proporcionar un poderoso lenguaje de programación de propósito general adecuado para la construcción de una variedad de aplicaciones que no dependen de las características de la red o las requieren para diferentes razones. La capacidad de ejecutar código descargado en hosts remotos de una manera segura es un requisito crítico para muchas organizaciones.

Otros grupos lo utilizan como un lenguaje de programación de propósito general para proyectos en los que la independencia de la máquina es menos importante; la facilidad de programación y las características de seguridad lo ayudan a producir código de trabajo rápidamente. Algunos errores comunes de programación nunca ocurren debido a características como la recolección de basura y las referencias de tipo seguro.

El soporte para multiprocesamiento satisface las aplicaciones basadas en la interfaz gráfica de usuario basadas en la red y modernas que deben atender a múltiples tareas simultáneamente, y los mecanismos de manejo de excepciones facilitan la tarea de

lidar con las condiciones de error. Si bien las herramientas integradas son potentes, es un lenguaje simple en el que los programadores pueden convertirse rápidamente en competentes.

2.4.2. Plataformas educativas de programación

Algunos sistemas de e-aprendizaje que enseñan el lenguaje de programación Java se describen a continuación:

Coursera es una plataforma de educación gratuita que ofrece cursos en línea iniciada por dos profesores de la Universidad de Stanford, Daphne Koller y Andrew NG. Coursera trabaja con universidades y organizaciones para proporcionar cursos en línea, especializaciones y títulos en una variedad de temas, como ingeniería, humanidades, medicina, biología, ciencias sociales, matemáticas, negocios, informática, mercadotecnia

digital, ciencia de datos y otros. Coursera tiene más de 28 millones de usuarios registrados y más de 2000 cursos. Cuenta con varios cursos de programación en Java, algunos tienen una tarifa, y algunos son gratuitos, los materiales de aprendizaje son videos, lecturas, tiene pruebas de opción múltiple y ejercicios abiertos.

Edx es un gran proveedor abierto de cursos en línea de la Universidad de Harvard y el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT por sus siglas en ingles). Es sede de cursos en línea de nivel universitario en una amplia variedad de disciplinas para estudiantes de todo el mundo. Tiene un certificado con un cargo o una opción gratuita que tiene varios cursos para la programación en Java; tienen materiales de aprendizaje como videos, conferencias e imágenes; tiene pruebas de opción múltiple y ejercicios abiertos.

Udacity es una organización educativa con fines de lucro fundada por Sebastian Thrun junto con David Stevens y Mike Sokolsky ofreciendo cursos masivos abiertos en línea (MOOC por sus siglas en ingles). Hay 197 cursos en áreas como desarrollo de software, ciencia de datos y cursos de negocios, con respecto al material de aprendizaje tiene videos, imágenes y lecturas, cuenta con evaluaciones de opción múltiple, preguntas abiertas, y tiene una sección de prueba en la que pueden hacer programas en Java, el programa te permite codificar, muestra errores de sintaxis y te da retroalimentación sobre el resultado esperado.

Codecademy es una plataforma interactiva en línea que ofrece 16 cursos de programación gratuitos, en 7 idiomas diferentes, tiene temas como desarrollo web, programación, ciencia de datos, asociaciones y diseño, hay cursos para aprender Java, algunas lecciones son gratuitas y también tiene una versión profesional donde se debe pagar una tarifa, el curso para aprender java se llama principios de programación, cuenta con lecturas en las que se explican algunos términos como declaraciones de variables e impresión. En la misma página hay instrucciones que el estudiante debe codificar y tiene dos tipos de comentarios: de errores al ejecutar instrucciones y de errores de sintaxis.

La plataforma protoboard, fue desarrollada en el Instituto de Tecnología de Tijuana [31] para apoyar a profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias de desarrollo de software, con protoboard los estudiantes pueden hacer programas en diferentes lenguajes de programación como python, java, javascript entre otros, cuenta con el curso de programación en java para principiantes, que utiliza funciones similares a las plataformas mencionadas anteriormente y además incluye un modelo basado en reglas difusas y utiliza restricciones de programación, de este modo define el modelo de programación para que los principiantes puedan aprender aspectos fundamentales para comenzar a programar, como sintaxis, semántica y buenas prácticas de programación, también en este sistema obtenemos la información de interacción de todos los estudiantes entre otras cosas.

La tabla 2.1 muestra una tabla comparativa de las plataformas mencionadas anteriormente que incluye protoboard; esta tabla muestra una comparación basada en

características consideradas para hacer de la programación de computadoras un dominio bien definido para el curso de programación en Java para principiantes.

Algunas de las características consideradas son:

- Interfaz gráfica para interactuar con la herramienta
- Objetos de aprendizaje multimedia (videos, texto e imágenes)
- Evaluaciones
- Retroalimentación
- Herramienta de programación integrada
- Modelo basado en reglas
- Modelo basado en restricciones

Tabla 2.1 Comparativo de las herramientas de programación

Herramienta de programación	Interfaz gráfica	Objetos multimedia	Evaluaciones	Retroalimentación	Herramienta de programación integrada	Modelo basado en reglas	Modelo basado en restricciones
Coursera	Si	Si	Si	Si	No	No	No
Edx	Si	Si	Si	Si	No	No	No
Udacity	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
Codecademy	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
Protoboard	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

2.5. Teoría unificada de aceptación y uso de tecnología

La Teoría Unificada de aceptación y uso de tecnología (UTAUT por sus siglas en Inglés) fue publicada en septiembre de 2003 por investigadores [104] en el área de aceptación de tecnología, basado en similitudes empíricas y conceptuales de los modelos: Teoría de la acción razonada (TRA) [105,106], Modelo de aceptación de tecnología (TAM) [107], Modelo de motivación (MM) [108–110], Teoría del comportamiento planificado (TPB) [111], Modelo combinado (TAM / TPB) [112], Modelo de utilización de computadora (MPCU) [112], Teoría de difusión de la innovación (IDT) [113,114], y la Teoría Cognitiva Social (SCT) [115,116].

La UTAUT teoriza cuatro variables que juegan un papel importante como determinantes directos y significativos de la aceptación del usuario y el comportamiento de uso: expectativas del rendimiento, expectativas del esfuerzo, influencia social y condiciones de facilidad. La intención del comportamiento es la disposición mostrada por el usuario al utilizar el sistema en el futuro, las condiciones de facilitación influyen directamente en el comportamiento de uso, que se refiere al uso efectivo del sistema. Como moderadores de esas variantes tenemos, género, edad, experiencia y voluntad de uso como podemos ver en la Figura 2.4, presentada por Venkatesh [104].

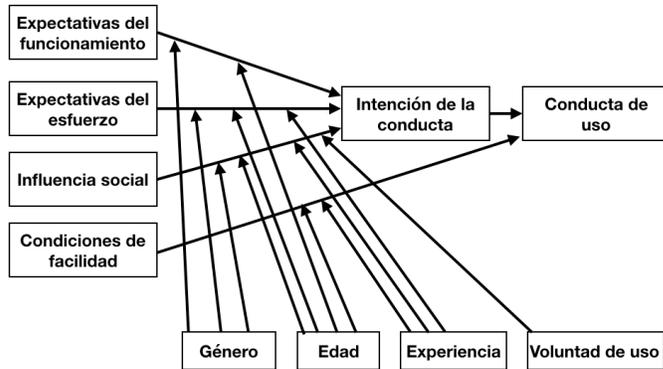


Figura 2.4 Diagrama del modelo UTAUT

Las cuatro variables principales se explican a continuación:

2.5.1. Expectativa del rendimiento

La expectativa del rendimiento se define como el grado en que el usuario cree que el uso de un sistema particular mejorará su rendimiento. Esta variable, independientemente de un uso voluntario u obligatorio del sistema, es el determinante más importante para la predicción de la intención conductual. La relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso está moderada por género y edad [104].

2.5.2. Expectativas del esfuerzo

Expectativa del esfuerzo se refiere a cuán fácil es el uso de un determinado sistema, tal como lo percibe el usuario. Es una variable significativa, tanto dentro del uso voluntario como obligatorio de un sistema. La expectativa de esfuerzo está moderada por *género*, *edad* y *experiencia* en la variable de intención de uso [104].

2.5.3. Influencia social

La influencia social se define como el grado en que un usuario percibe la importancia de que otras personas utilicen el sistema. Esta variable se basa en la suposición de que el comportamiento individual está influenciado por la forma en que un usuario cree que otras personas lo mirarán según haya utilizado o no la tecnología. Los moderadores de influencia social son: *experiencia, género y edad* [104].

2.5.4. Condiciones de facilidad

Las condiciones de facilidad se definen como el grado en que un usuario cree que existe una infraestructura organizacional y técnica para respaldar el sistema. Las condiciones facilitadoras tienen una influencia directa en el uso del sistema y están moderadas por experiencia y edad [104].

CAPÍTULO 3

ARQUITECTURA PROPUESTA

3. ARQUITECTURA PROPUESTA

Esta sección presenta un sistema de hipermedia adaptativa educativa [1], en el cual los estudiantes deben completar un par de actividades de aprendizaje previamente especificadas por el instructor.

La plataforma educativa es un sistema recomendador en el que el instructor puede personalizar la secuencia en la que tomarán los cursos cada uno de los estudiantes especificando que objeto de aprendizaje se les desplegarán mediante un modelo de secuenciación de reglas basadas en la especificación de secuenciado simple [50]. En este sistema el instructor puede especificar reglas de navegación para que, dependiendo de los resultados de interacción con el material, se desplieguen objetos de aprendizaje determinados a los alumnos.

El objetivo principal de este sistema es ayudar a los usuarios con la sobre carga de información que pudiera presentar un curso determinado [117], que sea fácil de utilizar, realicen buenas prácticas de programación y que exista adaptación dependiendo de su

estilo de aprendizaje, evitando de esta forma la frustración que pudiera ocasionar a los alumnos no saber navegar ante demasiada información o no saber qué temas estudiar, entre otras cosas.

Para las recomendaciones se utiliza el enfoque de filtrado colaborativo[118], este método es implementado para hacer predicciones automáticas de los intereses de un usuario por medio de la recopilación de información sobre los gustos de muchos usuarios y a su vez las preferencias que tuvo en el pasado. También utiliza un enfoque basado en el contenido en el que los elementos que se recomiendan a los alumnos son los mismos que se recomendaron a alumnos con preferencias similares basados en su comportamiento.

En este sistema de hipermedia adaptativa educativa, el usuario debe completar ciertas actividades de aprendizaje especificadas por el profesor. Estas actividades de aprendizaje pueden tener un valor de recomendación basado en el perfil del estudiante, este sistema cuenta con información del estudiante como el estilo de aprendizaje, el cual se obtiene al aplicarle el índice de estilos de aprendizaje[68,119] la primera vez que ingresa al sistema [1].

Las actividades de aprendizaje creadas pueden tener información sobre el rendimiento del alumno y los estilos de aprendizaje para recomendar un valor basado en su perfil. Los instructores especifican sus recomendaciones utilizando un sistema de

inferencia difusa de tipo Mamdani con reglas que tienen valores de recomendación difusos como sus consecuentes:

IF visual IS strong AND verbal IS mild THEN recommended IS low

IF visual IS mild AND verbal IS strong THEN recommended IS high

Las reglas de inferencia difusa se basan en los estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, sensitivo, intuitivo, visual, verbal, secuencial y global) de las actividades de aprendizaje, y el sistema puede hacer recomendaciones de acuerdo al conocimiento de los alumnos a través de estas reglas.

Las actividades de aprendizaje cuentan con objetos de aprendizaje, es decir recursos multimedia (video, texto o audio), por ejemplo, un objeto de aprendizaje presentado en formato de texto tiene un valor de recomendación más alto para los estudiantes con un estilo de aprendizaje verbal fuerte. Una forma de agregar comportamiento adaptativo al sistema es cambiar los parámetros de las funciones de membresía en respuesta a los comentarios de los estudiantes.

Hay tres predicciones de calificaciones: una considera el sistema basado en reglas del instructor, otra que considera la similitud de los estudiantes con respecto a sus estilos de aprendizaje y finalmente una que considera la correlación entre las calificaciones de los estudiantes.

El sistema utiliza un algoritmo basado en memoria [64] para el filtrado colaborativo. El objetivo de estos algoritmos es predecir el voto (calificación) que un usuario activo en particular va a dar a los objetos de aprendizaje, sobre la base de una muestra o población de la votación de otros usuarios para que la información que proporciona la interfaz sea de acuerdo a sus gustos y preferencias.

Cada estudiante tiene la oportunidad de calificar cada actividad de aprendizaje que complete, dando una calificación del uno al cinco, estas calificaciones también son consideradas por los algoritmos de filtrado colaborativo.

En este algoritmo, se consideran los estilos de aprendizaje para las recomendaciones, estos se determinan mediante un cuestionario al iniciar sesión por primera vez; el cuestionario que resuelven es el índice de estilos de aprendizaje de Felder-Soloman para estudiante de ingeniería.

El algoritmo de recomendación considera tres casos individuales:

Un nuevo estudiante agregado. Para ser precisos, el algoritmo de filtrado colaborativo necesita conocer las preferencias previas de los estudiantes, basado en los valores de la matriz de clasificación. Cuando se agrega un nuevo usuario al sistema o no se han realizado cierta cantidad de clasificaciones, no hay datos suficientes para brindar recomendaciones precisas. Si un estudiante es nuevo en el sistema, el instructor proporciona un valor basado en estudiantes con un estilo de aprendizaje o nivel de experiencia similar.

Una nueva actividad de aprendizaje agregada. Cada actividad de aprendizaje tiene metadatos estándar [120] que indican, entre otras cosas: público objetivo, estilos de aprendizaje, niveles de dificultad, formatos, autores y versiones. Esta información se puede usar para hacer recomendaciones basadas en el contenido cuando se agrega una nueva actividad de aprendizaje al sistema; además, toma en cuenta las sugerencias del instructor.

La arquitectura utiliza el paradigma orientado a objetos, con atributos definidos y difusos. Sus componentes son el modelo de dominio, el modelo de requisitos previos, el modelo de secuencia, el modelo de contexto, objetos de aprendizaje y recursos básicos.

El modelo de contexto se compone del modelo de alumno, sesión, área de trabajo y grupo. Representa el entorno que rodea al alumno y las entidades de interacción (además del contenido de los objetos de aprendizaje): sus socios, el espacio de trabajo y los dispositivos de soporte tecnológico.

El modelo del usuario contiene información del usuario recopilada por el sistema, en el caso de los estudiantes, incluye factores psicológicos que pueden considerarse para hacer la personalización como estilo cognitivo, controles y estilos de aprendizaje. Coffield [54] informa algunas de las principales objeciones que tenemos sobre la estimación del estilo de aprendizaje en particular:

- Medidas de las preferencias de aprendizaje basadas en las opiniones subjetivas que los estudiantes hacen sobre sí mismos.

- Los ítems del cuestionario generalmente son ambiguos, no consideran el contexto o las culturas donde puede tener otro significado.

- El estilo de aprendizaje es solo uno de los factores que pueden influir en el aprendizaje, pero no es necesariamente el más importante.

En el modelo grupal, algunas técnicas como instrucción diferenciada o aprendizaje colaborativo sugieren la creación de grupos de usuarios de forma flexible para la instrucción.

En el espacio de trabajo, la información grabada se refiere a un entorno físico en el que el alumno está trabajando.

El modelo del dominio elaborado por un grupo de instructores o basado en alguna ontología, una de las desventajas de este tipo de modelos es la subjetividad de la semántica de los conceptos; lo que se conoce como el problema de "símbolos de aterrizaje".

El modelo de requisitos previos, se modela como un grafo acíclico dirigido dentro de la línea de tiempo; donde los nodos circulares representan cursos o actividades de

aprendizaje. Los nodos son componentes internos de los árboles de actividades; puede haber nodos no conectados al grafo, en este caso, el orden es especificado por su posición en la línea de tiempo.

El modelo de secuenciado usa especificaciones simples de secuenciación; las actividades de aprendizaje tienen propiedades y estados difusos.

3.1. Arquitectura del sistema

La figura 3.1 muestra la arquitectura del sistema, la primera vez que el usuario inicia sesión, la interfaz de aprendizaje despliega un cuestionario de estilos de aprendizaje, al finalizarlo, los resultados se almacenan en la base de datos de perfiles de usuarios, el árbol de actividades usa información del perfil, también usa comentarios y datos de interacción con actividades de aprendizaje para hacer recomendaciones. El maestro crea cursos y objetos de aprendizaje basados en los datos recopilados.

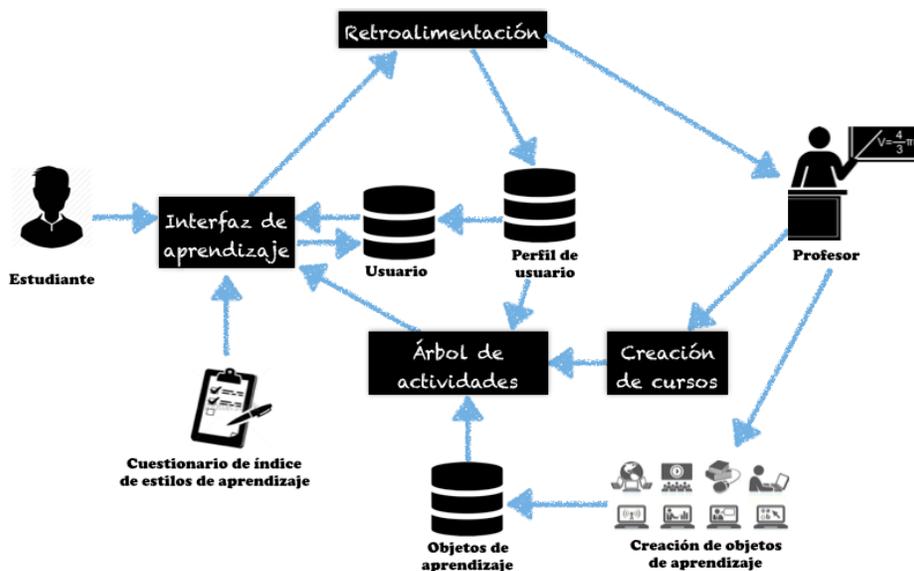


Figura 3.1 Arquitectura del sistema

3.2. Modelado del usuario

Cuando un usuario inicia sesión, el sistema lee información de su perfil y hace una recomendación de objetos de aprendizaje basado en su perfil de estilos de aprendizaje. Posteriormente, los datos de interacción y los resultados obtenidos se almacenan en el historial de objetos de aprendizaje, por último, se realizan recomendaciones a los estudiantes con un estilo de aprendizaje similar de acuerdo al historial. Como se muestra en la Figura 3.2.

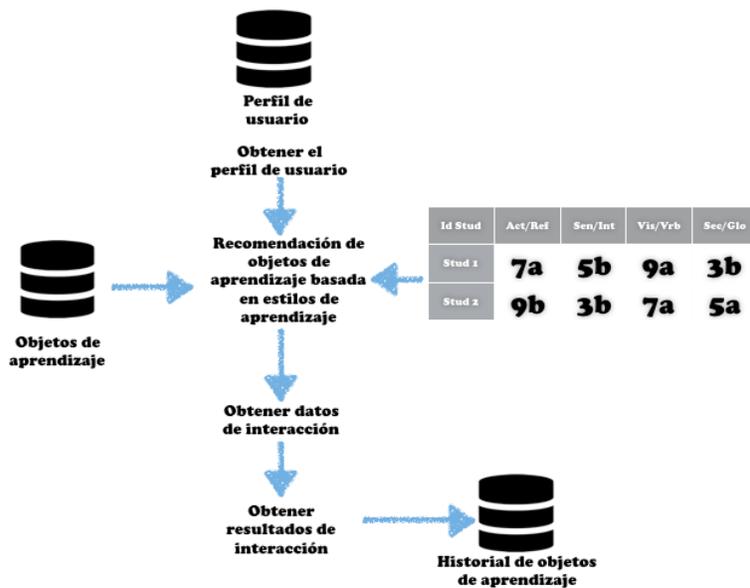


Figura 3.2. Diagrama de modelado del usuario

3.3 Recomendación de actividades de aprendizaje

Para hacer la retroalimentación, el sistema lee el historial de objetos de aprendizaje y el perfil del usuario. Finalmente, como resultado obtiene objetos de aprendizaje basados en la interacción del usuario con los ejercicios y en su estilo de aprendizaje para hacer recomendaciones. Figura 3.3.

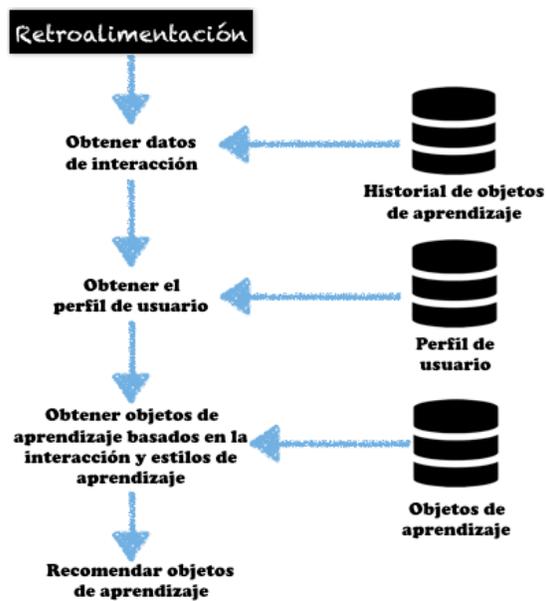


Figura 3.3 Retroalimentación y recomendación de actividades de aprendizaje

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN

4. IMPLEMENTACIÓN

Esta sección muestra las interfaces de la aplicación desarrollada, en la primera sección se muestran las pantallas con la que interactúan los alumnos y en la segunda sección se muestran las interfaces que utilizan los profesores para la elaboración de material de aprendizaje.

4.1. Interfaces del sistema

En esta sección, se muestran las interfaces para elaborar los cursos, así como las que el usuario debe navegar para estudiar la materia de programación.

4.1.1. Pantalla de bienvenida

En la figura 4.1 se muestra la página de inicio, si es la primera vez que entra al sistema puede iniciar sesión con su cuenta de Facebook, Google+ o tiene la opción de crear su cuenta llenando un formulario, esto con el objetivo de obtener datos de interacción del alumno con el sistema.

código.uno[alpha] Cursos Biblioteca Estudiante Autor Cursos Cursos Salir

¡Bienvenido de Regreso!

Usuario

Contraseña

[¿Se te olvidó tu contraseña?](#)

Inicia Sesión

También puedes iniciar sesión con:

f Facebook

g+ Google+

Si aún no te haz registrado:

[Crea tu cuenta](#)

Crea una cuenta:

Nombre de usuario

Obligatorio. Longitud máxima 30 caracteres alfanuméricos (letras, dígitos y @/./+/-/_ solamente).

E-mail

Contraseña

Confirmación de contraseña

Para verificar, introduce la misma contraseña que introdujo arriba.

Enviar

Figura 4.1 Pantalla de bienvenida e inicio de sesión.

4.1.2. Cuestionario de estilos de aprendizaje

Después de iniciar sesión por primera vez, el usuario debe hacer el cuestionario del índice de estilos de aprendizaje de Felder y Soloman, el cuestionario cuenta con cuarenta y cuatro preguntas de opción múltiple donde puede responder una de las dos opciones según sea la situación con la que el alumno se sienta más identificado. Al finalizarlo, el sistema determina los valores para cada estilo de aprendizaje: activo / reflexivo, sensitivo / intuitivo, visual / verbal y secuencial / global. Figura 4.2.

Cuestionario del Índice de Estilos de Aprendizaje

Richard M. Felder

Barbara A. Soloman

North Carolina State University

Política de privacidad de privacidad:

Los datos de respuesta y el perfil de estilo de aprendizaje no se almacenan ni se envían a nadie que no sea usted. No se pueden recuperar una vez que haya enviado el formulario completado y recibido los resultados.

Indicaciones:

Por favor, indique su nombre y apellido, que se imprimirá en el informe de resultados que le será devuelto. (Tenga en cuenta la Política de Privacidad de arriba si le preocupa la confidencialidad). Sólo puede elegir una respuesta para cada pregunta y debe responder todas las preguntas antes de enviar el formulario. Si las dos respuestas a una pregunta parecen aplicarse a usted, elija la que se aplique con más frecuencia en todos sus cursos. Cuando haya seleccionado las respuestas a las 44 preguntas, haga clic en el botón "Enviar" al final del formulario.

1. Entiendo algo mejor después de que

- a) Lo pruebo
- b) Lo pienso

2. Prefiero ser considerado

- a) Realista
- b) Innovador

3. Cuando pienso en lo que hice ayer, es muy probable que piense en

- a) Una foto
- b) Palabras

Figura 4.2 Cuestionario de índice de estilos de aprendizaje

4.1.3. Biblioteca de actividades de aprendizaje

La Figura 4.3 muestra la biblioteca de objetos de aprendizaje, el profesor puede crear diferentes materiales como: textos, imágenes, texto con imágenes, audios, videos, exámenes y programas. Los objetos de aprendizaje pueden tener etiquetas, por ejemplo, una etiqueta pudiera ser el estilo de aprendizaje de esa actividad o el nivel de dificultad.

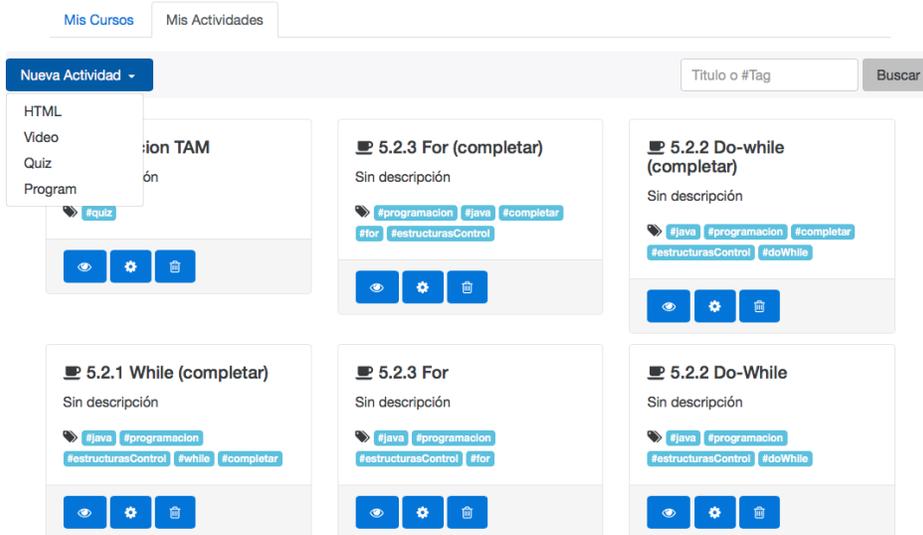


Figura 4.3. Librería de actividades de aprendizaje

4.1.4. Creación de cursos

Se creó un curso para la asignatura de programación en Java, para ello, es necesario realizar un nuevo curso con su estructura y actividades de aprendizaje, en la interfaz se pueden crear contenedores utilizados como unidades y dentro de ellos, se agregan actividades por medio del submenú buscar actividad, la actividad a incorporar debe estar previamente creada para ser asignada de la biblioteca, Figura 4.4.

La estructura del curso se muestra a los alumnos dependiendo de las reglas que el maestro haya registrado al crearla, por ejemplo, algunas unidades o algunos subtemas pueden ocultarse dependiendo del progreso del estudiante o después de realizar un número determinado de intentos.

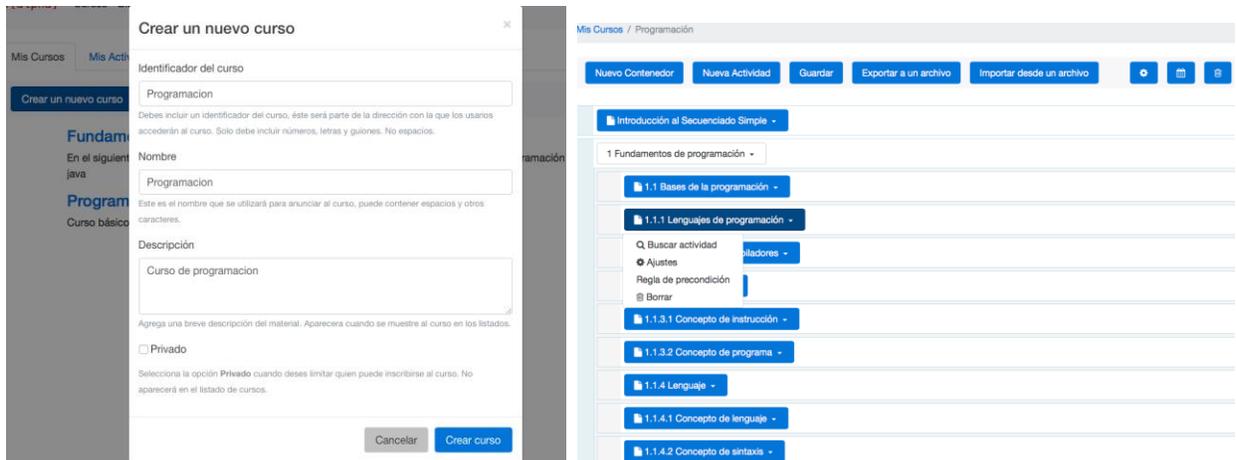


Figura 4.4 Interfaz de creación y estructura del curso

4.1.5. Presentación del curso

La Figura 4.5 muestra los diversos cursos de programación que ofrece la plataforma y la pantalla de bienvenida para el curso de Java.



Figura 4.5 Pantalla de bienvenida del curso de programación

4.1.6. Estructura del curso

El curso tiene todos los temas y subtemas de la asignatura de programación enseñada en la Universidad Autónoma de Baja California. Sin embargo, se puede crear cualquier curso basado en el programa de estudio de cualquier universidad, en este trabajo nos centramos en la unidad número cinco, estructuras de control y selección, el orden de esta unidad es el siguiente: los subtemas con un icono de libro son los objetos de aprendizaje, y aquellos con el ícono de la taza de café son ejemplos de programación, el sistema mediante restricciones guía al estudiante a ver primero el material de aprendizaje y luego realiza dos programas, uno para completar el código y otro para codificar desde cero. Figura 4.6.

✓ 5 Estructuras de control y selección
En la siguiente unidad veremos estructuras de selección o condiciones, estructuras de control o ciclos y sentencias de control para interrumpir o continuar con el flujo de estas estructuras.
5.1 Estructuras de selección
5.1.1. Instrucción if
5.1.1. Instrucción if (completar)
5.1.1 Instrucción if
5.1.2. Instrucción if-else
5.1.2. Instruction if-else (Completar)
5.1.2 Instruction if-else
5.1.3. Instrucción de selección
5.1.3 Instrucción de selección (completar)
5.1.3 Instrucción de selección
5.2 Estructuras de repetición
5.2.1 While
5.2.1 While (completar)
5.2.1 While
5.2.2 Do-while
5.2.2 Do-while (completar)
5.2.2 Do-While
5.2.3 For

Figura 4.6 Temas de la unidad 5

4.1.7. Actividades de aprendizaje teóricas

La Figura 4.7 muestra la pantalla del material de aprendizaje, en esta sección los alumnos estudian el contenido académico teórico y algunos ejemplos de programación para posteriormente realizar las prácticas; el material de aprendizaje que se muestra en esta pantalla puede ser texto, imágenes y videos.

5.1.1. Instrucción if

La estructura de control más utilizada es la instrucción **if-then** (si-entonces). En Java la sintaxis de esta instrucción es la siguiente:

```
if(condición){
ejecuta línea(s) de código
}
```

Como se observa en la parte de arriba en Java no se escribe la palabra then (entonces) y la condición a evaluar debe estar entre paréntesis después de la palabra reservada if, el código que se ejecutará en caso de que la condición sea true (verdadera) debe ir dentro de las llaves.

Nota: en caso de que solo sea una línea de código la que se ejecute y la condición sea verdadera se puede agregar esta línea de código sin las llaves, aunque se recomienda siempre poner la llave de apertura y de cierre como una buena práctica de programación.

Ejemplo de sintaxis

```
if( condición )
una línea de código
```

En el ejemplo de abajo se observa la utilización de la instrucción if, para que esta instrucción se cumpla la variable número debe ser mayor que 7, en caso de que se cumpla la condición se imprime el texto y en caso contrario no se imprime. Modifique el valor de la variable numero a uno menor o igual a 7 y observe el resultado.

```
public class InstruccionIf {
    public static void main(String[] args) {
        int numero=8;
        if(numero>7){
            System.out.println("El numero es mayor a 7");
        }
    }
}
```

Figura 4.7 Actividad de aprendizaje teórica

4.1.8. Actividades de aprendizaje prácticas

La Figura 4.8 muestra la pantalla de prácticas de programación; aquí el estudiante debe seguir las instrucciones indicadas, es crucial prestar mucha atención al leer las instrucciones y hacer lo que sugiere el sistema.

Hay varias restricciones, por lo que el alumno aprende primero buenas prácticas de programación, como nombres de variables apropiados, constantes, declaración de oraciones, uso de paréntesis y llaves, en caso de que no se completen los requisitos, el

programa dará retroalimentación de esos errores, en la parte inferior de las instrucciones muestra el resultado esperado. La imagen de la izquierda muestra un ejemplo de programación donde el estudiante debe completar el código, y en la imagen de la derecha, el estudiante debe hacer el programa desde cero.

The screenshot shows a web-based programming exercise interface. At the top, there's a navigation bar with 'código.uno [alpha]' and user information. The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** Contains the task title 'Complete la instrucción if' and instructions: 'Complete la condicion para que en caso de que la edad de la persona sea mayor o igual a 18, el programa despliegue: "Felicidades puedes votar".' Below this, it shows the 'Salida esperada:' (Expected output) as 'Felicidades puedes votar'.
- Center Column:** A code editor for '5.1.1. Instrucción if (completar)'. It shows a Java class structure:


```
1- public class InstruccionIF {
2-     public static void main(String[] args) {
3-         int edad=18;
4-         if ( ) {
5-             System.out.println("Felicidades puedes votar");
6-         }
7-     }
8- }
```
- Right Column:** Titled 'Elabore el programa con la instruccion if'. It provides instructions: 'Elabore un programa que contenga dos instrucciones if que evaluen lo siguiente: Si el promedio del alumno es mayor o igual 60 despliegue el texto: "Cumple con el promedio para inscribirte". Si los creditos son iguales a 30 despliegue el texto: "Creditos suficientes".' Below this, it shows the 'Salida esperada:' (Expected output) as 'Cumple con el promedio para inscribirte' and 'Creditos suficientes'.

Figura 4.8 Ejercicios para completar un programa y hacer el programa desde cero

4.1.9. Retroalimentación de errores

La figura 4.9 muestra las interfaces de errores del sistema, la pantalla de la izquierda muestra la retroalimentación de posibles errores en caso de que el alumno no realice las instrucciones como se le indican y la pantalla de la derecha muestra retroalimentación en caso de que el alumno cometa errores de sintaxis o semántica.

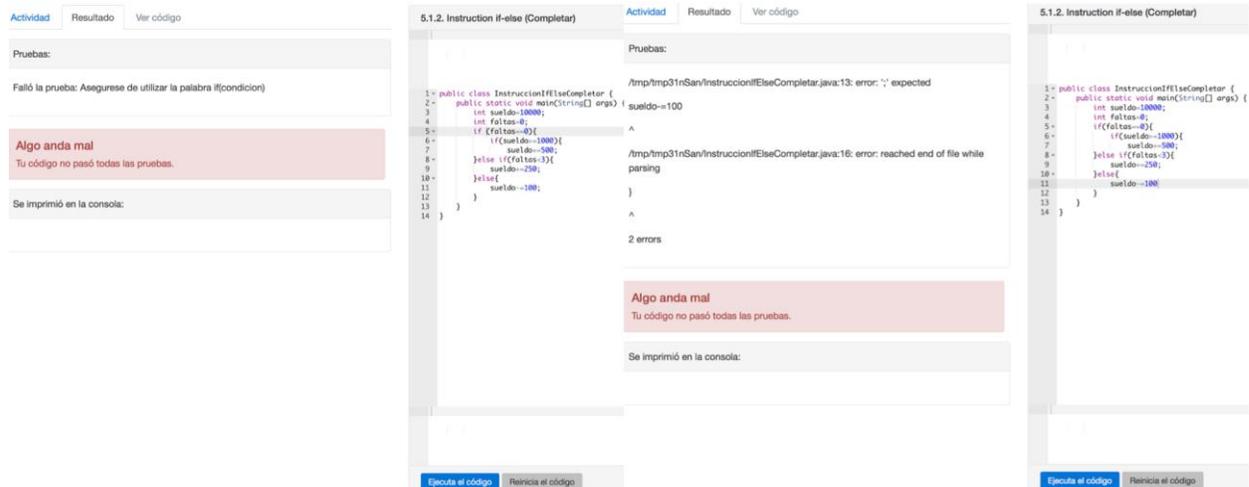
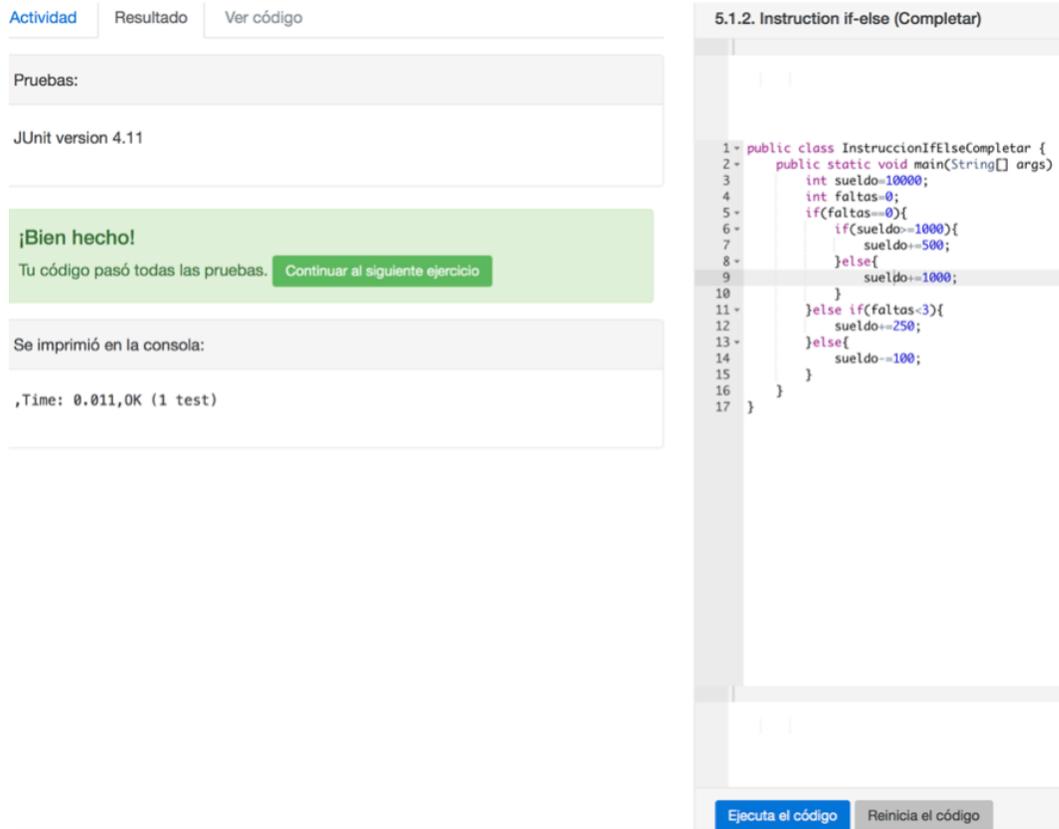


Figura 4.9 Pantalla de errores de seguimiento de instrucciones y sintaxis

4.1.10. Interfaz de ejercicio completado

En caso de que el usuario complete con éxito el ejercicio de programación, se muestra un mensaje de felicitación indicando que el código pasó todas las pruebas (Figura 4.10) y le permite continuar para realizar otros ejercicios.



Actividad | Resultado | Ver código

Pruebas:

JUnit version 4.11

¡Bien hecho!
Tu código pasó todas las pruebas. [Continuar al siguiente ejercicio](#)

Se imprimió en la consola:

,Time: 0.011,0K (1 test)

5.1.2. Instrucción if-else (Completar)

```

1- public class InstruccionIfElseCompletar {
2-     public static void main(String[] args) {
3-         int sueldo=10000;
4-         int faltas=0;
5-         if(faltas==0){
6-             if(sueldo>=1000){
7-                 sueldo+=500;
8-             }else{
9-                 sueldo+=1000;
10-            }
11-        }else if(faltas<3){
12-            sueldo+=250;
13-        }else{
14-            sueldo-=100;
15-        }
16-    }
17- }

```

Ejecuta el código | Reinicia el código

Figura 4.10 Ventana de completar un programa

4.1.11. *Intefaz de comentarios del sistema*

Al finalizar de estudiar los materiales teóricos de aprendizaje y de hacer los ejercicios de programación se muestra la interfaz de comentarios en la que los alumnos capturan su opinión sobre su experiencia con el sistema. Figura 4.11.

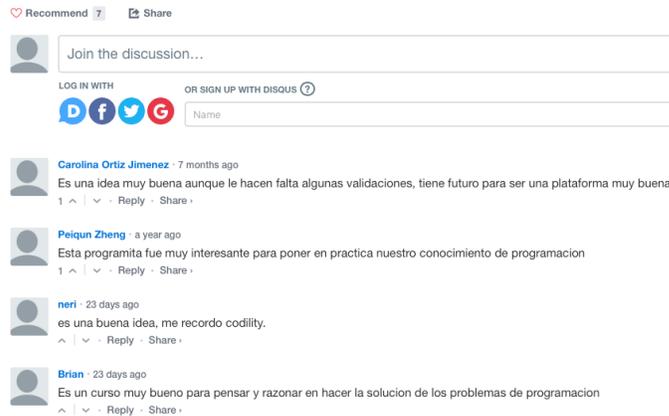


Figura 4.11 Interfaz de comentarios

4.1.12. Cuestionario UTAUT

La figura 4.12 muestra el test de la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT). El test cuenta con treinta y un preguntas divididas en ocho variables a evaluar:

1. Expectativas de rendimiento
2. Esperanza de esfuerzo
3. Actitud hacia el uso de la tecnología
4. Influencia social
5. Condiciones favorecedoras
6. Auto-eficacia
7. Ansiedad
8. La intención conductual de usar el sistema

Cada variable cuenta con aproximadamente cuatro situaciones que el alumno puede experimentar al utilizar el sistema, se utiliza una escala de Likert de cinco ítems para responder a estas situaciones: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo. Al finalizar el test se da por terminada la unidad a evaluar.

Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología

* Required

Expectativas de rendimiento

* Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

Enccontraría el sistema útil en mi trabajo

* Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

El uso del sistema me permite realizar tareas más rápidamente.

* Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

El uso del sistema aumenta mi productividad.

Figura 4.12 Cuestionario de UTAUT

4.2. Interfaces de elaboración de ejercicios de programación

En esta sección, se muestran las interfaces que el profesor debe utilizar para la elaboración de material de aprendizaje.

4.2.1. Instrucciones

En la primera pestaña se capturan las instrucciones de los ejercicios de programación (Figura 4.13) en esta pantalla, el profesor escribe las instrucciones que debe seguir el alumno para realizar correctamente el ejercicio, para hacer las instrucciones se requiere conocimientos básicos de HTML. En la parte de la derecha de la imagen se encuentran los campos: nombre del ejercicio, descripción, lenguaje de programación y algunos Hashtags para realizar búsquedas.

The screenshot shows the 'código.uno [alpha]' web application interface. At the top, there is a navigation bar with 'Cursos', 'Biblioteca', 'Estudiante', and 'Autor' links, and a user profile for 'Carlos Hurtado'. Below this is a menu with tabs: 'Instrucciones', 'Código inicial', 'Prueba', 'RegExp', 'Solución', 'HTML Generado', and 'Ayuda'. The 'Instrucciones' tab is active, displaying a code editor with the following content:

```

1 <h1>Complete la instrucción if</h1>
2
3 <code>Complete la condicion para que en caso de que la
4 <code>edad</code> de la persona sea mayor o igual a 18,
5 el programa despliegue: <code>"Felicidades puedes votar".</code></p>
6
7 <h2>Salida esperada:</h2>
8 <code>
9 Felicidades puedes votar
10 </code>

```

On the right side, there is a form with the following fields:

- ID:** /program/86f7442c-3665-11e1
- Nombre:** 5.1.1. Instrucción if (completar)
- Descripción:** (empty text area)
- Hashtags:** java, programacion, instruccionif, estructurasSeleccion
- Lenguaje de programación:** Java
- Buttons:** Test, Refresh HTML

Figura 4.13 Pantalla de instrucciones

4.2.2. Código inicial

La pestaña de código inicial, (figura 4.14) se utiliza para capturar el código necesario para comenzar a hacer ejercicios de programación. Si el autor desea que los alumnos hagan un programa desde cero, debe escribir el nombre de la clase y el método principal, en caso de que el ejercicio sea de completar código el profesor debe capturar el código incompleto.



```

código.uno [alpha]  Cursos  Biblioteca  Estudiante  Autor

Instrucciones  Código inicial  Prueba  RegExp  Solución  HTML Generado  Ayuda

1- public class InstruccionIF {
2-     public static void main(String[] args) {
3-         int edad=18;
4-         if( ){
5-             System.out.println("Felicitades puedes votar");
6-         }
7-     }
8- }

```

Figura 4.14 Pestaña de código inicial

4.2.3. Prueba

En la pestaña de prueba, se agregan validaciones utilizando pruebas unitarias con JUnit por lo que se requiere conocimiento básico de estas bibliotecas de pruebas, aquí se debe hacer referencia a la clase declarada en la pestaña de código inicial, estas validaciones se deben realizar para verificar que los estudiantes escriban el código de forma correcta en aspectos de sintaxis y semántica del lenguaje de programación Java.

Figura 4.15.



The screenshot shows the 'código.uno [alpha]' interface with a navigation bar containing 'Cursos', 'Biblioteca', 'Estudiante', and 'Autor'. Below the navigation bar are tabs for 'Instrucciones', 'Código inicial', 'Prueba', 'RegExp', 'Solución', 'HTML Generado', and 'Ayuda'. The 'Prueba' tab is active, displaying a code editor with the following Java code:

```
1 //InstruccionIFTest
2 import org.junit.Test;
3
4 public class InstruccionIFTest {
5     @Test
6     public void test() {
7     }
8 }
```

Figura 4.15 Pestaña de pruebas

4.2.4. Expresiones regulares

La figura 4.16 muestra la pestaña de expresiones regulares, en esta pestaña se llevan a cabo validaciones, es necesario el conocimiento básico de expresiones regulares para hacer las validaciones del código que se dese evaluar, de esta forma se aseguran de que los estudiantes desarrollan los programas según lo indicado en las instrucciones y podemos evaluar aspectos como uso correcto de nombre de variables y de estructura del programa entre otras cosas.

En caso de que los alumnos no sigan las instrucciones como se esperaba, el sistema envía un mensaje de retroalimentación sobre los posibles errores en su código para que los estudiantes los identifiquen y los corrijan, estos mensajes de retroalimentación se crean después de cada expresión regular. Los creadores de contenido pueden agregar tantas restricciones como gusten en cada ejercicio de programación.

código.uno [alpha] Cursos Biblioteca Estudiante Autor

Instrucciones Código inicial Prueba **RegExp** Solución HTML Generado Ayuda

```

1 if(\s?faltas\s?==\s?0\s?\) % Asegurese de utilizar la palabra if(condicion)
2 if(\s?sueldo\s?>=\s?1000\s?\) % Asegurese de utilizar la palabra if(condicion)
3 }\s?else\s?if(\s?faltas\s?<\s?3\s?\){ % Asegurese de utilizar la palabra if(condicion)
4 }\s?else\s?{ % Asegurese de utilizar la palabra "else" con las llaves
5

```

Figura 4.16 Pestaña de expresiones regulares

4.2.5. Solución

La figura 4.17 muestra la pestaña de solución del programa; en esta sección el profesor captura el código de la solución esperada del ejercicio y el alumno puede observar el código completo para comparar su programa con la solución propuesta por el profesor, de esta forma puede modificar los errores u observar otras formas de cómo resolver el ejercicio siguiendo las buenas prácticas de programación vistas en clase o en el material teórico de la materia.

código.uno [alpha] Cursos Biblioteca Estudiante Autor

Instrucciones Código inicial Prueba RegExp **Solución** HTML Generado Ayuda

```

1 public class InstruccionIfElseCompletar {
2     public static void main(String[] args) {
3         int sueldo=10000;
4         int faltas=0;
5         if(faltas==0){
6             if(sueldo>=1000){
7                 sueldo+=500;
8             }else{
9                 sueldo+=1000;
10            }
11        }else if(faltas<3){
12            sueldo+=250;
13        }else{
14            sueldo-=100;
15        }
16    }
17 }

```

Figura 4.17 Pestaña de solución del programa

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Cuestionario de estilos de aprendizaje

El sistema se implementó con grupos de la carrera de licenciatura informática uno del tercer semestre y uno del séptimo semestre en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y un grupo de la carrera de ingeniería en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) de séptimo semestre en el Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT) para un total de sesenta estudiantes, ambos grupos están actualmente matriculados en un curso de programación en lenguaje de programación Java.

Se les pidió que respondieran el cuestionario del índice de estilos de aprendizaje, después que estudiaran la sección teoría y finalmente que resuelvan algunas evaluaciones de ejercicios de programación, la unidad que se evaluó fue la número cinco relacionada a estructuras de control y selección.

Los resultados del experimento se muestran en la tabla 5.1, aquí se observa que la mayoría de los estudiantes son activos, sensitivos, visuales y secuenciales, cabe destacar que el estilo de aprendizaje visual fue el que contó con un mayor número de estudiantes con el 90% y el 10% restante fue de estudiantes cuyo resultado fue verbal.

En los estudiantes en el que el estilo de aprendizaje predominante fue verbal, sus resultados en la escala del cuestionario fueron bajos, lo que significa que también cuentan con habilidades de aprendizaje visual.

Tabla 5.1 Resultados totales del cuestionario de estilos de aprendizaje

Estilo de aprendizaje	Cantidad	Porcentaje
Activo	40	66.66%
Reflexivo	20	33.33%
Sensitivo	50	83.33%
Intuitivo	10	16.66%
Visual	54	90%
Verbal	6	10%
Secuencial	42	70%
Global	18	30%

La tabla 5.2 muestra los resultados del cuestionario de los alumnos de tercer y séptimo semestre. Se puede observar que en los alumnos de tercer semestre el estilo de aprendizaje predominante es el sensitivo y el visual con 83.33% de correspondencia y en los alumnos de séptimo semestre el estilo de aprendizaje predominante fue el visual con un porcentaje alto de 92.85%.

Tabla 5.2 Resultados de estilos de aprendizaje de alumnos de tercero y séptimo semestres

Estilo de aprendizaje	Cantidad	Porcentaje	Estilo de aprendizaje	Cantidad	Porcentaje
Activo	12	66.66%	Activo	28	66.66%
Reflexivo	6	33.33%	Reflexivo	14	33.33%
Sensitivo	15	83.33%	Sensitivo	35	83.33%
Intuitivo	3	16.66%	Intuitivo	7	16.66%
Visual	15	83.33%	Visual	39	92.85%
Verbal	3	16.66%	Verbal	3	7.14%
Secuencial	11	61.11%	Secuencial	31	73.80%
Global	7	38.88%	Global	11	26.19%

La Tabla 5.3 muestra los resultados de los estilos de aprendizaje por carrera, en licenciatura en informática, el estilo que obtuvo el mayor porcentaje es el sensitivo con el 87.5% y el segundo es el visual con el 84.37%, y en TIC el estilo con mayores coincidencias fue el visual con un alto porcentaje del 96.43%.

Tabla 5.3 Resultados de estilos de aprendizaje de estudiantes de informática y tecnologías de información y comunicaciones

Estilo de aprendizaje	Cantidad	Porcentaje	Estilo de aprendizaje	Cantidad	Porcentaje
Activo	20	62.5%	Activo	20	71.43%
Reflexivo	12	37.5%	Reflexivo	8	28.57%
Sensitivo	28	87.5%	Sensitivo	22	78.57%
Intuitivo	4	12.5%	Intuitivo	6	21.42%
Visual	27	84.37%	Visual	27	96.43%
Verbal	5	15.62%	Verbal	1	3.57%
Secuencial	21	65.62%	Secuencial	21	75%
Global	11	34.37%	Global	7	25%

Después de completar el cuestionario de estilos de aprendizaje, los estudiantes realizaron doce ejercicios de programación de la unidad de estructuras de control y selección, divididos en dos secciones. Primero, el estudiante debe estudiar la teoría de un subtema, por ejemplo, para la declaración *if*, debe hacer dos ejercicios: uno para

completar el código y otro para hacer un programa desde cero, esto se repite hasta que terminen los seis subtemas.

Los resultados de los intentos totales se presentan en la tabla 5.4 esto muestra que el ejercicio para completar el enunciado *if e/se* fue más difícil para los estudiantes ya que les tomó 196 intentos con una media de 3.32 y desviación estándar de 3.90 la más alta de todos los ejercicios para resolverlo y el más fácil de terminar fue el de la estructura *while* que les tomó un promedio de 1.34 intentos.

Tabla 5.4 Intentos totales en actividades de aprendizaje

	Intentos	Media	Desviación estándar
If comp	113	1.88	1.51
If	146	2.5	1.8
If else comp	196	3.32	3.90
If else	108	1.83	1.18
Switch comp	116	1.97	1.80
Switch	132	2.24	2.02
While comp	75	1.34	0.61
While	99	1.77	1.31

Do while comp	88	1.57	1.05
Do while	93	1.66	1.14
For comp	165	3	2.76
For	93	2	1

En la tabla 5.5 se muestran los resultados de intentos de los estudiantes con estilo de aprendizaje verbal y visual.

En la tabla de la izquierda se puede observar que los estudiantes de estilo de aprendizaje verbal requirieron más intentos para realizar el ejercicio *if* con 25 intentos una media de 4.2 intentos y una desviación estándar de 2.9 y requirieron menos intentos para el ejercicio *switch* con 7 intentos, una media de 1 y desviación estándar de 0.51.

En la parte derecha de la tabla se muestran los resultados de los intentos realizados por los estudiantes con el estilo de aprendizaje visual, requirieron más esfuerzos para realizar el ejercicio *if else comp* con 171 intentos una media de 3.22 intentos sin embargo la desviación estándar fue la mayor con 3.97 y el ejercicio que le tomo menos intentos fue el de la estructura *while comp* con 67 intentos una media de 1.34 y desviación estándar de 0.59.

Tabla 5.5 Resultado de estudiantes con el estilo verbal y visual

	Intentos	Media	Desviación estándar		Intentos	Media	Desviación estándar
If comp	10	1.66	1.63	If comp	103	1.9	1.52
If	25	4.2	2.9	If	121	2.3	1.6
If else comp	25	4.16	3.37	If else comp	171	3.22	3.97
If else	12	2	1.1	If else	96	1.81	1.19
Switch comp	8	1	0.51	Switch comp	108	2.04	1.89
Switch	7	1	0.40	Switch	125	2.36	2.10
While comp	8	1	0.81	While comp	67	1.34	0.59
While	16	2	2.07	While	83	1.66	1.17
Do while comp	9	1.5	0.54	Do while comp	79	1.58	1.10
Do while	11	1	1.60	Do while	82	1.64	1.10
For comp	9	1	0.83	For comp	156	3.18	2.86
For	9	2	1	For	84	2	1

5.2. Ejercicios de programación

Luego de evaluar los estilos de aprendizaje, se realizaron pruebas con los ejercicios de programación, se seleccionaron ciento doce estudiantes de ingeniería de dos universidades mexicanas: la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT).

Las pruebas se llevaron a cabo en estudiantes del ITT de séptimo semestre en un curso de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y estudiantes de tercer semestre de UABC del curso de programación. Ambos cursos incluyen el uso básico del lenguaje de programación Java.

Se utilizó la unidad número cinco, estructuras de control y selección para llevar a cabo las pruebas en las que se le solicitó a los alumnos que primero estudiaran el material de aprendizaje para posteriormente realizar los ejercicios de programación, haciendo énfasis en que debían seguir instrucciones exactamente como se les enseñó en las clases y como se vio en la plataforma con respecto al acomodo del código, declaración de símbolos y variables.

Como este curso es para estudiantes principiantes, el objetivo fundamental fue que aprendieran cosas como sintaxis, semántica y a su vez las buenas prácticas de programación como indentación, nombres de variables y el uso de llaves entre otras cosas.

Se evaluaron seis subtemas de la unidad, en estructuras de selección: *instrucción if*, *instrucción if-else*, *instrucción de selección* y en estructuras de iteración: *while*, *do-while* y *for*. Después de estudiar los materiales de aprendizaje de un subtema, se les pide a los alumnos que realicen dos ejercicios relacionados con ese tema, en el primero tienen que completar un programa y en el otro deben hacer el programa desde cero para hacer un total de doce programas, seis de completar el código y seis de hacer el programa desde cero.

Luego de realizar los programas, se analizó la cantidad de intentos realizados por todos los estudiantes, obteniéndose los siguientes resultados.

La tabla 5.6 muestra la tabla de intentos totales, media, mediana y desviación estándar de los ejercicios, sobre la tabla se observa que en promedio los estudiantes necesitan de uno a tres intentos para hacer los programas correctamente, siendo los programas de *if desde cero* y *completar if-else*, los que requirieron más intentos, sin embargo, son los que presentan la desviación estándar mayor por lo que al obtener la mediana observamos que aproximadamente les toma dos intentos para resolverlos.

Tabla 5.6 Estadísticas totales de los estudiantes

Ejercicios	Intentos	Media	Mediana	Desviación estándar
If (completar)	186	1.660	1	1.159
If	285	2.5	2	2.2
If else (completar)	316	2.821	2	3.238
If else	195	1.74	1	1.15
Switch (completar)	199	1.776	1	1.563
Switch	260	2.321	2	1.983
While (completar)	153	1.366	1	0.657
While	185	1.65	1	1.19
Do while (completar)	176	1.571	1	0.965
Do while	184	1.642	1	1.145
For (completar)	254	2.267	2	2.143
For	198	1.767	1	1.530

La tabla 5.7 muestra los intentos de cuarenta estudiantes de informática que tomaron la materia de programación en Java de la UABC. Se puede observar que los estudiantes

tuvieron de uno a cuatro intentos para resolver los programas en promedio, los ejercicios de *if desde cero* y *completar if-else* requirieron más intentos, sin embargo, en estos ejemplos la desviación estándar fue mayor en comparación con otros ejercicios por lo que al calcular la media pudimos observar que requieren dos intentos aproximadamente para resolverlos.

Tabla 5.7 Resultados de estudiantes de programación en Java

Ejercicios	Intentos	Media	Mediana	Desviación estándar
If (completar)	56	1.4	1	0.871
If	110	2.8	2	2.8
If else (completar)	161	4.025	2	4.768
If else	74	1.85	1	1.21
Switch (completar)	59	1.475	1	0.905
Switch	86	2.15	1	1.902
While (completar)	54	1.35	1	0.699
While	72	1.8	1	1.49

Do while (completar)	56	1.4	1	0.708
Do while	78	1.95	1	1.431
For (completar)	102	2.55	1.5	2.791
For	76	1.9	1	1.905

La tabla 5.8 muestra los intentos de setenta y dos estudiantes de ingeniería en tecnologías de la información y las comunicaciones que tomaron la materia de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en Java del ITT, en promedio requirieron de uno a dos intentos para resolver los problemas, siendo el ejemplo *if desde cero* y *switch desde cero* los que necesitaron más intentos de los estudiantes, aquí la desviación estándar es considerablemente más baja que los estudiantes de la materia de programación en el curso de Java.

Tabla 5.8 Resultados de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en Java

Ejercicios	Intentos	Media	Mediana	Desviación estándar
If (completar)	130	1.805	1	1.274
If	175	2.4	2	1.7

If else (completar)	155	2.152	1.5	1.624
If else	121	1.68	1	1.12
Switch (completar)	140	1.944	1	1.814
Switch	174	2.417	2	2.033
While (completar)	99	1.375	1	0.637
While	113	1.57	1	0.99
Do while (completar)	120	1.666	1	1.074
Do while	106	1.472	1	0.918
For (completar)	152	2.111	2	1.683
For	122	1.694	1	1.285

Después de completar todos los programas, se les pidió a los estudiantes que escribieran un comentario sobre el sistema y sus opiniones sobre los ejercicios.

5.3. Teoría unificada de aceptación y uso de tecnología

Se aplicó el UTAUT a noventa y nueve alumnos de carreras de informática de tercer semestre de la UABC y de la carrera de ingeniería en tecnologías de la información y comunicación de séptimo semestre del ITT, todos los alumnos actualmente toman materias de programación, el rango de edades es de entre 19 y 25 años, del total de la muestra el 25.25% son mujeres y el 74.74% son hombres.

Todos participaron de forma voluntaria al mencionar que les parecía interesante interactuar con una plataforma de programación en la cual pudieran poner en práctica sus conocimientos y obtener retroalimentación del sistema. Para el cuestionario se utilizó una escala de Likert del 1 – *Totalmente en desacuerdo*, 2 – *En desacuerdo* al 3 – *Neutral (Ni de acuerdo ni en desacuerdo)*, 4 – *De acuerdo* y el 5 – *Totalmente de acuerdo*; después de haber interactuado con la plataforma, leer los materiales teóricos de aprendizaje de la unidad de estructuras de control y hacer los doce programas.

La tabla 5.9 muestra los resultados del UTAUT, en las preguntas sobre la expectativa del rendimiento, esperanza del esfuerzo, actitud hacia el uso de la tecnología, influencia social, condiciones favorecedoras, auto-eficacia y la interacción conductual de usar el sistema; el resultado con mayor aceptación fue *De acuerdo*.

En los resultados totales el 45.7% de los estudiantes respondieron estar de acuerdo con el sistema implementado y el 24.9% declaró estar totalmente de acuerdo, para obtener un porcentaje total de aceptación del 70.6%.

Tabla 5.9 Resultados totales del UTAUT

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Expectativas de rendimiento	2.02%	2.52%	17.92%	45.2%	32.32%
Esperanza de esfuerzo	1.26%	3.53%	17.42%	51.26%	26.52%
Actitud hacia el uso de la tecnología	2.02%	3.28%	12.12%	45.2%	37.37%
Influencia social	0.75%	5.30%	42.42%	38.64%	12.88%
Condiciones favorecedoras	2.02%	6.81%	24.74%	41.16%	25.25%
Auto-Eficacia	1.51%	4.79%	23.73%	49.49%	20.45%
La intención conductual de usar el sistema	2.69%	2.69%	25.92%	49.16%	19.53%
Total	1.75%	4.13%	23.47%	45.73%	24.90%

Dentro del grupo de preguntas que se muestran en la tabla 9 se analizaron situaciones correspondientes a la aceptación y que tan agradable es el sistema, las cuales pertenecen a las cuatro variables importantes del UTAUT: *expectativas del rendimiento, expectativas del esfuerzo, influencia social y condiciones de facilidad*; adicionalmente se agregó una tabla con las respuestas relacionadas a la *actitud hacia el uso de la tecnología* debido a que es un sistema tecnológico. De la tabla 10 a la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos.

La Tabla 5.10 muestra los resultados de las preguntas sobre expectativas del rendimiento en la que se observa que el 45.2% de los alumnos está de acuerdo y que el 32.32% está totalmente de acuerdo, para sumar un total de 77.52% de respuestas positivas hacia el uso del sistema.

Tabla 5.10 Resultados de expectativas del rendimiento

Expectativas del rendimiento	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Encontraría el sistema útil en mi trabajo.	3.03%	0%	12.121%	54.55%	30.3%

La tabla 5.11 muestra los resultados de las preguntas sobre las expectativas del esfuerzo en la que se observa que el 51.26% de los alumnos está de acuerdo y que el

El uso del sistema me permite realizar tareas más rápidamente.	2.02%	6.06%	13.131%	47.47%	31.31%
El uso del sistema aumenta mi productividad.	2.02%	1.01%	17.172%	37.37%	42.42%
Si utilizo el sistema, aumentaré mis posibilidades de conseguir un aumento.	1.01%	3.03%	29.293%	41.41%	25.25%
Total	2.02%	2.252%	17.929%	45.2%	32.32%

26.52% está totalmente de acuerdo, para obtener un total de 77.78% de alumnos con respuestas favorables.

Tabla 5.11 Resultados de expectativas del esfuerzo

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Mi interacción con el sistema sería clara y comprensible	2.02%	2.02%	18.182%	58.59%	19.19%
Sería fácil para mí ser hábil usando el sistema.	1.01%	4.04%	17.172%	46.46%	31.31%
Encuentro el sistema fácil de usar.	1.01%	5.05%	14.141%	53.54%	26.26%
Aprender a operar el sistema es fácil para mí.	1.01%	3.03%	20.202%	46.46%	29.29%
Total	1.263%	3.535%	17.424%	51.26%	26.52%

En los porcentajes sobre las preguntas referentes a la influencia social (Tabla 5.12) se observa que el 44.424% de los alumnos están ni de acuerdo ni en desacuerdo y que

el 38.64% está de acuerdo, para obtener la mayor cantidad de respuestas neutrales y la siguiente más alta siendo una respuesta positiva.

Tabla 5.12 Resultados de influencia social

Influencia social	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Las personas que influyen en mi comportamiento piensan que debo usar el sistema.	1.01%	4.04%	48.485%	34.34%	12.12%
Las personas que son importantes para mí piensan que debo usar el sistema.	1.01%	7.07%	49.495%	29.29%	13.13%

La alta dirección de este negocio ha sido útil en el uso del sistema.	1.01%	5.05%	36.364%	46.46%	11.11%
En general, la organización ha apoyado el uso del sistema	0%	5.05%	35.354%	44.44%	15.15%
Total	0.758%	5.303%	42.424%	38.64%	12.88%

La tabla 5.13 muestra los resultados de condiciones de facilidad de la plataforma educativa, en esta sección se observa que el 41.16% de los alumnos está de acuerdo y que el 25.25% está totalmente de acuerdo, para obtener un total de 66.41% de alumnos con respuestas favorables.

Tabla 5.13 Resultados de condiciones de facilidad

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Condiciones de facilidad					
Tengo los recursos necesarios para usar el sistema.	1.01%	3.03%	15.15%	46.46%	34.34%
Tengo el conocimiento necesario para usar el sistema.	0%	3.03%	16.16%	47.47%	33.33%
El sistema no es compatible con otros sistemas que uso.	7.07%	17.17%	39.39%	24.24%	12.12%
Una persona (o grupo) específico está disponible para ayudar con las dificultades del sistema.	0%	4.04%	28.28%	46.46%	21.21%
Total	2.02%	6.81%	24.74%	41.16%	25.25%

Por último, se muestra la tabla 5.14 con los resultados de las situaciones sobre la actitud hacia el uso de la tecnología, consideramos que estas preguntas son importantes ya que son sobre el uso directo de la plataforma, el 45.20% de los alumnos declaró estar *de acuerdo* y el 37.37% resulto estar totalmente de acuerdo para obtener un total de 82.57% de aceptación.

Tabla 5.14 Resultados de actitud hacia el uso de la tecnología

Actitud hacia el uso de la tecnología	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Usar el sistema es una buena idea.	2.02%	1.01%	5.05%	48.48%	43.43%
El sistema hace el trabajo más interesante.	2.02%	4.04%	9.09%	44.44%	40.40%
Trabajar con el sistema es divertido.	2.02%	5.05%	17.17%	41.41%	34.34%

Me gusta					
trabajar con el	2.02%	3.03%	17.17%	46.46%	31.31%
sistema.					
Total	2.02%	3.28%	12.12%	45.20%	37.37%

Al finalizar los ejercicios el sistema solicita a los alumnos que escriban comentarios sobre su experiencia de uso, interacción con la plataforma y la forma de evaluación de esta unidad comparada con el modelo educativo tradicional utilizado en unidades anteriores.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1. Conclusiones

Con base en los resultados, los estilos de aprendizaje predominantes en las asignaturas del área de computación son activo, sensitivo, visual y secuencial. El estilo de aprendizaje que cuenta con el mayor porcentaje de estudiantes es visual y sensitivo, por lo tanto, la mayoría de los objetos de aprendizaje para los cursos de programación deben cumplir con características visuales y los métodos para resolver problemas deben estar bien establecidos, lo cual es de gran ayuda para que los alumnos tengan mejores resultados y mayor comprensión.

Se observó que los alumnos que se encuentran en semestres más avanzados cuentan con un estilo de aprendizaje visual más fuerte que los alumnos de semestres principiantes, dentro del estilo sensitivo se mantuvo igual en principiantes y avanzados por lo que al realizar objetos de aprendizaje más visuales en semestres más avanzados pudiéramos obtener mejores resultados.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La parte teórica tiene textos y ejemplos de cómo hacer los programas, por lo que es posible agregar más imágenes para los estudiantes visuales, pero en general, no hicieron muchos intentos para resolver los problemas. Sin embargo, debemos analizar los ejemplos que los usuarios completan en menos intentos, para ver cómo mejorar los programas que requieren más esfuerzos.

Los alumnos de ingeniería cuentan con un estilo de aprendizaje visual de más del 96% a comparación con los de informática que fue del 84% y a los estudiantes visuales les tomo de uno a tres intentos resolver los ejercicios de programación

Después de analizar los resultados y el número de intentos realizados, concluimos que algunos estudiantes tuvieron problemas al principio ya que no siguieron las instrucciones como se esperaba. Se observó que cuando los estudiantes comprendieron que debían seguir instrucciones exactamente como se mencionaban y conforme seguían desarrollando programas, se familiarizaron con el sistema y tuvieron menos errores.

Observamos que algunos ejercicios tienen que mejorar aspectos de escritura ya que algunos alumnos comentaron que algunas afirmaciones eran difíciles de entender y finalmente nos percatamos que después de usar el sistema, programar otros ejercicios y hacer exámenes, los estudiantes seguían las recomendaciones otorgadas por la retroalimentación dada por protoboard, mejorando su forma de programación en comparación con los estudiantes de semestres anteriores que continuaron utilizando malas prácticas de programación.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En promedio a los alumnos les tomaba de uno a tres intentos poder resolver los ejercicios por lo que consideramos que los ejemplos cumplen con los requerimientos necesarios para aplicarlos en las clases y otros profesores pueden tomar en cuenta su estructura al momento de elaborar más programas para otros cursos.

Del lado de los profesores, el sistema es útil porque pueden crear el material de una manera sencilla, pueden hacer validaciones y dado que los estudiantes hacen los programas en la plataforma, los profesores obtienen estadísticas de su interacción, como los intentos y el tiempo necesarios para finalizar los ejercicios, de esta forma pueden usar reglas para hacer recomendaciones de material de aprendizaje, agregar más restricciones a los ejercicios, personalizar el curso según sus necesidades y mejorar o agregar material de aprendizaje para estudiantes principiantes, intermedios o avanzados.

En general, después de leer los comentarios observamos que la plataforma fue de su agrado debido a que pueden poner sus conocimientos en práctica y obtener retroalimentación que les ayuda a corregir los errores, ya que el maestro no siempre puede estar ahí para resolverlos.

Luego de realizar las encuestas y analizar los resultados obtenidos se determina que el sistema es aceptado por la gran mayoría de los alumnos y es fácil de utilizar, sin embargo, se deben hacer algunas modificaciones ya que no se logró obtener mayoría en las respuestas en el rango totalmente de acuerdo.

Al utilizar el sistema se obtuvieron algunos comentarios de los alumnos que pudieron no ser favorecedores, por ejemplo, se observaron algunas señales de frustración al hacer los ejercicios culpando al sistema, al momento de analizar el problema se observó que los alumnos no leían con cuidado las indicaciones que el sistema daba para elaborar el programa, lo que pudo ocasionar respuestas negativas en el cuestionario.

Con los resultados obtenidos se realizarán algunas modificaciones en cuanto a la retroalimentación otorgada por el sistema ya que según los alumnos debe ser más específica en algunos ejercicios al observar detalles de redacción los cuales resultaron ambiguos. Se espera que con estas modificaciones y recomendaciones el sistema incremente su aceptación del estado *de acuerdo* al estado *totalmente de acuerdo*.

Dentro de los grupos de preguntas que se mostraron en los resultados, las preguntas relacionadas con la actitud hacia el uso de la tecnología contaron con un porcentaje de aceptación del 82.57%, siendo este el porcentaje de aceptación mayor de cualquier grupo de preguntas del modelo UTAUT lo cual consideramos muy importante ya que esas preguntas hablan directamente de la aceptación del alumno hacia la plataforma educativa.

Los alumnos comentaron que se sienten mejor realizando este tipo de ejercicios en el sistema y que querían seguir trabajando en él ya que los apoyó para resolver dudas,

les gusto la interfaz y les resultó entretenido por la retroalimentación, la cual consideran más amigable que la de los entornos de desarrollo actuales.

6.2. Trabajos futuros

Nuestro objetivo es mejorar los materiales de aprendizaje para que sean más interactivos. Con respecto a los ejemplos de programación, debemos hacer algunos cambios en las declaraciones ya que los estudiantes tuvieron complicaciones en este aspecto. Además, se propone crear más objetos de aprendizaje de estos temas, en caso de que algunos ejercicios sean difíciles de completar y necesiten ejemplos más sencillos del mismo tema. Otro punto crítico es hacer un curso completo con ejercicios de programación.

Actualmente, los ejercicios solo están disponibles para el curso de lenguaje de programación en Java, por lo que se espera que se elaboren cursos de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles en Android, ya que también utiliza Java; adicionalmente planeamos crear cursos para otros lenguajes de programación como C#, C++, python, swift entre otros.

Se planea hacer una comparativa con otras plataformas utilizadas en las universidades como Moodle, Classroom y Blackboard; que, si bien no cuentan con ejercicios de programación y retroalimentación como el sistema presentado, se utilizan para impartir algunas materias de programación en las instituciones.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con los datos recopilados, se crearán más objetos de aprendizaje para que el usuario interactúe con diferentes materiales según su estilo de aprendizaje, a medida que más usuarios se unan al sistema, se realizarán recomendaciones automáticas a los usuarios nuevos en función de comportamientos similares.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. García-Valdez, B. Parra, A hybrid recommender system architecture for learning objects, *Stud. Comput. Intell.* (2009). doi:10.1007/978-3-642-04514-1_11.
- [2] F. Coffield, D. Moseley, E. Hall, K. Ecclestone, Learning styles and pedagogy in post-16 learning A systematic and critical review, *Learn. Sci. Res. Cent.* (2004). doi:10.1016/S0022-5371(81)90483-7.
- [3] J. Bourne, D. Harris, F. Mayadas, Online engineering education: Learning anywhere, anytime, *J. Eng. Educ.* (2005). doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00834.x.
- [4] M.A. Malik, Technical opinion: on the perils of programming, *Commun. ACM.* 43 (2000) 95–97. doi:10.1145/355112.355130.
- [5] D. Gries, Where is programming methodology these days?, *ACM SIGCSE Bull.* 34 (2002) 5. doi:10.1145/820127.820129.
- [6] N. Hara, Student distress in a web-based distance education course, *Information, Commun. Soc.* (2000). doi:10.1080/13691180010002297.
- [7] M.Y. Yi, Y. Hwang, Predicting the use of web-based information systems: Self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model, *Int. J. Hum. Comput. Stud.* (2003). doi:10.1016/S1071-5819(03)00114-9.
- [8] F.D. Davis, User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts, *Int. J. Man. Mach. Stud.* (1993). doi:10.1006/imms.1993.1022.
- [9] A. Koohang, A. Durante, Learners ' Perceptions toward the Web-based Distance

Learning Activities / Assignments Portion of an Undergraduate Hybrid Instructional Model, *J. Inf. Technol. Educ.* (2003).

- [10] E.E. Grandon, K. Alshare, O. Kwun, Factors influencing student intention to adopt online classes: a cross-cultural study, *J. Comput. Sci.* (2005). doi:1047853.
- [11] L. Harasim, Shift happens: Online education as a new paradigm in learning, *Internet High. Educ.* (2000). doi:10.1016/S1096-7516(00)00032-4.
- [12] S. A. Odunaike, O. O. Olugbara, S. Ojo, E-learning Implementation Critical Success Factors, *Lect. Notes Eng. Comput. Sci.* 2202 (2013) 560–565.
- [13] D.G. Oblinger, B.L. Hawkins, “IT Myths The Myth about E-Learning,” *Educ. Rev.* 40 (2005) 14.
- [14] R. Donnelly, *Applied e-learning and e-teaching in higher education*, IGI Glob. (2008).
- [15] W. Bhuasiri, O. Xaymoungkhoun, H. Zo, J.J. Rho, A.P. Ciganek, Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty, *Comput. Educ.* 58 (2012) 843–855. doi:10.1016/J.COMPEDU.2011.10.010.
- [16] Y. Suo, Y. Shi, Towards Blended Learning Environment Based on Pervasive Computing Technologies, in: *Hybrid Learn. Educ.*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, n.d.: pp. 190–201. doi:10.1007/978-3-540-85170-7_17.
- [17] S. Graf, *Fostering Adaptivity in E-Learning Platforms: A Meta-Model Supporting Adaptive Courses.*, (2005) 440–443.
- [18] C.J. Jackson, *Learning Styles and its measurement: An applied neuropsychological model of learning for business and education*, (2002).

- [19] V. Paunovic, S. Jovanovic, Towards Advanced Data Retrieval from Learning Objects Repositories, 4th Int. Conf. E-Learning, Belgrade. (2013) 26–27.
- [20] V. Garcia-Barrios, F. Moedritscher, C. Guetl, Personalisation versus Adaptation? A User-centred Model Approach and its Application, (2018).
- [21] P. Brusilovsky, Methods and techniques of adaptive hypermedia, User Model. User-Adapt. Interact. (1996). doi:10.1007/BF00143964.
- [22] P. Brusilovsky, Adaptive hypermedia, User Model. User-Adapt. Interact. (2001). doi:10.1023/A:1011143116306.
- [23] P. Brusilovsky, M.T. Maybury, From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web, Commun. ACM. 45 (2002) 30–33. doi:10.1145/506218.506239.
- [24] D. Benyon, D. Murray, Adaptive systems: from intelligent tutoring to autonomous agents, Knowledge-Based Syst. (1993). doi:10.1016/0950-7051(93)90012-I.
- [25] E. Alfonseca, R.M. Carro, E. Martín, A. Ortigosa, P. Paredes, The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: A case study, User Model. User-Adapt. Interact. (2006). doi:10.1007/s11257-006-9012-7.
- [26] N. Bajraktarevic, P. Fullick, Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation, (2003).
- [27] N. Ford, S.Y. Chen, Individual Differences, Hypermedia Navigation, and Learning: An Empirical Study, J. Educ. Multimed. Hypermedia. (2000). doi:Individual differences, hypermedia navigation, and learning.
- [28] F. Mampadi, S.Y. Chen, G. Ghinea, M.-P. Chen, Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach, Comput. Educ. (2011). doi:10.1016/j.compedu.2010.11.018.

- [29] E. Sangineto, N. Capuano, M. Gaeta, A. Micarelli, Adaptive course generation through learning styles representation, *Univers. Access Inf. Soc.* (2008). doi:10.1007/s10209-007-0101-0.
- [30] L.L. Taylor, *Adapting instruction based on learning styles for improved learning among rural community college students*, 2007.
- [31] E. Triantafillou, A. Pomportsis, S. Demetriadis, The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles, *Comput. Educ.* (2003). doi:10.1016/S0360-1315(03)00031-9.
- [32] E. Triantafillou, A. Pomportsis, S. Demetriadis, E. Georgiadou, The value of adaptivity based on cognitive style: An empirical study, *Br. J. Educ. Technol.* (2004). doi:10.1111/j.1467-8535.2004.00371.x.
- [33] K. Buch, C. Sena, Accommodating diverse learning styles in the design and delivery of on-line learning experiences, *J. Work. Learn.* (2001).
- [34] M. Siadaty, F. Taghiyareh, PALS2: Pedagogically adaptive learning system based on Learning Styles, in: *Seventh IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol. (ICALT 2007)*, 2007. doi:10.1109/ICALT.2007.198.
- [35] S. Graf, *Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles*, *Proc. 2009 IEEE/WIC/ACM Int.* (2009). doi:10.1109/WI-IAT.2009.271.
- [36] K.A. Papanikolaou, M. Grigoriadou, H. Kornilakis, G.D. Magoulas, Personalizing the interaction in a web-based educational hypermedia system: The case of INSPIRE, *User Model. User-Adapted Interact.* (2003). doi:10.1023/A:1024746731130.
- [37] S.M. Parvez, G.D. Blank, *A pedagogical framework to integrate learning style into*

- intelligent tutoring systems, *J. Comput. Sci. Coll.* (2007).
- [38] E. Popescu, Adaptation provisioning with respect to learning styles in a Web-based educational system: An experimental study, *J. Comput. Assist. Learn.* (2010). doi:10.1111/j.1365-2729.2010.00364.x.
- [39] J.C.R. Tseng, H.C. Chu, G.J. Hwang, C.C. Tsai, Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information, *Comput. Educ.* (2008). doi:10.1016/j.compedu.2007.08.002.
- [40] R.Z. Cabada, M.L. Barrón Estrada, C.A. Reyes García, EDUCA: A web 2.0 authoring tool for developing adaptive and intelligent tutoring systems using a Kohonen network, *Expert Syst. Appl.* (2011). doi:10.1016/j.eswa.2011.01.145.
- [41] F. Essalmi, L.J. Ben Ayed, M. Jemni, Kinshuk, S. Graf, A fully personalization strategy of E-learning scenarios, *Comput. Human Behav.* (2010). doi:10.1016/j.chb.2009.12.010.
- [42] S.K. Filippidis, I.A. Tsoukalas, On the use of adaptive instructional images based on the sequential-global dimension of the Felder-Silverman learning style theory, *Interact. Learn. Environ.* (2009). doi:10.1080/10494820701869524.
- [43] S. Schiaffino, P. Garcia, A. Amandi, eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students, *Comput. Educ.* (2008). doi:10.1016/j.compedu.2008.05.008.
- [44] E. Brown, C. Stewart, T. Brailsford, Adapting for Visual and Verbal Learning Styles in AEH, *Sixth IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol.* (2006). doi:10.1109/ICALT.2006.1652665.
- [45] C. Wolf, Construction of an Adaptive E-learning Environment to Address Learning

- Styles and an Investigation of the Effect of Media Choice, *Sch. Educ.* (2007).
- [46] A. Souhaib, K. Mohamed, I. Ahmed, E. Kadiri, K. Eddine, Adaptive hypermedia systems for e-learning, in: *IEEE EDUCON 2010 Conf.*, IEEE, 2010: pp. 1799–1804. doi:10.1109/EDUCON.2010.5492421.
- [47] J.G. Boticario, O.C. Santos, Issues in Developing Adaptive Learning Management Systems for Higher Education Institutions, *Int. Work. Adapt. Learn. Learn. Des. Adapt. Hypermedia.* (2006).
- [48] D. a Wiley, Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, *Learn. Technol.* (2000). doi:10.1002/stab.200710001.
- [49] Y. Atif, R. Benlamri, J. Berri, Learning Objects Based Framework for Self-Adaptive Learning, *Educ. Inf. Technol.* 8 (2003) 345–368. doi:10.1023/B:EAIT.0000008676.64018.af.
- [50] A.D. Learning, Sharable Content Object Reference Model, Sequencing and Navigation (SN), in: 2004.
- [51] I. IMS Global Learning Consortium, *Ims simple sequencing best practice and implementation guide version 1.0 final specification*, Rep. Tec., IMS Glob. Learn. Consortium, Inc. (n.d.).
- [52] I. IMS Global Learning Consortium, *IMS Simple Sequencing Information and Behavior Model (Version 1.0 Final Specification)*., (n.d.).
- [53] M. Seines, R. Babuska, H.B. Verbruggen, Rule-based modeling: Precision and transparency, *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev.* (1998). doi:10.1109/5326.661100.

- [54] A. Konar, Computational Intelligence, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2005. doi:10.1007/b138935.
- [55] L. a. Zadeh, Fuzzy sets, Inf. Control. (1965). doi:10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [56] L.A. Zadeh, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, Fuzzy Sets Syst. (1978). doi:10.1016/0165-0114(78)90029-5.
- [57] R.R. Yager, Fuzzy logic methods in recommender systems, Fuzzy Sets Syst. (2003). doi:10.1016/S0165-0114(02)00223-3.
- [58] S.R.D. Queiroz, F.D.T. de Carvalho, G.L. Ramalho, V. Corruble, Making recommendations for groups using collaborative filtering and fuzzy majority, Adv. Artif. Intell. Proc. (2002).
- [59] L. Martínez, M.J. Barranco, L.G. Pérez, M. Espinilla, A knowledge based recommender system with multigranular linguistic information, Int. J. Comput. Intell. Syst. (2008). doi:10.1080/18756891.2008.9727620.
- [60] R. Colomo-Palacios, I. González-Carrasco, J.L. López-Cuadrado, Á. García-Crespo, Resyster: A hybrid recommender system for scrum team roles based on fuzzy and rough sets, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci. (2012). doi:10.2478/v10006-012-0059-9.
- [61] M. Ferreira-Satler, F.P. Romero, V.H. Menendez-Dominguez, A. Zapata, M.E. Prieto, Fuzzy ontologies-based user profiles applied to enhance e-learning activities, Soft Comput. (2012). doi:10.1007/s00500-011-0788-y.
- [62] M. Nilashi, O. Bin Ibrahim, N. Ithnin, Hybrid recommendation approaches for multi-criteria collaborative filtering, Expert Syst. Appl. (2014).

doi:10.1016/j.eswa.2013.12.023.

- [63] E. Majd, V. Balakrishnan, A trust model for recommender agent systems, *Soft Comput.* (2017). doi:10.1007/s00500-016-2036-y.
- [64] M. Garcia-Valdez, G. Licea, *Aprendizaje colaborativo basado en recursos adaptativos*, 2008.
- [65] R.S. Dunn, K.J. Dunn, *Teaching Elementary Students Through Their Individual Learning Styles: Practical Approaches for Grades 3-6*, Allyn and Bacon, 1992.
<https://books.google.com.mx/books?id=DUI5QgAACAAJ>.
- [66] J. Kagan, B.L. Rosman, D. Day, J. Albert, W. Phillips, Information processing in the child: Significance of analytic and reflective attitudes., *Psychol. Monogr. Gen. Appl.* (1964). doi:10.1037/h0093830.
- [67] A.Y. Kolb, D. a Kolb, *The Kolb Learning Style Inventory — Version 3 . 1 2005 Technical Specifications*, LSI Tech. Man. (2005). doi:10.1016/S0260-6917(95)80103-0.
- [68] R. Felder, L. Silverman, Learning and teaching styles in engineering education, *Eng. Educ.* (1988). doi:10.1109/FIE.2008.4720326.
- [69] C. Alonso, D. Gallego, P. Honey, *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*, Ann. Phys. (N. Y). (1997).
- [70] R. Mencke, S. Hartman, *Learning Style Assessment*, Univ. Arizona. (2000).
- [71] J. Renzulli, M. Rizza, L. H. Smith, *Learning Styles Inventory, Version III: A Measure of Student Preferences for Instructional Techniques. Technical and Administrative Manual*, (2002).
- [72] Y. Shang, H. Shi, S.-S. Chen, *An intelligent distributed environment for active*

- learning, in: Proc. Tenth Int. Conf. World Wide Web - WWW '01, 2001.
doi:10.1145/371920.372074.
- [73] C. Wolf, iWeaver : Towards ' Learning Style ' -based e-Learning in Computer Science Education, Fifth Australas. Comput. Educ. Conf. (ACE 2003),2003. Aust. Comput. Soc. 2003 CRPIT ISBN 0-909925-98-4, P273-279. (2003).
- [74] S. Rundle, R. Dunn, The Guide to Individual Excellence: A Self Directed Guide to Learning and Performance Solutions, (2000).
- [75] P. Honey, A. Mumford, The Learning Styles Questionnaire, Learn. Styles Quest. 80 Item Version. (2006). doi:10.1111/1468-2389.00174.
- [76] P. De Bra, L. Calvi, AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture, New Rev. Hypermedia Multimed. 4 (1998) 115–139. doi:10.1080/13614569808914698.
- [77] N. Stash, A. Cristea, P. De Bra, Adaptation to learning styles in e-learning: Approach evaluation, in: E-Learn World Conf. E-Learning Corp. Gov. Heal. High. Educ., 2006: pp. 284–291.
- [78] P. De Bra, A. Aerts, B. Rousseau, Concept Relationship Types for AHA! 2.0, Proc World Conf E-Learning Corp Gov Heal High Educ. (2002).
- [79] N. Stach, A.I. Cristea, P.M.E. De Bra, Explicit intelligence in adaptive hypermedia : generic adaptation languages for learning preferences and styles, in: I. Hatzilygeroudis (Ed.), Proc. Int. Work. Comb. Intell. Adapt. Hypermedia Methods/Techniques Web-Based Educ. (CIAH'05; Conjunction with HT'05, Salzburg, Austria, Sept. 6-9, 2005, University of Patras, 2005: pp. 75–84.
- [80] P. Askar, D. Davenport, An investigation of factors related to self-efficacy for Java programming among engineering students, Turkish Online J. Educ. Technol.

(2009).

- [81] I. Cetin, M.Y. Ozden, Development of computer programming attitude scale for university students, *Comput. Appl. Eng. Educ.* 23 (2015) 667–672.
doi:10.1002/cae.21639.
- [82] N. Pillay, V.R. Jugoo, An investigation into student characteristics affecting novice programming performance, *ACM SIGCSE Bull.* (2005).
doi:10.1145/1113847.1113888.
- [83] C.F. Lynch, K.D. Ashley, V. Aleven, N. Pinkwart, Defining “ Ill-Defined Domains ”; A literature survey ., in: *Proc. Work. Intell. Tutoring Syst. IllDefined Domains 8th Int. Conf. Intell. Tutoring Syst.*, 2006.
- [84] B.P. WOOLF, Building Intelligent Interactive Tutors Student-centered strategies for revolutionizing e-learning, 2010. doi:10.1007/BF02680460.
- [85] P.G.R.L. Fedeli, Intelligent Tutoring Systems: a short History and New Challenges, *Intell. Tutoring Syst. an Overv.* (n.d.) 13.
- [86] M. Waalkens, V. Aleven, N. Taatgen, Does supporting multiple student strategies lead to greater learning and motivation? Investigating a source of complexity in the architecture of intelligent tutoring systems, *Comput. Educ.* (2013).
doi:10.1016/j.compedu.2012.07.016.
- [87] A. Mitrovic, Modeling domains and students with constraint-based modeling, *Stud. Comput. Intell.* (2010). doi:10.1007/978-3-642-14363-2_4.
- [88] A. Corbett, L. Kauffman, B. Maclaren, A. Wagner, E. Jones, A Cognitive Tutor for Genetics Problem Solving: Learning Gains and Student Modeling, *J. Educ. Comput. Res.* (2010). doi:10.2190/EC.42.2.e.

- [89] C. Conati, C. Merten, Eye-tracking for user modeling in exploratory learning environments: An empirical evaluation, *Knowledge-Based Syst.* (2007). doi:DOI 10.1016/j.knosys.2007.04.010.
- [90] A. Mitrovic, B. Martin, P. Suraweera, K. Zakharov, N. Milik, J. Holland, N. McGuigan, ASPIRE : An Authoring System and Deployment Environment for Constraint-Based Tutors, *Int. J. Artif. Intell. Educ.* (2009).
- [91] A. Mitrovic, B. Martin, Evaluating the effects of open student models on self-assessment, *Int. J. Artif. Intell. Educ.* (2007). doi:10.1007/3-540-47952-X.
- [92] A. Mitrovic, A. Weerasinghe, Revisiting Ill-Definedness and the Consequences for ITSs, in: *Front. Artif. Intell. Appl.*, 2009. doi:10.3233/978-1-60750-028-5-375.
- [93] U. De, C. Informáticas, S. Antonio, Los sistemas tutores inteligentes y su impacto en la enseñanza de la programación, in: n.d.
- [94] N.-T. Lea, N. Pinkwartb, Considering Ill-Definedness Of Problem Tasks Under The Aspect Of Solution Space, (n.d.).
- [95] C. Hu, Rethinking of Teaching Objects-First, *Educ. Inf. Technol.* (2004). doi:10.1023/B:EAIT.0000042040.90232.88.
- [96] P.J. Burton, R.E. Bruhn, Teaching programming in the OOP era, *ACM SIGCSE Bull.* (2003). doi:10.1145/782941.782993.
- [97] J.P. Jacquot, Which use for Java in introductory courses?, in: *Proc. Inaug. Conf. Princ. Pract. Program. 2002 Proc. Second Work. Intermed. Represent. Eng. Virtual Mach. 2002*, 2002.
- [98] S.M. Tuttle, iYO Quiero Java!: Teaching Java As a Second Programming Language, *J. Comput. Sci. Coll.* 17 (2001) 34–45.

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=775339.775348>.

- [99] S. Cooper, W. Dann, R. Pausch, Teaching objects-first in introductory computer science, ACM SIGCSE Bull. (2003). doi:10.1145/792548.611966.
- [100] M. Blumenstein, Strategies for improving a Java-based, first year programming course, in: Proc. - Int. Conf. Comput. Educ. ICCE 2002, 2002. doi:10.1109/CIE.2002.1186162.
- [101] R. Duke, E. Salzman, J. Burmeister, Teaching programming to beginners- choosing the language is just the first step, Proc. ACE 2000. (2000). doi:10.1145/359369.359381.
- [102] S. Hadjerrouit, Java as First Programming Language: A Critical Evaluation, Learning. (1998). doi:10.1145/292422.292440.
- [103] D. Clark, C. MacNish, G.F. Royle, Java as a teaching language: opportunities, pitfalls and solutions, in: ACSE '98 Proc. 3rd Australas. Conf. Comput. Sci. Educ., 1998. doi:<http://doi.acm.org/10.1145/289393.289418>.
- [104] Venkatesh, Morris, Davis, Davis, User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, MIS Q. 27 (2003) 425. doi:10.2307/30036540.
- [105] M. Fishbein, I. Ajzen, Attitude formation, Belief, Attitude, Intention, Behav. An Introd. to Theory Res. (1975). doi:10.1016/B978-0-12-375000-6.00041-0.
- [106] I. Ajzen, M. Fishbein, Understanding attitudes and predicting social behavior, 1980.
- [107] F.D. Davis, A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results, Management. (1985). doi:oclc/56932490.

- [108] F.D. Davis, R.P. Bagozzi, P.R. Warshaw, User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models, *Manage. Sci.* (1989). doi:10.1287/mnsc.35.8.982.
- [109] J.S. Eccles, A. Wigfield, Motivational Beliefs, Values, and Goals, *Annu. Rev. Psychol.* (2002). doi:10.1146/annurev.psych.53.100901.135153.
- [110] E.L. Deci, R.M. Ryan, The Support of Autonomy and the Control of Behavior, *J. Pers. Soc. Psychol.* (1987). doi:10.1037/0022-3514.53.6.1024.
- [111] V. Venkatesh, C. Speier, Computer technology training in the workplace: A longitudinal investigation of the effect of mood, *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.* (1999). doi:10.1006/obhd.1999.2837.
- [112] S. Taylor, P.A. Todd, Understanding information technology usage: A test of competing models, *Inf. Syst. Res.* (1995). doi:10.1287/isre.6.2.144.
- [113] R.L. Thompson, C.A. Higgins, J.M. Howell, Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization, *MIS Q.* (1991). doi:10.2307/249443.
- [114] E.M. Rogers, *Diffusion of Innovations*, 1995. doi:citeulike-article-id:126680.
- [115] A. Bandura, Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change, *Psychol. Rev.* (1977). doi:10.1037/0033-295x.84.2.191.
- [116] R.W. Lent, S.D. Brown, G. Hackett, Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance, *J. Vocat. Behav.* (1994). doi:10.1006/jvbe.1994.1027.
- [117] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan, J. Riedl, Analysis of recommendation algorithms for e-commerce, in: *Proc. 2nd ACM Conf. Electron. Commer. - EC '00*, 2000. doi:10.1145/352871.352887.

[118] J. Ben Schafer, D. Frankowski, J. Herlocker, S. Sen, Collaborative Filtering Recommender Systems, in: *Adapt. Web*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, n.d.: pp. 291–324. doi:10.1007/978-3-540-72079-9_9.

[119] C. Hurtado, G. Licea, M. Garcia-Valdez, Integrating Learning Styles in an Adaptive Hypermedia System with Adaptive Resources, in: 2018: pp. 49–67. doi:10.1007/978-3-319-74060-7_3.

[120] Memletics, Learning Styles Inventory, 2008.

APÉNDICE A. CUESTIONARIO DEL ÍNDICE DE ESTILOS DE APRENDIZAJE

Cuestionario del Índice de Estilos de Aprendizaje

**Richard M. Felder
Barbara A. Soloman**

North Carolina State University

POLÍTICA DE PRIVACIDAD:

Los datos de respuesta y el perfil de estilo de aprendizaje no se almacenan ni se envían a nadie que no sea usted. No se pueden recuperar una vez que haya enviado el formulario completado y recibido los resultados.

INDICACIONES:

Por favor, indique su nombre y apellido, que se imprimirá en el informe de resultados que le será devuelto. (Tenga en cuenta la Política de Privacidad de arriba si le preocupa la confidencialidad). Sólo puede elegir una respuesta para cada pregunta y debe responder todas las preguntas antes de enviar el formulario. Si las dos respuestas a una pregunta parecen aplicarse a usted, elija la que se aplique con más frecuencia en todos sus cursos. Cuando haya seleccionado las respuestas a las 44 preguntas, haga clic en el botón "Enviar" al final del formulario.

- 1 Entiendo algo mejor después de que
 - a) Lo pruebo
 - b) Lo pienso

- 2 Prefiero ser considerado
 - a) Realista
 - b) Innovador

- 3 Cuando pienso en lo que hice ayer, es muy probable que piense en
 - a) Una foto
 - b) Palabras

- 4 Tiendo a
 - a) Entender los detalles de un tema, pero puede ser difusa su estructura general.
 - b) Comprender la estructura general, pero puede ser difusa en los detalles.

- 5 Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda a
 - a) Hablar sobre eso.

- b) Pensar sobre eso.
- 6 Si yo fuera un maestro, preferiría enseñar un curso
- Que se ocupa de hechos y situaciones de la vida real.
 - Que se ocupa de ideas y teorías.
- 7 Prefiero obtener nueva información en
- Imágenes, diagramas, gráficos o mapas.
 - Instrucciones escritas o información verbal.
- 8 Una vez que entiendo
- Todas las partes, entiendo todo.
 - Todo completo, veo como encajan las partes.
- 9 En un grupo de estudio que trabaja en material difícil, es más probable que
- Contribuya con ideas de inmediato
 - Me siente y escuche
- 10 Encuentro más fácil
- Aprender hechos
 - Aprender conceptos
- 11 En un libro con muchas fotos y gráficas, es probable que
- Revise cuidadosamente las fotos y las gráficas
 - Me enfoque en el texto escrito
- 12 Cuando resuelvo problemas matemáticos
- Por lo general me aproximo a la solución un paso a la vez
 - A menudo solo veo las soluciones pero tengo problemas para encontrar los pasos para llegar a ella
- 13 En clases que he tomado
- Por lo general he llegado a conocer a muchos de los estudiantes
 - Rara vez he llegado a conocer a muchos de los estudiantes
- 14 En la lectura de no ficción, prefiero
- Algo que me enseña cosas nuevas o me diga cómo hacer algo
 - Algo que me da nuevas ideas para pensar.
- 15 Me gustan los profesores
- Que ponen muchos diagramas en el pizarrón
 - Que pasan mucho tiempo explicando
- 16 Cuando estoy analizando una historia o novela
- Pienso en los incidentes y trato de reunirlos para descubrir los temas.
 - Sólo sé cuáles son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresarme y encontrar los incidentes que los demuestran
- 17 Cuando empiezo un problema de tarea, es más probable que
- Empiece a trabajar en la solución inmediatamente

- b) Trate de comprender el problema primero
- 18 Prefiero la idea de
- a) Certeza
 - b) Teoría
- 19 Recuerdo mejor
- a) Lo que veo
 - b) Lo que escucho
- 20 Es más importante para mí que un instructor
- a) De un material en pasos secuenciales claros
 - b) De un visión general y relacione el material con otros temas.
- 21 Prefiero estudiar
- a) En un grupo de estudio
 - b) Solo
- 22 Es más probable ser considerado
- a) Cuidadoso con los detalles de mi trabajo.
 - b) Creativo sobre cómo hacer mi trabajo.
- 23 Cuando obtengo direcciones a un nuevo lugar, prefiero
- a) Un mapa
 - b) Instrucciones escritas
- 24 Aprendo
- a) A un ritmo bastante regular. Si estudio mucho, lo “conseguiré”
 - b) Al inicio. Voy a estar totalmente confundido y de repente todo hace “clic”
- 25 Preferiría primero
- a) Probar cosas
 - b) Pensar en cómo voy a hacerlo
- 26 Cuando leo para disfrutar, me gusta que los escritores
- a) Digan claramente lo que significan.
 - b) Digan las cosas de manera creativa e interesante.
- 27 Cuando veo un diagrama o dibujo en clase, es muy probable que recuerde
- a) La imagen.
 - b) Lo que el instructor dijo al respecto.
- 28 Al considerar un conjunto de información, es más probable que
- a) Me enfoque en los detalles y perder el panorama general.
 - b) Trate de entender el panorama general antes de entrar en los detalles.
- 29 Recuerdo más fácilmente
- a) Algo que he hecho.

b) Algo sobre lo que he pensado mucho.

30 Cuando tengo que realizar una tarea, prefiero

- a) Dominar una forma de hacerlo.
- b) Proponer nuevas maneras de hacerlo.

31 Cuando alguien me está mostrando datos, yo prefiero

- a) Gráficos o tablas.
- b) Texto que resume los resultados.

32 Al escribir un artículo, es más probable que

- a) Trabaje en (pensar o escribir) el inicio del artículo y avance progresivamente.
- b) Trabaje en (pensar o escribir) diferentes partes del artículo y luego las ordene.

33 Cuando tengo que trabajar en un proyecto en grupo, primero quiero

- a) Tener una "lluvia de ideas en grupo" donde todos aportan ideas.
- b) Hacer una lluvia de ideas individualmente y luego reunirse como un grupo para comparar ideas.

34 Considero un elogio más alto llamar a alguien

- a) Sensato.
- b) Imaginativo.

35 Cuando me encuentro con gente en una fiesta, es más probable que recuerde

- a) Cómo se veían físicamente.
- b) Lo que dijeron de sí mismos.

36 Cuando estoy aprendiendo un nuevo tema, prefiero

- a) Mantenerme enfocado en ese tema, aprendiendo tanto como pueda.
- b) Tratar de establecer conexiones entre ese tema y temas relacionados.

37 Es más probable que se me considere

- a) Extrovertido.
- b) Reservado.

38 Prefiero cursos que enfatizan

- a) Material concreto (hechos, datos).
- b) Material abstracto (conceptos, teorías).

39 Para el entretenimiento, prefiero

- a) Ver la televisión.
- b) Leer un libro.

40 Algunos profesores comienzan sus clases con un temario de lo que cubrirán.

Estos temarios son

- a) Un poco útiles para mí.
- b) Muy útil para mí.

41 La idea de hacer tareas en grupo, con una calificación para todo el grupo,

- a) Me atrae.
- b) No me atrae.

42 Cuando hago cálculos largos,

- a) Tiendo a repetir todos mis pasos y revisar mi trabajo con cuidado.
- b) Encuentro que mi trabajo es tedioso y tengo que obligarme a hacerlo.

43. Tiendo a imaginar lugares que he estado

- a) Con facilidad y bastante precisión.
- b) Con dificultad y sin mucho detalle.

44. Al resolver problemas en un grupo, sería más probable que

- a) Piense en los pasos del proceso de solución.
- b) Piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en una amplia gama de áreas.

HOJA DE CALIFICACIÓN ILS

1. Ponga "1" en los espacios apropiados en la tabla de abajo (por ejemplo, si respondió "a" a la Pregunta 3, ponga un "1" en la Columna A de la Pregunta 3).
2. Totalice las columnas y escriba los totales en los espacios indicados.
3. Para cada una de las cuatro escalas, restar el total más pequeño del más grande. Escribe la diferencia (1 a 11) y la letra (a o b) para la cual el total fue mayor en la línea de fondo.
Por ejemplo, si bajo "ACT / REF" tuviera 4 respuestas "a" y 7 "b", escribiría "3b" en la línea inferior bajo ese encabezado.
4. En la siguiente página, marque "X" por encima de sus puntuaciones en cada una de las cuatro escalas.

Nombre: _____

Edad: _____

ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1	___	___	2	___	___	3	___	___	4	___	___
5	___	___	6	___	___	7	___	___	8	___	___
9	___	___	10	___	___	11	___	___	12	___	___
13	___	___	14	___	___	15	___	___	16	___	___
17	___	___	18	___	___	19	___	___	20	___	___
21	___	___	22	___	___	23	___	___	24	___	___
25	___	___	26	___	___	27	___	___	28	___	___
29	___	___	30	___	___	31	___	___	32	___	___
33	___	___	34	___	___	35	___	___	36	___	___
37	___	___	38	___	___	39	___	___	40	___	___
41	___	___	42	___	___	43	___	___	44	___	___
Total (sum X's in each column)											
ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
a	b		a	b		a	b		a	b	
___	___		___	___		___	___		___	___	
(Larger – Smaller) + Letter of Larger (see below*)											
_____			_____			_____			_____		

***Example:** If you totaled 3 for a and 8 for b, you would enter 5b in the space below.

Transfiera sus calificaciones al formulario de informe de ILS colocando X en los lugares apropiados en las cuatro escalas.

ILS REPORT FORM

ACT														REF
	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	
SEN														INT
	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	
VIS														VRB
	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	
SEQ														GLO
	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	

Si su puntaje en una escala es 1-3, usted está bastante bien equilibrado en las dos dimensiones de esa escala.

Si su puntaje en una escala es 5 o 7, usted tiene una preferencia moderada por una dimensión de la escala y aprenderá más fácilmente en un ambiente de enseñanza que favorezca esa dimensión.

Si su puntaje en una escala es 9 u 11, tiene una preferencia muy fuerte por una dimensión de la escala. Usted puede tener dificultad real de aprendizaje en un ambiente que no apoya esa preferencia.

Ver "Estilos y estrategias de aprendizaje" de Richard Felder y Barbara Soloman para obtener explicaciones de sus preferencias en las escalas individuales.

APÉNDICE B. TEORÍA UNIFICADA DE ACEPTACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA

Artículos utilizados en la estimación de la teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)

Expectativa de rendimiento

- Encontraría el sistema útil en mi trabajo.
- El uso del sistema me permite realizar tareas más rápidamente.
- El uso del sistema aumenta mi productividad.
- Si utilizo el sistema, aumentaré mis posibilidades de conseguir un aumento.

Esperanza de esfuerzo

- Mi interacción con el sistema sería clara y comprensible.
- Sería fácil para mí ser hábil usando el sistema.
- Encuentro el sistema fácil de usar.
- Aprender a operar el sistema es fácil para mí.

Actitud hacia el uso de la tecnología

- Usar el sistema es una buena idea.
- El sistema hace el trabajo más interesante.
- Trabajar con el sistema es divertido.
- Me gusta trabajar con el sistema.

Influencia social

- Las personas que influyen en mi comportamiento piensan que debo usar el sistema.
- Las personas que son importantes para mí piensan que debo usar el sistema.
- La alta dirección de este negocio ha sido útil en el uso del sistema.
- En general, la organización ha apoyado el uso del sistema.

Condiciones favorecedoras

- Tengo los recursos necesarios para usar el sistema.
- Tengo el conocimiento necesario para usar el sistema.
- El sistema no es compatible con otros sistemas que uso.
- Una persona (o grupo) específico está disponible para ayudar con las dificultades del sistema.

Auto-eficacia

Podría completar un trabajo o una tarea utilizando el sistema ...

- Si no había nadie alrededor que me dijera qué hacer mientras voy.
- Si pudiera llamar a alguien para ayudarme si me quedaba atascado.

- Si tuviera mucho tiempo para completar el trabajo para el cual se proporcionó el software.
- Si solo tuviera la facilidad de la ayuda incorporada para asistencia.

Ansiedad

- Me siento aprensivo por usar el sistema.
- Me asusta pensar que podría perder mucha información usando el sistema golpeando la tecla equivocada.
- Dudo en usar el sistema por miedo a cometer errores que no puedo corregir.
- El sistema es algo intimidante para mí.

La intención conductual de usar el sistema

- Tengo la intención de usar el sistema en los próximos <n> meses.
- Predigo que usaría el sistema en los próximos <n> meses.
- Planeo usar el sistema en los próximos <n> meses

Escala de Likert:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo