

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

PROCESO DE PREDICCIÓN DE ESTILOS DE  
APRENDIZAJE Y RECOMENDACIÓN DE RECURSOS  
EDUCATIVOS, BASADO EN TÉCNICAS DE APRENDIZAJE  
AUTOMÁTICO PARA MINERÍA WEB Y DE  
RECOMENDACIÓN PERSONALIZADA.

TESIS QUE PRESENTA

Mayra Helena Gómez García

Como requisito parcial para obtener el título de

**MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

## **Resumen**

La pandemia por coronavirus (COVID-19) ha provocado la mayor interrupción en la historia dentro de los sistemas educativos, afectando a casi 1.600 millones de estudiantes en más de 190 países en todos los continentes.

Debido a esto, los gobiernos deben hacer hincapié en la equidad e inclusión de los estudiantes dentro del sistema educativo, en el caso de México se ha implementado estrategias de educación a distancia.

A pesar del auge que tiene, no basta sólo con hacer uso de herramientas tecnológicas y utilizar contenido multimedia, también es necesario conocer el estado cognitivo de los estudiantes.

Por lo que se propone el uso de una plataforma de aprendizaje que ayude en la detección de estilos de aprendizaje, la cual se apoye en el uso de técnicas de Aprendizaje Automático para Minería Web y técnicas de recomendación personalizada, con el fin de que sea posible realizar ajustes a una o más características del entorno de aprendizaje, por ejemplo, cambios en el contenido de aprendizaje, incorporación de texto, gráficos o videos, etc.

En este sentido la minería web hace referencia al proceso global de descubrimiento de información o conocimiento útil, mediante la extracción de palabras dentro de un documento clasificándolo de acuerdo con su contenido.

En cuanto a los sistemas de recomendación son una herramienta que permite establecer un conjunto de criterios y valoraciones sobre los datos de los usuarios para poder realizar predicciones sobre recomendaciones de elementos que puedan ser de utilidad o valor para el usuario.

**Palabras clave:** Estilos de aprendizaje, Ambientes virtuales de aprendizaje, Inteligencia artificial, Minería web, Técnicas de recomendación

# **CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la enseñanza virtual o E-learning sufre un proceso de expansión constante, que seguirá adelante en los próximos años. A pesar del auge que en estos momentos tiene la educación E-learning, no basta sólo con hacer uso de herramientas tecnológicas y hacer llegar contenido multimedia al estudiante, ya que esto no garantiza un aprendizaje más rápido ni más eficaz; esto depende en gran medida del estado cognitivo de los estudiantes, así como de la calidad percibida dentro de la plataforma de estudio.

En este periodo escolar de “Aprende en casa” se ha observado que los alumnos requieren un mayor apoyo, aunque se transmitan contenidos educativos por televisión y se les brinde asesorías en línea en donde los docentes realizan diversas estrategias brindando materiales ya sean multimedia y/o impresos, los temas no suelen comprenderse en su totalidad, lo cual se ve reflejado en la entrega de evidencias así como en las evaluaciones parciales que se les realizan a los alumnos, esto conlleva a un bajo desempeño escolar implicando que estos no alcancen los aprendizajes esperados de cada asignatura, o que inclusive deserten debido a que para algunos padres y alumnos esta estrategia de enseñanza no la ven funcional.

Es por ello, que para lograr que dicha estrategia resulte efectiva es fundamental contar con un proceso que permita ofrecer contenidos acordes a las necesidades e intereses del alumno y más en estos tiempos donde no es posible tener un acercamiento directo con él.

Por lo cual se propone el diseño de un proceso el cual dé la posibilidad de realizar un diagnóstico inicial del alumno, el cual vaya enfocado a la detección de estilo de aprendizaje, y de igual manera pueda obtener el nivel cognitivo del alumno en cuanto a las asignaturas básicas como comprensión lectora, redacción de textos y cálculo mental.

### **a. Idea sustentada**

A pesar del auge que en estos momentos tiene esta forma de enseñanza, no basta sólo con que el docente haga uso de herramientas tecnológicas y haga llegar contenido multimedia al estudiante, ya que esto no garantiza un aprendizaje más rápido ni más eficaz; esto depende en gran medida del estilo cognitivo de los estudiantes, debido a que no todos aprenden al mismo ritmo (estilos de aprendizaje), lo cual implica que la estrategia de educación se vea limitada.

Por lo cual es necesario diseñar un proceso que permita identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, tomando como base los conocimientos previos, aptitudes y habilidades de cada uno, y partir de ahí generar contenidos educativos que se ajusten a las necesidades de cada alumno.

Se pretende adaptar los perfiles de usuario de los estudiantes a las características particulares de cada uno, así como a las características propias del contexto de educación a distancia actualmente impuesto en el país por el confinamiento derivado de la pandemia de COVID-19. De ahí que se considere, al menos en principio, el uso del modelo de estilos de aprendizaje VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico), modelo referente a nivel de educación básica en México (Trujillo Arteaga, 2017), así como la integración de recursos digitales de aprendizaje provistos actualmente por la Secretaría de Educación Pública del gobierno de México, recursos que han sido verificados y validados por expertos del dominio y que son de acceso completamente abierto y gratuito.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La pandemia del COVID-19 ha causado el mayor cambio por el cual ha pasado la educación a nivel mundial; impactando de manera desfavorable; ante dicha situación, los gobiernos del mundo se han visto en la necesidad de cerrar escuelas para tratar de frenar los contagios.

En México se han implementado nuevas formas de trabajo a distancia para que los estudiantes de educación básica continúen con sus procesos de aprendizaje y adquieran los aprendizajes esperados. Una de ellas es el programa público llamado

“Aprende en Casa”, con el cual se pretende hacer llegar contenidos educativos a los estudiantes por medio de la televisión, y suele estar acompañado de actividades o sesiones grupales en diversas plataformas digitales educativas y de videoconferencias como Google Classroom, Zoom o Google Meet, además de llamadas, video llamadas o mensajes de texto personales a través de aplicaciones de mensajería instantánea como WhatsApp, así como de cuadernillos de trabajo impresos y/o digitales.

Ante dicha situación se ha podido notar que, a pesar de todas estas estrategias implementadas por los docentes, no ha sido posible lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes. Esto debido a que no se cuenta con una detección de estilos de aprendizaje adecuada.

Es por lo que esta investigación tiene como enfoque, el diseño de un proceso que permita la detección oportuna de los estilos de aprendizaje del estudiante, la cual es una tarea ardua, pero de suma importancia para que los estudiantes reciban las estrategias pedagógicas adecuadas a su capacidad cognitiva.

Como se sabe el estilo de aprendizaje es uno de los factores más importantes para el desarrollo humano; ya que integra los aspectos cognitivos y afectivo-motivacionales del funcionamiento individual, es decir, es un proceso por el cual el ser humano adquiere conocimiento, así como valores que ayudan a formar su carácter. Por dicha razón, es importante que cada docente conozca el estilo de aprendizaje de cada estudiante, permitiéndole crear y asignar actividades acordes a cada estilo, ya sea auditivo, visual, kinestésico (*Sánchez, s/f*).

Teniendo esos datos como base podremos ofrecer contenido personalizado, incluyendo materiales y recursos que le ayuden a fortalecer sus habilidades y poder alcanzar los aprendizajes esperados de su grado escolar.

#### **a. Preguntas de Investigación**

¿Es posible sistematizar el proceso de evaluación de las aptitudes, actitudes y conocimientos de los estudiantes para predecir sus estilos de aprendizaje y así recomendar contenidos educativos personalizados de forma automática?

## **JUSTIFICACIÓN**

Uno de los errores más comunes que se comete como docente frente a grupo, es el abordar los contenidos de aprendizaje de una misma manera para todos los estudiantes, olvidando que no todos aprenden de la misma forma ni al mismo ritmo.

Lo cual significa que los contenidos de las diversas asignaturas deberían abordarse con distinto tipo de materiales didácticos, es decir, se tiene que trabajar con formas variadas en la medida posible; con la finalidad de que los alumnos puedan aprender los contenidos significativamente.

Es muy importante tener conocimiento de los estilos de aprendizaje de los estudiantes; por parte de los docentes, como de los propios estudiantes. Esto con el fin, de seguir acciones académicas que den resultados más efectivos en el proceso educativo.

Se pretende brindar un proceso para la generación de contenidos personalizados para los estudiantes, tomando en cuenta el nivel cognitivo, necesidades y potencial del alumno.

Esto con el fin de que el docente se asegure de que los estudiantes han comprendido y asimilado los conceptos impartidos y pueden avanzar en el proceso educativo.

Lo anterior tiene como beneficio una temprana detección de necesidades específicas de cada estudiante, además de que el estudiante se sentirá más valorado e involucrado en su proceso de aprendizaje, motivando su participación; por otra parte, existirá una mayor inclusión escolar, logrando un mayor desempeño de los estudiantes. En cuanto a los docentes, les permitirá obtener retroalimentación sobre posibles aspectos a mejorar o realizar en los materiales de estudio, además de poder colaborar con otros docentes de manera colegiada. Y en cuanto a los beneficios para la institución, le permitirá adaptar el proceso a diferentes estructuras curriculares y reutilizar contenidos.

## **HIPÓTESIS**

H1: Con el uso de técnicas de recomendación basada en contenido y de Aprendizaje Automático para minería Web es posible implementar un ambiente virtual adaptativo de aprendizaje que permita sistematizar el proceso de evaluación de aptitudes, actitudes y conocimientos de los estudiantes para recomendar contenido educativo personalizado de forma automática a partir de la predicción de estilos de aprendizaje

- Variable independiente. Técnicas de recomendación basadas en IA para detección de estilos de aprendizaje.
- Variable dependiente. Contenido personalizado para los alumnos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un proceso basado en técnicas de Aprendizaje Automático para minería web y de recomendación personalizada que permita evaluar las aptitudes, actitudes y conocimientos de los estudiantes y predecir sus estilos de aprendizaje para crear bancos de contenidos educativos acordes a sus necesidades particulares.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Análisis de técnicas de recomendación personalizada.
- Análisis de técnicas de Aprendizaje Automático para minería web.
- Análisis de estilos y modelos de aprendizaje.
- Diseño del proceso de predicción de estilos de aprendizaje y recomendación de recursos educativos.
- Especificación del proceso.
- Validación del proceso mediante pruebas de concepto.

## **ALCANCES**

El presente proyecto tiene como contribución el diseño de un proceso de predicción de estilos de aprendizaje y recomendación de recursos educativos, basado en técnicas de Aprendizaje Automático para minería web y de recomendación personalizada.

El proceso se dividirá en subprocesos con sus respectivas actividades; como se muestra a continuación:

Etapa de Minería Web:

- Predicción de estilos de aprendizaje: Aprendizaje automático para agrupamiento, se hace uso del algoritmo de agrupación K-means clustering, el cual agrupa a los alumnos (según características similares) y fusiona en un grupo de estilo de aprendizaje.
- Gestión de lecciones: En el cual se realiza una generación de registros de interacción entre el estudiante y el recurso.

Etapa de recomendación:

- Perfilador de recursos: Se utiliza el algoritmo TF-IDF para clasificar los recursos según la relevancia de su contenido.
- Perfilador de Estudiantes: Se utiliza el algoritmo TF-IDF, se realiza un promedio simple de los recursos con los que interactúa el estudiante.
- Calculador de Similitudes: Se hace uso de la Similitud Coseno, se realiza el cálculo de similitud entre el perfil del estudiante y los recursos de aprendizaje.
- Adaptación de lecciones: Permite crear la recomendación de recursos de aprendizaje, tomando en cuenta los intereses personales del estudiante; así como su estilo de aprendizaje y su nivel de desempeño, tomando como base los cálculos de las similitudes.

El proyecto actualmente cuenta con el proceso de predicción de estilos de aprendizaje. El diseño de una arquitectura de software, así como la implementación de una plataforma de aprendizaje basada en dicha arquitectura, quedará fuera de los alcances del proyecto, considerando dicha implementación en una investigación futura.

## **LIMITACIONES**

El proyecto tiene como objetivo la predicción de estilos de aprendizaje de los estudiantes, como punto inicial se partirá del diseño de un proceso que permita

dicha tarea, iniciando con un registro de las actividades del estudiante así como de los recursos que consulta, tomando como base dicha información será posible determinar el estilo de aprendizaje y por ende los contenidos que son aptos para su tipo de aprendizaje, esto permitirá tener un perfil de estudiante así como un perfil de recursos, es decir, definir que recursos son más aptos para cierto tipo de estilo de aprendizaje, por el momento sólo se cuenta con el diseño del proceso de predicción de estilos de aprendizaje, esperando en un futuro se le de continuidad a dicho proyecto y poder implementarlo de forma que se tenga acceso a una plataforma de aprendizaje automático.

## **ESTADO DEL ARTE**

Un modelo para el proceso para entregar contenido educativo en un sistema de gestión del aprendizaje (LMS), tomando en cuenta el estilo de aprendizaje por competencias. El modelo está basado en los estilos de aprendizaje Felder y Silverman y el diseño de un proceso adaptativo. Se utilizaron técnicas de aprendizaje automático para lograr la adaptación de contenido (*estándares tecnológicos para especificar y caracterizar elementos importantes del proceso de aprendizaje y agentes inteligentes*), como resultado se entregan recursos de aprendizaje ordenados de acuerdo con el aprendizaje específico de cada usuario. El primer prototipo de dicho trabajo fue desarrollado sobre dotLRN, un LMS de código abierto, que permite presentar detalles de implementación en el contexto del proceso de adaptación. (Mejía et al., s/f)

La secuenciación de cursos es una tecnología originada en el área del Sistema de Aprendizaje Inteligente / Adaptativo con el objetivo básico de proporcionar al usuario final / estudiante la secuencia de contenidos de conocimiento más adecuada para aprender y la secuencia de tareas de aprendizaje (ejemplos, ejercicio, problemas, contenidos, etc.), para ello se requiere de una interfaz de usuario adaptable y para ello es necesario que este supervise las acciones del usuario e intenta identificar patrones de uso y, en consecuencia, ajustar los componentes de la interfaz o el contenido proporcionado por el sistema. Otra herramienta útil es la minería del uso de la web la cual tiene por objeto averiguar qué buscan los usuarios en el portal de

aprendizaje electrónico. Esta utiliza los registros web para extraer patrones potenciales de estilos de aprendizaje. Este tipo de patrones es utilizado para estudiar el comportamiento de navegación del alumno y la eficiencia de los componentes de la interfaz utilizados para adaptar y personalizar la entrega de recursos. (Kolekar et al., 2010)

Existen diferentes modelos de estilos de aprendizaje, los cuales miden dimensiones similares. Las técnicas de agrupación en clústeres (aprendizaje automático no supervisado) se pueden utilizar para organizar datos en grupos según las similitudes entre elementos de datos individuales. Estas técnicas se utilizan también en campos como la minería de datos, el reconocimiento de patrones, el análisis de imágenes y la bioinformática. Existen varias técnicas de agrupamiento como K-medias, C-medias difusas, agrupamiento jerárquico y mezcla gaussiana. El objetivo es dividir  $X$  en  $K$  grupos  $k \in C$  de modo que todos los datos pertenecientes al mismo grupo sean más "similares" que los datos de diferentes grupos. Cada uno de los grupos  $K$  se llama grupo. El resultado del algoritmo es un mapeo inyectivo  $X \rightarrow K$  de los elementos de datos  $X$  a los grupos  $k \in C$ . Hay diferentes tipos de medidas de similitud como la distancia, la conectividad o la intensidad. El resultado del estudio permitirá a los instructores atender adecuadamente a los estudiantes individuales tanto en un ambiente de aprendizaje mediado por tecnología como en un ambiente de clase tradicional. El papel de instructor como consejero asesor también se descargaría adecuadamente al aconsejado. (Catherine, 2013)

La Minería Web juega un papel muy importante para los sistemas de e-learning. En el sistema de aprendizaje electrónico personalizado, el usuario personaliza el entorno de aprendizaje en función de sus elecciones personales. Para hacer un historial del sistema personalizado de cada usuario, es necesario guardarlo en forma de registros de usuario. El sistema propuesto proporciona un nuevo enfoque con una combinación de minería de uso web, algoritmo HITS y minería de contenido web. Combina resultados de visitas en registros de usuario y contenido de páginas web con un algoritmo de agrupación denominado algoritmo de agrupación en agrupamiento Lingo. (Chakurkar & Adiga, 2014)

*Una técnica general utilizada es el filtrado de contenido, que puede ser considerado como una base de reglas compleja predefinida que recomienda conceptos basados en la demografía de los estudiantes, marcados como contenido estático ineficaz. Un enfoque híbrido que utiliza filtrado de contenido junto con un modelo que aprende el patrón de aprendizaje y el estilo del estudiante se adapta mejor a un motor de recomendación de contenido en un sistema de aprendizaje electrónico. Por lo cual se considera una estructura de mapa de contenido jerárquico curada pedagógicamente, que se asemeja a los prerrequisitos de los conceptos educativos y detecta el estilo y patrón de aprendizaje del estudiante para recomendar el tipo de contenido. Esta estructura jerárquica se denomina Mapa del conocimiento, la cual ofrece, eficiencia en el ahorro de tiempo y esfuerzos del estudiante, además de una interfaz de usuario (UI) personalizada. (Sharma, 2017)*

El filtrado basado en contenido se utiliza para calcular la similitud entre el alumno y su competencia teniendo en cuenta los diferentes antecedentes de conocimiento de cada alumno. El filtrado colaborativo y el estilo de aprendizaje se agregan para hacer recomendaciones basadas en la ponderación de las experiencias de los alumnos y el estilo de aprendizaje. Se considera que el enfoque propuesto puede recomendar materiales de aprendizaje para las diferentes necesidades de los alumnos, teniendo en cuenta su competencia, la experiencia de los compañeros y los estilos de aprendizaje. Con base en estudios previos, los estilos de aprendizaje podrían afectar positivamente la recomendación. (Trusthi & Nurjanah, 2017)

Se capturaron los comportamientos de aprendizaje y se han modelado como ontología de perfil de aprendizaje. La ontología del perfil del alumno contiene secuencias etiquetadas basadas en categorías FLSM. En segundo lugar, se propone clasificar estas secuencias capturadas en categorías de estilos de aprendizaje que representan los grupos de estilos de aprendizaje. Para clasificar las secuencias de los alumnos, se utiliza el algoritmo de agrupación en clústeres de K-means, debido a que es simple, fácil de desarrollar y funciona rápido en la mayoría de las situaciones. Además, como se conoce el número de categorías FLS, será más fácil ejecutar el algoritmo k-means. Los datos de comportamiento de los

alumnos se recopilaron de la plataforma E-learning de Sup 'Management Group2. El sistema educativo en línea se desarrolló en base a la plataforma Moodle.

*(El Aissaoui et al., 2018)*

Los sistemas de aprendizaje electrónico adaptables integran características del alumno como el nivel de conocimiento, estilo de aprendizaje y habilidades para proporcionar un aprendizaje personalizado y recomendar material educativo, para construir dicho sistema, en primer lugar, se debe identificar el estilo de aprendizaje utilizando datos capturados (secuencias) y luego modificar el e-learning portal basado en estilos de aprendizaje identificados. El estilo e aprendizaje del alumno es identificado en función de los valores de los parámetros definidos de FSLSM y agrupados mediante un agrupamiento, después, el algoritmo clasifica según el comportamiento del nuevo alumno mediante un algoritmo de clasificación, para ello es necesario convertir los datos capturados como formato XML en secuencias de aprendizaje, el archivo recopila identificación de la secuencia, la identificación del alumno, la identificación de la sesión, la página y tiempo dedicado a cada sección.

*(El Fazazi et al., 2019)*

El sistema aprenderá de los diferentes estilos de aprendizaje del usuario para proporcionar un conjunto de recomendaciones. La implementación del modelo propuesto de sistema de recomendación puede ayudar a los estudiantes a encontrar el mejor material y mantenerlos motivados durante su estudio. Para implementar el sistema de recomendación, se propuso la Arquitectura de Diseño de Servicios, en donde se integra Universidad, Corporativo, Gobierno, Pasarela de Pago y Banca. Las entidades se construyen para crear el nuevo ecosistema en los procesos de e-learning. Hay algunos servicios funcionales, como patrocinio, seguimiento de usuarios, procesadores de pago, trabajo cron, informes y solicitud. La arquitectura de diseño de servicios utilizó la API REST para integrar la aplicación entre entidades. (Qomariyah & Fajar, 2019)

Para el desarrollo de esta investigación inicialmente se realizó un análisis de clustering, el cual se desarrolló en dos fases la primera un clúster jerárquico para generar una idea inicial de la formación de grupos. La segunda fase desarrolló un

algoritmo de clúster no jerárquico basado en medianas. Se introduce en este paso la metodología de lógica Fuzzy para dar interpretación al proceso de transición de los estudiantes entre niveles de conocimiento. En tercer lugar, se aplicó la técnica de aprendizaje automático K-vecinos cercanos (KNN) para clasificar a los estudiantes de la plataforma, adicionalmente para verificar la consistencia y pertenencia de los estudiantes a los perfiles o clúster definidos previamente se utilizó los modelos discriminante lineal y cuadrático, para comparar los resultados de clasificación, validando así el contexto del estudio y promoviendo la generación de futuras investigaciones en el tema. Por último, se generó el proceso de visualización de los resultados implementando la técnica del escalado multidimensional, generando un esquema para el proceso de agrupamiento general y otro para el agrupamiento basado en lógica Fuzzy.(De-La-Hoz et al., 2019)

En los sistemas de aprendizaje electrónico, la detección automática de los estilos de aprendizaje de los alumnos proporciona una forma concreta para que los instructores personalicen el aprendizaje para que esté disponible para los alumnos. Para ello las técnicas de clasificación son las más utilizadas para detectar de forma automática los estilos de aprendizaje por medio del procesamiento de datos provenientes de las interacciones del alumno con el sistema, capturando su comportamiento. Por otra parte, los diversos componentes de aprendizaje a los que acceden los alumnos en cada sesión de aprendizaje se definen como la secuencia de aprendizaje de ese alumno específico. Estos diversos componentes de aprendizaje se consideran asociados con varios cursos pertenecientes a la misma materia. (Azzi et al., 2020)

Se propone un sistema multi-agente para la recomendación adaptativa de objetos de aprendizaje, según una recomendación híbrida. Los OA son recuperados de repositorios de objetos de aprendizaje accesibles vía web y que cuentan con metadatos descriptivos de estos objetos. El sistema tiene una base de conocimientos en la que se almacenan los datos del perfil del estudiante como su estilo de aprendizaje, nombre, edad, área de interés, además de los OA que ya ha evaluado anteriormente. Los OA resultantes de la búsqueda son recomendados

según el estilo de aprendizaje, la evaluación realizada por otros usuarios y el conocimiento previo del estudiante, esto último con base en los OA que revisó en el pasado. Se cuenta con tres agentes de recomendación que se encargan de hacer paralelamente el proceso de recomendación de objetos de aprendizaje, un agente deliberativo que se encarga de tomar decisiones acerca de las recomendaciones y un agente usuario que representa el usuario en el sistema y se encarga de la administración de la información de los perfiles. El sistema entrega un listado de objetos recomendados a un estudiante según su estilo de aprendizaje, su historial y por preferencias de estudiantes similares a él. Es importante señalar que el proceso de recomendación inicia su ejecución utilizando algunos criterios como palabras claves o competencias educativas que se quieren lograr en el estudiante durante el aprendizaje. (Andrea Rodríguez Marín et al., 2013)

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **a. Marco teórico**

Los estilos de aprendizaje se definen como las distintas maneras en que un individuo puede aprender; son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje. Las características sobre estilo de aprendizaje suelen formar parte de cualquier informe psicopedagógico que se elabore sobre un alumno, y debiera ser el fundamento de las estrategias didácticas y refuerzos pedagógicos que se consideren sean más adecuados para dicho estudiante. (*Estilos de aprendizaje - EcuRed, s/f*)

Los modelos sobre estilos de aprendizaje ofrecen un marco conceptual para entender los comportamientos observados en el aula, explican la relación de esos comportamientos con la forma en que están aprendiendo los alumnos y el tipo de estrategias de enseñanza que pueden resultar más eficaces en un momento determinado. Existen diferentes modelos con sus respectivos estilos de aprendizaje: Sistema de representación Modelo (PNL): Visual, auditivo y kinestésico. Modo de

procesar la información (David Kolb): Activo, reflexivo, pragmático y teórico. La categorial bipolar (Felder y Silverman): Sensoriales/intuitivos, Visuales/Verbales, Secuenciales/Globales. Preferencias de pensamiento (Ned Herman): Racionales, cuidadosos, experimentales, emotivos. Desarrollo de las capacidades (Bernice Mc Carthy): Proceso de ocho momentos pedagógicos para conseguir que el alumno logre aprendizajes significativos. (Aragón García & Jiménez Galán, 2012)

Inteligencia artificial (IA) se refiere a los sistemas o las máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y que tienen la capacidad de mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan. La IA se manifiesta de varias formas, como puede ser en: bots conversacionales, asistentes inteligentes, motores de recomendación, etc. Existen numerosos casos de éxito que demuestran el valor de la IA. Las organizaciones que suman el aprendizaje autónomo e interacciones cognitivas a las aplicaciones y a los procesos de negocios tradicionales pueden mejorar en mayor medida la experiencia de usuario e impulsar la productividad. (*¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?, s/f*)

Dentro de los métodos de generación de recomendaciones podemos mencionar recuperación pura o recomendación nula, en la que el sistema ofrece a los usuarios una interfaz de búsqueda a través de la cual pueden realizar consultas a una base de datos de ítems. Por otra parte, se encuentran las recomendaciones seleccionadas manualmente por expertos. Los expertos identifican ítems basándose en sus propias preferencias, intereses u objetivos, y crean una lista de ítems que esté disponible para todos los usuarios del sistema y en otros casos, los sistemas ofrecen resúmenes estadísticos calculados en función de las opiniones del conjunto de usuarios, por lo que tampoco son personalizados. (*Sistemas de recomendación | CTIC, s/f*)

La minería Web es un campo importante de aplicación en Internet. Se utiliza para el estudio del comportamiento de ciertos aspectos esenciales para mejorar la arquitectura de un sitio ayuda a descubrir conocimientos potencialmente útiles a las organizaciones. Se subdivide en áreas que abarcan el contenido del sitio, la estructura de navegación y el comportamiento de los usuarios. **Minería de uso**

**Web**, tiene como principal objetivo extraer patrones de uso del Web por parte de los usuarios. Para esto, se utilizan los archivos Log (registros de sucesos/eventos) de los servidores Web. Este tipo de minería tiene dos objetivos principales: Extraer patrones generales de uso de un sitio Web de manera que pueda reestructurarse para que sea más fácil de utilizar y mejore el acceso por parte de los usuarios. Obtener perfiles de los distintos tipos de usuarios a partir de su comportamiento y navegación, para ofrecer una atención más personalizada. (*Urdaneta, s/f*)

K-means es uno de los algoritmos de aprendizaje supervisados más sencillos y el más conocido. Puede usar el algoritmo para diversas tareas de aprendizaje automático, como son: Detección de datos anormales, Agrupación en clústeres de documentos de texto, Análisis de conjuntos de datos antes de utilizar otros métodos de clasificación o regresión. La agrupación en clústeres utiliza técnicas iterativas para agrupar los casos de un conjunto de datos en clústeres que poseen características similares. Estas agrupaciones son útiles para explorar los datos, identificar anomalías en ellos y, finalmente, para realizar predicciones. Los modelos de agrupación en clústeres también pueden ayudarle a identificar las relaciones en un conjunto de datos que podrían no deducirse lógicamente mediante una simple observación o examen. Por estos motivos, la agrupación en clústeres se suele usar en las primeras fases de las tareas de aprendizaje automático, a fin de explorar los datos y detectar correlaciones inesperadas. (*likebupt, s/f*)

TF-IDF es una abreviatura de Término Frecuencia inversa de documentos. Este es un algoritmo muy común para transformar texto en una representación significativa de números que se utiliza para ajustar el algoritmo de la máquina para la predicción. TF-IDF genera listas de palabras claves con una calificación o peso que indica qué tan relevante es la palabra con respecto al documento seleccionado y al corpus en general. (*Vuotto et al., 2015*)

Existen dos alternativas para identificar el estilo de aprendizaje de un alumno. La primera se lleva a cabo por medio de una prueba o test inicial que realiza el alumno al comienzo del curso. El problema aquí es que los alumnos tienden a escoger respuestas arbitrariamente, por lo que los resultados pueden ser inexactos y no

reflejar los estilos reales de aprendizaje. El estilo de aprendizaje una vez identificado, no cambia hasta la próxima vez que el alumno realice nuevamente el test. La segunda alternativa se lleva a cabo por medio de la aplicación de técnicas de aprendizaje de máquina que permiten que los estilos de aprendizaje del alumno estén actualizados a lo largo del tiempo. En definitiva, se trata de implementar técnicas de aprendizaje de máquina para reconocer en los cursos de e-learning los estilos de aprendizaje de cada uno de los alumnos y, a partir de allí adaptar la estrategia de enseñanza. (*DETECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE CLÚSTER, s/f*)

El aprendizaje automático (ML) es el proceso mediante el cual se usan modelos matemáticos de datos para ayudar a un equipo a aprender sin instrucciones directas. Se considera un subconjunto de la inteligencia artificial (IA). El aprendizaje automático permite predecir valores, identificar repeticiones inusuales, seleccionar la estructura y predecir categorías. Existen tres técnicas principales que las personas usan en el aprendizaje automático: *Aprendizaje supervisado* el cual abordar los conjuntos de datos con etiquetas o estructura sirve como un profesor y "entrena" al equipo, lo que aumenta su capacidad para realizar una predicción o tomar una decisión, el *Aprendizaje no supervisado* aborda los conjuntos de datos sin etiquetas ni estructuras, buscar patrones y relaciones mediante la agrupación de datos en clústeres y *Reforzar el aprendizaje* en el cual el agente (un programa informático que actúa en nombre de alguien o algo), reemplaza al operador humano y ayuda a determinar el resultado en función de un bucle de comentarios. Algunas de las principales ventajas que las empresas han logrado con sus proyectos de aprendizaje automático son: Descubrir la información, Mejorar la integridad de los datos, Mejorar la experiencia del usuario, Reducir el riesgo. (*¿Qué es el aprendizaje automático?*, s. f.)

El análisis de clúster es una técnica de aprendizaje no supervisado en el área del aprendizaje automático, capaz de crear grupos de tal forma que las observaciones pertenecientes a un grupo están muy cercanas entre ellas y apartadas de las observaciones ubicadas en otro clúster. Existen 4 categorías de algoritmos de

clustering: 1) *de particionamiento*; 2) *basados en densidad*; 3) *basados en redes*; y 4) *jerárquicos*. Los algoritmos de partición tal como k-means y de partición alrededor de las medianas iterativamente refinan un conjunto de k clústeres y por lo general no escalan bien para grandes conjuntos de datos. Los algoritmos basados en densidad son capaces de generar clústeres de tamaño arbitrario y de lidiar con valores extremos. Los algoritmos basados en red reducen el espacio de agrupamiento a celdas dentro de una red, permitiendo un agrupamiento eficiente de conjuntos de datos de gran tamaño. Los algoritmos jerárquicos pueden ser de aglomeración o divisivos, en la forma aglomerada repetidamente se fusionan dos clústeres, mientras en la forma divisiva repetidamente se divide un clúster en dos. (De-La-Hoz et al., 2019)

El algoritmo K-Means es uno de los más antiguos y usados para agrupar. Este algoritmo está definido en términos de un centroide, el cual usualmente es la media de un grupo de puntos y es típicamente aplicado a objetos en un espacio continuo n-dimensional. Específicamente, el algoritmo consiste en seleccionar un número K de centroides de forma aleatoria, donde K es el número de grupos (clúster) deseado. Cada clúster generado está asociado a un centroide (punto central) y los puntos se asignan al clúster más cercano al centroide. K-Means siempre converge a una solución, es decir, logra un estado en el cual los puntos no cambian de grupo y por lo tanto los centroides tampoco. La ventaja de usar algoritmos inteligentes en sistemas de enseñanza y principalmente en la selección del estilo de aprendizaje, es la adaptación de cada estudiante a un ambiente particular de enseñanza. Por otra parte, también se pretende fomentar el uso de tecnologías al servicio de la educación. (Benavides et al., 2012)

*Clustering*. Esta técnica también se conoce como *k-medias* que consiste en dividir el conjunto de usuarios en *k* subconjuntos de tal forma que los elementos de cada conjunto estén lo más cerca posible en relación a una medida de distancia dada. Cada *cluster*  $C_j$  está definido por  $N_j$  elementos y un centroide  $\lambda_j$ . El centroide  $\lambda_j$  es un punto en donde se minimiza la suma de las distancias de éste con todos los elementos que pertenecen al *cluster*  $C_j$ . Se pueden tomar los valores del centroide

para estimar los valores de los ítems que el usuario no ha valorado. Trasladándolo a los SRs, si tomamos elemento  $x_n$  como las calificaciones del usuario  $n$  sobre el conjunto de ítems, se puede usar esta técnica para determinar el *cluster*  $C_j$  al que pertenece el usuario y tomar los valores  $\lambda_j$  para estimar los valores para los ítems que el usuario no ha calificado. (Escamilla González & Marcellin Jacques, 2017)

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1. Elección de instrumentos metodológicos**

Para poder corroborar la hipótesis de dicha investigación, primero se seleccionará la población a estudiar que en este caso serán los docentes y alumnos de la Escuela Secundaria José Gálvez Arrieta.

El instrumento para utilizar será una **guía de observación** la cual consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o conducta manifiesta. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias. Es un método más utilizado por quienes están orientados conductualmente.

#### **a.1. Identificación y descripción del tipo y subtipo de diseño de investigación**

##### **a.1.1 Justificación de la elección**

#### **Investigación aplicada:**

Busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

#### **Diseño experimental:**

El diseño de la investigación experimental se utiliza para establecer una relación entre la causa y el efecto de una situación. Es un diseño de investigación donde se observa el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.

Las variables independientes son manipuladas para monitorear el cambio que tiene en la variable dependiente. Se utiliza a menudo en las ciencias sociales para observar el comportamiento humano mediante el análisis de dos grupos, el afecto de un grupo en el otro.

Se elige este tipo de investigación debido a que permite manipular las variables y así poder estudiar la relación de causa-efecto entre ellas. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales.

### **Enfoque cuantitativo**

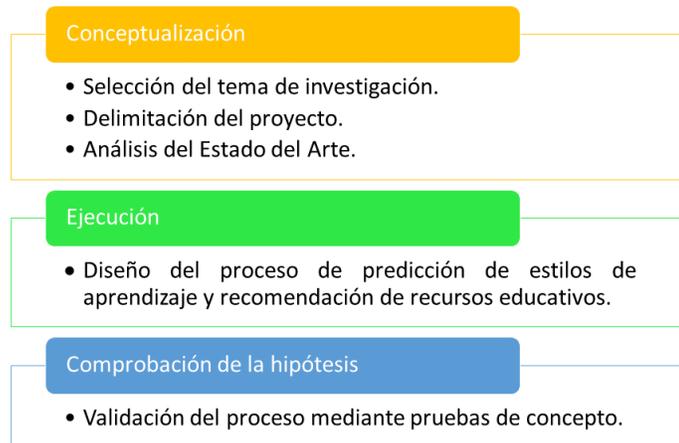
Dentro de las actividades que plantea el enfoque cuantitativo se encuentran las siguientes:

- Plantea un problema de estudio delimitado y concreto.
- De esta teoría deriva hipótesis.
- Somete a prueba las hipótesis mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes con estas, se aporta evidencia en su favor.

#### **b. Metodología de la investigación**

A continuación, se muestra la metodología de investigación utilizada, la cual consta de tres apartados, en el primero que es la *Conceptualización* en donde se realizó una selección del tema de investigación, indicando la delimitación del problema y realizando un análisis del estado del arte (trabajos relacionados).

En cuanto a la ejecución, en esta etapa se realizó el diseño del proceso de predicción de estilos de aprendizaje, en donde se define cada tarea y algoritmo utilizado en dicha etapa y por último esta la comprobación en donde por medio de pruebas de concepto se validará la hipótesis de la investigación.



*Tabla 1. Metodología de investigación.*

En este trabajo se ha considerado, inicialmente, el modelo de estilos de aprendizaje VAK (Visual, Auditivo, Kinestésico), modelo ampliamente utilizado a nivel de educación básica, y que se ha propuesto el siguiente mapeo entre los estilos de aprendizaje recogidos por dicho modelo y los recursos de aprendizaje a considerar en la plataforma (Bourkoukou et al., 2016; El Aissaoui et al., 2018; Azzi et al., 2020) (ver Tabla 6).

Mapeo de estilos de aprendizaje según el modelo VAK y recursos de aprendizaje.

Estilo de Aprendizaje/Categoría de Recurso	Video	Imagen (infografía, mapa, etc.)	Audio	Texto (lectura, glosario, etc.)	Manual/tutorial
Visual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Auditivo	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Kinestésico	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>

*Tabla 6. Mapeo de estilos de aprendizaje según el modelo VAK y recursos de aprendizaje.*

**c. Identificación y descripción de la unidad de muestreo/análisis**

**d. Delimitación de la población**

El proyecto se desarrollará en el municipio de San Juan Xiutetelco, pue., específicamente en la escuela Secundaria General “José Gálvez Arrieta”. Se aplicará a los alumnos cuyas edades van de 11 a 15 años y docentes de la misma institución.

**e. Muestreo**

***Elección del tipo de muestra***

**Muestra aleatoria simple:** es un tipo de muestreo probabilístico en el cual todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

**Cálculo del tamaño de la muestra**

**Calculadora de Muestras**

Margen de error:  
  
Nivel de confianza:  
  
Tamaño de Poblacion:

**Margen: 5%**  
**Nivel de confianza: 95%**  
**Poblacion: 720**

**Tamaño de muestra: 251**

**Ecuacion Estadistica para Proporciones poblacionales**

- n= Tamaño de la muestra
- Z= Nivel de confianza deseado
- p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)
- q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)
- e= Nivel de error dispuesto a cometer
- N= Tamaño de la población

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

*Figura 1. Calculo de muestras de alumnos.*

**f. Operacionalización de las variables**

**Variable independiente.** Técnica TF-IDF y algoritmo de agrupamiento K-means.

**Variable dependiente.** Estilo de aprendizaje, grado de interés.

Variable	Dimensión	Indicador	Ítem o reactivo
Estilo de aprendizaje	Precisión del aprendizaje automático	Estilo de aprendizaje según el modelo VAK	Recursos de aprendizaje consultados
Grado de interés	Precisión del aprendizaje automático	Frecuencia de interacción con los recursos de aprendizaje	Recursos de aprendizaje consultados

*Tabla 2. Operacionalización de variables.*

### **g. Construcción de los instrumentos de medición**

<b>TEST ESTILO DE APRENDIZAJE (MODELO PNL)</b>	
INSTRUCCIONES: Elige una opción con la que más te identifiques de cada una de las preguntas y márcala con una X.	
<p>1. ¿Cuál de las siguientes actividades disfrutas más?</p> <p>a) Escuchar música</p> <p>b) Ver películas</p> <p>c) Bailar con buena música</p>	<p>11. ¿De qué manera se te facilita aprender algo?</p> <p>a) Repitiendo en voz alta</p> <p>b) Escribiéndolo varias veces</p> <p>c) Relacionándolo con algo divertido</p>
<p>2. ¿Qué programa de televisión prefieres?</p> <p>a) Reportajes de descubrimientos y lugares</p> <p>b) Cómic y de entretenimiento</p> <p>c) Noticias del mundo</p>	<p>12. ¿A qué evento preferirías asistir?</p> <p>a) A una reunión social</p> <p>b) A una exposición de arte</p> <p>c) A una conferencia</p>
<p>3. Cuando conversas con otra persona, tú:</p> <p>a) La escuchas atentamente</p> <p>b) La observas</p> <p>c) Tiendes a tocarla</p>	<p>13. ¿De qué manera te formas una opinión de otras personas?</p> <p>a) Por la sinceridad en su voz</p> <p>b) Por la forma de estrecharte la mano</p> <p>c) Por su aspecto</p>

<p>4. Si pudieras adquirir uno de los siguientes artículos, ¿cuál elegirías?</p> <p>a) Un jacuzzi</p> <p>b) Un estéreo</p> <p>c) Un televisor</p> <p>5. ¿Qué prefieres hacer un sábado por la tarde?</p> <p>a) Quedarte en casa</p> <p>b) Ir a un concierto</p> <p>c) Ir al cine</p> <p>6. ¿Qué tipo de exámenes se te facilitan más?</p> <p>a) Examen oral</p> <p>b) Examen escrito</p> <p>c) Examen de opción múltiple</p> <p>7. ¿Cómo te orientas más fácilmente?</p> <p>a) Mediante el uso de un mapa</p> <p>b) Pidiendo indicaciones</p> <p>c) A través de la intuición</p> <p>8. ¿En qué prefieres ocupar tu tiempo en un lugar de descanso?</p> <p>a) Pensar</p> <p>b) Caminar por los alrededores</p> <p>c) Descansar</p> <p>9. ¿Qué te halaga más?</p> <p>a) Que te digan que tienes buen aspecto</p> <p>b) Que te digan que tienes un trato muy agradable</p>	<p>14. ¿Cómo te consideras?</p> <p>a) Atlético</p> <p>b) Intelectual</p> <p>c) Sociable</p> <p>15. ¿Qué tipo de películas te gustan más?</p> <p>a) Clásicas</p> <p>b) De acción</p> <p>c) De amor</p> <p>16. ¿Cómo prefieres mantenerte en contacto con otra persona?</p> <p>a) por correo electrónico</p> <p>b) Tomando un café juntos</p> <p>c) Por teléfono</p> <p>17. ¿Cuál de las siguientes frases se identifican más contigo?</p> <p>a) Me gusta que mi coche se sienta bien al conducirlo</p> <p>b) Percibo hasta el más ligero ruido que hace mi coche</p> <p>c) Es importante que mi coche esté limpio por fuera y por dentro</p> <p>18. ¿Cómo prefieres pasar el tiempo con tu novia o novio?</p> <p>a) Conversando</p> <p>b) Acariciándose</p> <p>c) Mirando algo juntos</p> <p>19. Si no encuentras las llaves en una bolsa</p> <p>a) La buscas mirando</p> <p>b) Sacudes la bolsa para oír el ruido</p>
---	---

<p>c) Que te digan que tienes una conversación interesante</p> <p>10. ¿Cuál de estos ambientes te atrae más?</p> <p>a) Uno en el que se sienta un clima agradable</p> <p>b) Uno en el que se escuchan las olas del mar</p> <p>c) Uno con una hermosa vista al océano</p>	<p>c) Buscas al tacto</p> <p>20. Cuando tratas de recordar algo, ¿cómo lo haces?</p> <p>a) A través de imágenes</p> <p>b) A través de emociones</p> <p>c) A través de sonidos</p>
<p>21. Si tuvieras dinero, ¿qué harías?</p> <p>a) Comprar una casa</p> <p>b) Viajar y conocer el mundo</p> <p>c) Adquirir un estudio de grabación</p> <p>22. ¿Con qué frase te identificas más?</p> <p>a) Reconozco a las personas por su voz</p> <p>b) No recuerdo el aspecto de la gente</p> <p>c) Recuerdo el aspecto de alguien, pero no su nombre</p> <p>23. Si tuvieras que quedarte en una isla desierta, ¿qué preferirías llevar contigo?</p> <p>a) Algunos buenos libros</p> <p>b) Un radio portátil de alta frecuencia</p> <p>c) Golosinas y comida enlatada</p> <p>24. ¿Cuál de los siguientes entretenimientos prefieres?</p> <p>a) Tocar un instrumento musical</p> <p>b) Sacar fotografías</p> <p>c) Actividades manuales</p> <p>25. ¿Cómo es tu forma de vestir?</p>	<p>31. Cuando eliges tu ropa, ¿qué es lo más importante para ti?</p> <p>a) Que sea adecuada</p> <p>b) Que luzca bien</p> <p>c) Que sea cómoda</p> <p>32. ¿Qué es lo que más disfrutas de una habitación?</p> <p>a) Que sea silenciosa</p> <p>b) Que sea confortable</p> <p>c) Que esté limpia y ordenada</p> <p>33. ¿Qué es más sexy para ti?</p> <p>a) Una iluminación tenue</p> <p>b) El perfume</p> <p>c) Cierta tipo de música</p> <p>34. ¿A qué tipo de espectáculo preferirías asistir?</p> <p>a) A un concierto de música</p> <p>b) A un espectáculo de magia</p> <p>c) A una muestra gastronómica</p> <p>35. ¿Qué te atrae más de una persona?</p> <p>a) Su trato y forma de ser</p> <p>b) Su aspecto físico</p>

<p>a) Impecable</p> <p>b) Informal</p> <p>c) Muy informal</p> <p>26. ¿Qué es lo que más te gusta de una fogata nocturna?</p> <p>a) El calor del fuego y los bombones asados</p> <p>b) El sonido del fuego quemando la leña</p> <p>c) Mirar el fuego y las estrellas</p> <p>27. ¿Cómo se te facilita entender algo?</p> <p>a) Cuando te lo explican verbalmente</p> <p>b) Cuando utilizan medios visuales</p> <p>c) Cuando se realiza a través de alguna actividad</p> <p>28. ¿Por qué te distingues?</p> <p>a) Por tener una gran intuición</p> <p>b) Por ser un buen conversador</p> <p>c) Por ser un buen observador</p> <p>29. ¿Qué es lo que más disfrutas de un amanecer?</p> <p>a) La emoción de vivir un nuevo día</p> <p>b) Las tonalidades del cielo</p> <p>c) El canto de las aves</p> <p>30. Si pudieras elegir ¿qué preferirías ser?</p> <p>a) Un gran médico</p> <p>b) Un gran músico</p> <p>c) Un gran pintor</p>	<p>c) Su conversación</p> <p>36. Cuando vas de compras, ¿en dónde pasas mucho tiempo?</p> <p>a) En una librería</p> <p>b) En una perfumería</p> <p>c) En una tienda de discos</p> <p>37. ¿Cuáles tu idea de una noche romántica?</p> <p>a) A la luz de las velas</p> <p>b) Con música romántica</p> <p>c) Bailando tranquilamente</p> <p>38. ¿Qué es lo que más disfrutas de viajar?</p> <p>a) Conocer personas y hacer nuevos amigos</p> <p>b) Conocer lugares nuevos</p> <p>c) Aprender sobre otras costumbres</p> <p>39. Cuando estás en la ciudad, ¿qué es lo que más hechas de menos del campo?</p> <p>a) El aire limpio y refrescante</p> <p>b) Los paisajes</p> <p>c) La tranquilidad</p> <p>40. Si te ofrecieran uno de los siguientes empleos, ¿cuál elegirías?</p> <p>a) Director de una estación de radio</p> <p>b) Director de un club deportivo</p> <p>c) Director de una revista</p>
---	--

Referencia: De la Parra Paz, Eric, Herencia de vida para tus hijos. Crecimiento integral con técnicas PNL, Ed. Grijalbo, México, 2004, págs. 88-95 1 00 DGB/DCA/12-2004

*Tabla 3. Test de Estilos de Aprendizaje (MODELO PNL)*

<b>EVALUACIÓN DE RESULTADOS</b>			
<p>Marca la respuesta que elegiste para cada una de las preguntas y al final suma verticalmente la cantidad de marcas por columna.</p> <p>Nombre del alumno: _____</p> <p>Grado: _____ Grupo: _____ Fecha: _____</p>			
N° DE PREGUNTA	VISUAL	AUDITIVO	CINESTÉSICO
1	B	A	C
2	A	C	B
3	B	A	C
4	C	B	A
5	C	B	A
6	B	A	C
7	A	B	C
8	B	A	C
9	A	C	B
10	C	B	A
11	B	A	C
12	B	C	A
13	C	A	B
14	A	B	C
15	B	A	C
16	A	C	B
17	C	B	A
18	C	A	B
19	A	B	C
20	A	C	B
21	B	C	A
22	C	A	B
23	A	B	C

24	B	A	C
25	A	B	C
26	C	B	A
27	B	A	C
28	C	B	A
29	B	C	A
30	C	B	A
31	B	A	C
32	C	A	B
33	A	C	B
34	B	A	C
35	B	C	A
36	A	C	B
37	A	B	C
38	B	C	A
39	B	C	A
40	C	A	B
TOTAL			

El total te permite identificar qué canal perceptual es predominante, según el número de respuestas que elegiste en el cuestionario.

*Tabla 4. Resultados Modelo PNL*

<b>Guía de observación del alumno</b>			
<b>“Identificación de intereses de los estudiantes”</b>			
Nombre del observado: _____			
Edad: _____ Grado: _____ Grupo: _____ Fecha: _____			
Ítem	Si	No	Observaciones
Disfruta leyendo historias, rimas y poemas.			
Utiliza imágenes para ayudar a entender significados			
Presta atención activa para leer o escuchar una lectura.			
Aprecia el poder de la lectura.			
Tiene facilidad para concentrarse al leer.			

Cuando aprende sobre un tema le gusta aprender más sobre este.						
Se inclina más por el contenido teórico que la práctica.						
Escucha de forma detenida lo que se le explica.						
Prefiere las cosas estructuradas a las desordenadas.						
Prefiere contenido que contenga imágenes que respalden la información.						
Está desarrollando habilidades de estudio y puede utilizar los recursos de los libros de texto.						
Prefiere material multimedia.						
Participa de forma activa generando preguntas y planteando sus dudas						
<b>Preferencia de recursos de aprendizaje</b>						
Registre las preferencias de recursos de aprendizaje observadas en el alumno, comenzando con el identificador de alumno, identificador de recurso, número de veces de visualización del recurso, así como el tipo de recurso (marcar con una x).						
Estudiante	Identificador de recurso	No. Interacciones	Tipo de recurso			
			Video	Imagen	Audio	Texto

*Tabla 5. Guía de observación “Intereses de los estudiantes”*

## **CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS**

### **METODOLOGIA DE DESARROLLO**

Para la selección de la metodología, se llevó a cabo un análisis de procesos propuestos recientemente en el campo de las Ciencias de la Computación, iniciando con los procesos de desarrollo de aplicaciones en el dominio educativo, hasta procesos de recomendación personalizada en distintos dominios, pasando por procesos de minería Web en dicho ámbito.

A continuación, se describe la metodología a seguir para el desarrollo de este trabajo de investigación, dicha metodología está dividida en dos etapas, la primera

etapa es la de *Minería Web*, la segunda etapa es la *Recomendación*, de cada etapa se describen de manera detallada las actividades que las conforman.

### a. Prototipo (Diseño del Proceso)

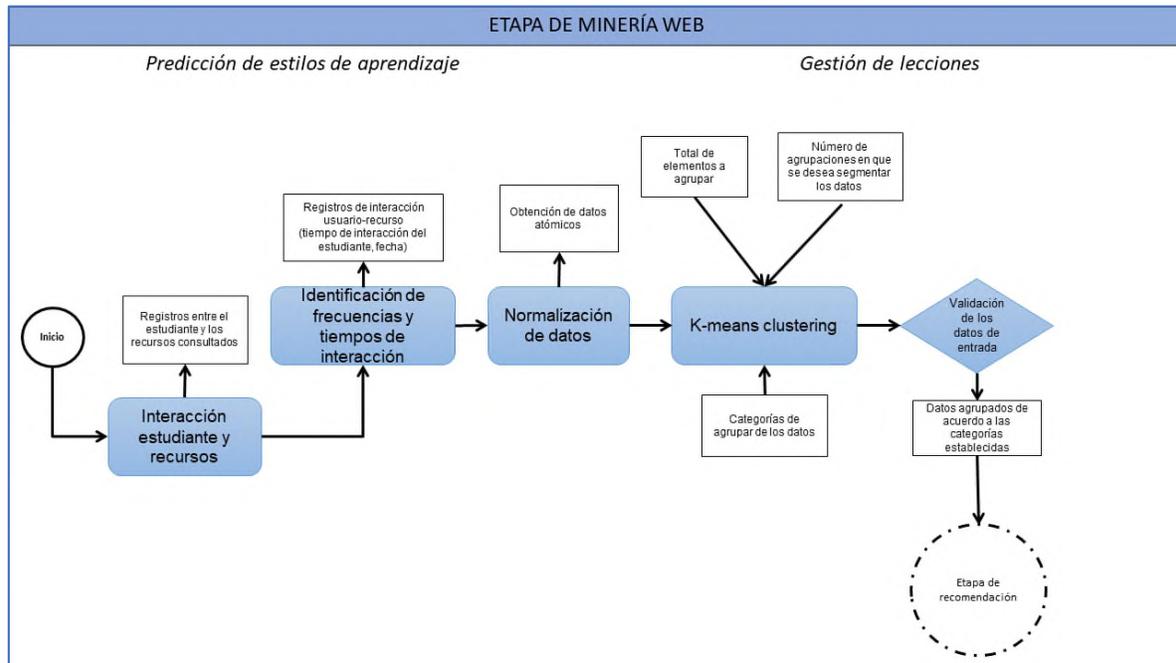


Figura 2. Descripción de actividades "Etapa de Minería Web"

1. **Interacción estudiantes y recursos.** Se realiza un registro de cada estudiante junto con los recursos que este consulto (tipo de recurso, frecuencia de uso del recurso).
2. **Identificación de frecuencias y tiempos de interacción.** Actividad de tratamiento (preprocesamiento de datos).
3. **Normalización de datos.** Transforma los datos de frecuencia y tiempo a una misma escala para su adecuado procesamiento.
4. **K-Means Clustering.** Recibe el número total de elementos (registros de interacción de estudiante-recurso) que se desean agrupar y las categorías

agrupa los elementos que tienen similitudes entre sí generando los clústeres (*estilo de aprendizaje que se asocia al recurso educativo consultado*).

- 5. Validación de los datos de entrada.** Se realiza un análisis en el cual se determina si los datos que se están recibiendo ya están agrupados en los clústeres correspondientes para sí ser recibidos en la etapa de recomendación.

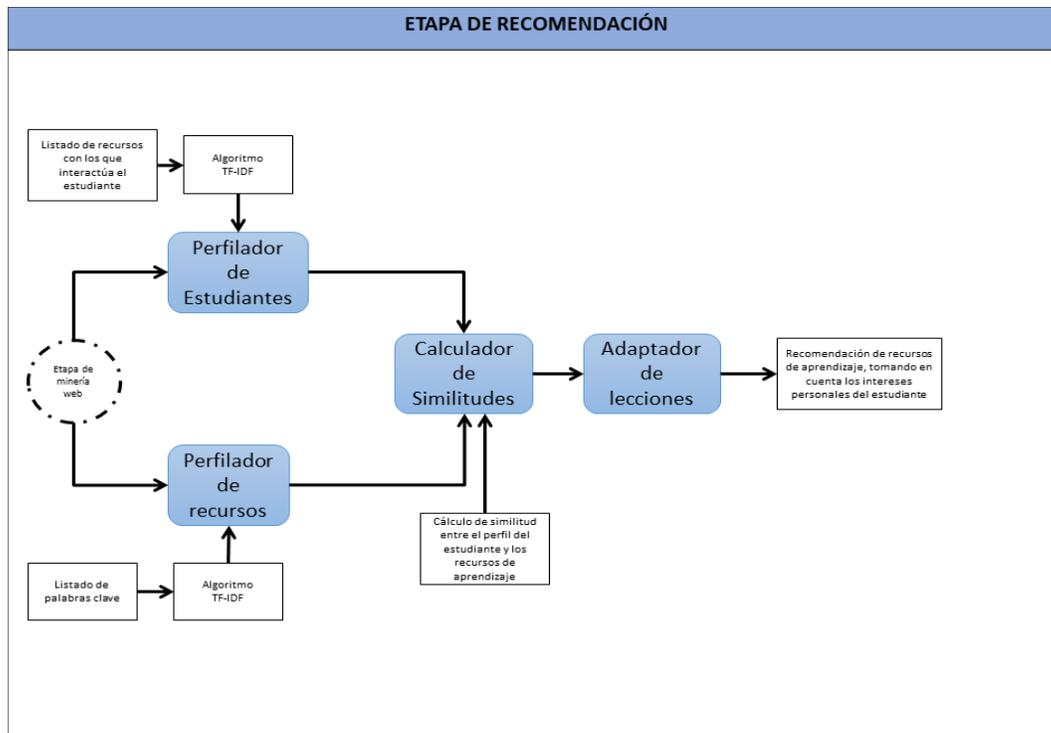


Figura 3. Descripción de actividades “Etapa de Recomendación”

- 6. Perfilamiento de recursos.** Aquí se construyen los perfiles de elementos para los recursos de aprendizaje disponibles, esta actividad es muy importante la adaptación de contenidos educativos.

- 7. Perfilamiento de estudiantes.** Se encarga de construir el perfil de usuario de cada estudiante, se realiza con base en los perfiles de elementos contruidos por el Perfilador de Recursos, específicamente, a partir del cálculo de los promedios de los pesos TF-IDF calculados para todas las etiquetas asignadas a cada uno de los recursos con los que el usuario en cuestión ha interactuado en el pasado. Además, formalmente, los estilos de

aprendizaje de los estudiantes, así como sus niveles de desempeño, se consideran parte de sus perfiles de usuario.

8. **Cálculo de similitudes.** Aquí se calcula las similitudes entre los perfiles de los estudiantes y los perfiles de los recursos de aprendizaje empleando la métrica de similitud coseno. La recomendación de los recursos de aprendizaje más susceptibles de ser del interés de un estudiante en términos de sus preferencias personales, su estilo de aprendizaje y su nivel de desempeño se reduce entonces al cálculo de las similitudes entre el perfil de dicho estudiante y los perfiles de los recursos que son, preferiblemente, hasta el momento desconocidos para él y que se asocian al correspondiente estilo de aprendizaje, así como al correspondiente nivel de desempeño.
  
9. **Adaptación de lecciones.** Permitirá adaptar los contenidos educativos de las lecciones a las necesidades de cada estudiante con base en las recomendaciones de recursos de aprendizaje resultantes del cálculo de Similitudes.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

### **Resultados**

Es posible predecir el estilo de aprendizaje del estudiante, tomando como punto inicial sus intereses, iniciando con el análisis del tipo de interacción que el estudiante tenga con los recursos disponibles, tomando como base el tipo de recurso consultado, el tiempo de consulta de cada recurso, frecuencia de uso.

La información obtenida es de gran ayuda ya que permite tener agrupados los recursos educativos que son consultados por los estudiantes de un mismo clúster (estilo de aprendizaje), lo cual permite mostrar contenido por default al estudiante y este tendrá la capacidad de etiquetar a cada recurso y así poder agrupar nuevo contenido a cada tipo de estilo.

## **Conclusiones**

Actualmente, la nueva forma de enseñanza-aprendizaje es, más que nunca, una temática estudiada; esto se debe a que los sistemas de enseñanza de todo el mundo se han visto afectados por la pandemia que aqueja al mundo entero (COVID-19), dicha situación está obligando a una reestructuración dentro de los sistemas educativos.

Dicho impacto se está reflejando en el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, siendo estas las principales herramientas para hacer llegar la educación a los hogares y con esto lograr que día tras día sean menos estudiantes los que no tengan acceso a la educación.

En países como México se están implementando estrategias para acercar a más estudiantes a los recursos educativos, pero hace falta contar con más herramientas que permitan no sólo hacer llegar dichos recursos a los alumnos, sino ofrecer materiales que se adapten a las necesidades, intereses y niveles cognitivos con los que cuenta el estudiante en curso, es por ello, que el trabajo presentado busca dar un aporte al campo de la educación ofreciendo las metodologías así como recursos tecnológicos que permitan cubrir ese aspecto dentro de dicho campo,

Las pruebas realizadas hasta el momento demuestran que es posible predecir la relevancia de recursos de aprendizaje utilizados por el estudiante, además de que con esa información se puede generar un perfil del recurso y ubicarlo en cierto campo de conocimiento, área o materia según su relevancia, también es posible generar un perfil del estudiante tomando como base el historial de los recursos a los que este accede, esto con el fin de asegurarse de que cada material proporcionado cubrirá las necesidades de cada estudiante sin importar el nivel cognitivo con el que cuenta.

## Bibliografía

- Sánchez, M. (s/f). *La importancia de considerar los estilos de aprendizaje en el ámbito escolar*. 67.
- Mejía, C., Baldiris, S., Gómez, S., & Fabregat, R. (s/f). *ADAPTATION PROCESS TO DELIVER CONTENT BASED ON USER LEARNING STYLES*. 10.
- Kolekar, S. V., Sanjeevi, S. G., & Bormane, D. S. (2010). Learning style recognition using Artificial Neural Network for adaptive user interface in e-learning. *2010 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2010.5705768>
- Catherine, O. (2013). Fuzzy C-Means Clustering Model for Identification of Students' Learning Preferences in Online Environment. *International Journal of Computer Applications*, 4, 7.
- Chakurkar, M., & Adiga, Prof. D. (2014). A Web Mining Approach for Personalized E-Learning System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5(3). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2014.050306>
- Sharma, A. (2017). A proposed e-learning system facilitating recommendation using content tagging and student learning styles. *2017 5th National Conference on E-Learning & E-Learning Technologies (ELELTECH)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ELELTECH.2017.8074989>
- El Aissaoui, O., El Madani El Alami, Y., Oughdir, L., & El Alloui, Y. (2018). Integrating web usage mining for an automatic learner profile detection: A learning styles-based approach. *2018 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISACV.2018.8354021>
- El Fazazi, H., Samadi, A., Qbadou, M., Mansouri, K., & Elgarej, M. (2019). A Learning Style Identification Approach in Adaptive E-Learning System. En Á. Rocha & M. Serrhini (Eds.), *Information Systems and Technologies to Support Learning* (Vol. 111, pp. 82–89). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03577-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03577-8_10)

- Azzi, I., Jeghal, A., Radouane, A., Yahyaouy, A., & Tairi, H. (2020). A robust classification to predict learning styles in adaptive E-learning systems. *Education and Information Technologies*, 25(1), 437–448. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09956-6>
- Andrea Rodríguez Marín, P., Tabares Morales, V., Arturo Ovalle Carranza, D., & Méndez, N. D. D. (2013). Modelo multi-agente para recomendación híbrida de objetos de aprendizaje. *Multi-agent Model for Hybrid Recommendation of Learning Objects.*, 40, 96-110.
- Trusthi, Swapaka Listya, y Dade Nurjanah. «Combination of Hybrid Filtering and Learning Style for Learning Material Recommendation». En *2017 IEEE Conference on E-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*, 24-29. Miri, Sarawak, Malaysia: IEEE, 2017. <https://doi.org/10.1109/IC3e.2017.8409233>.
- Qomariyah, N. N., & Fajar, A. N. (2019). Recommender System for e-Learning based on Personal Learning Style. *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 563-567. <https://doi.org/10.1109/ISRITI48646.2019.9034568>
- *Estilos de aprendizaje—EcuRed.* (s/f). Recuperado el 13 de diciembre de 2020, de [https://www.ecured.cu/Estilos\\_de\\_aprendizaje](https://www.ecured.cu/Estilos_de_aprendizaje)
- Aragón García, Mtra. M., & Jiménez Galán, Mtra. Y. I. (2012). Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategia docente para elevar la calidad educativa. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 9, 23–43. <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i9.73>
- *¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? | Oracle.* (s/f). Recuperado el 12 de diciembre de 2020, de <https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-ai/>
- *Sistemas de recomendación | CTIC.* (s/f). Recuperado el 12 de diciembre de 2020, de <https://www.fundacionctic.org/es/actualidad/sistemas-de-recomendacion>

- Urdaneta, I. P. (s/f). *Minería Web: Un recurso insoslayable para el profesional de la información\**. 10.
- likebupt. (s/f). *Agrupación en clústeres K-Means: Referencia para los módulos - Azure Machine Learning*. Recuperado el 28 de mayo de 2021, de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/machine-learning/algorithm-module-reference/k-means-clustering>
- Vuotto, A., Bogetti, C., & Fernández, G. (2015). Aplicación del factor TF-IDF en el análisis semántico de una colección documental. *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*, 60, 1–13. <https://doi.org/10.5195/BIBLIOS.2015.227>
- (DETECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE CLÚSTER). (s/f). 4.
- ¿Qué es el aprendizaje automático? | Microsoft Azure. (s. f.). Recuperado 7 de junio de 2021, de <https://azure.microsoft.com/es-mx/overview/what-is-machine-learning-platform/>
- De-La-Hoz, E. J., De-La-Hoz, E. J., & Fontalvo, T. J. (2019). Metodología de Aprendizaje Automático para la Clasificación y Predicción de Usuarios en Ambientes Virtuales de Educación. *Información tecnológica*, 30(1), 247-254. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000100247>
- Benavides, A. O., Dávila, Á. E. O., & Soto, W. (2012). SELECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOMÁTICA USANDO ALGORITMOS INTELIGENTES. (Spanish). *Learning styles selection for Geomatic teaching using intelligent algorithms. (English)*, 6, 42-46.
- Escamilla González, O., & Marcellin Jacques, S. (2017). Estado del arte en los sistemas de recomendación. *Research in Computing Science*, 135(1), 25-40. <https://doi.org/10.13053/rcs-135-1-2>