

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA DE SISTEMAS
VELOSA GARCIA JOSE DIVITT

DISEÑAR UN SISTEMA DE APRENDIZAJE ADAPTATIVO CON MACHINE LEARNING
PARA ESTUDIANTES EN COLOMBIA

AUTOR
CRISTIAN ANDRÉS MONROY DURÁN

BOGOTÁ D.C.
BOGOTÁ D.C., 31 DE MAYO DE 2023

CONTENIDO

1	Resumen ejecutivo	3
2	Introducción	4
3	Objetivos	8
3.1	Objetivo General	8
3.2	Objetivo Específico	8
4	Definición del problema	9
5	Justificación	10
6	Análisis de requerimientos	12
7	Marco de referencia	15
7.1	Machine Learning	15
7.2	Educación en Colombia	16
7.3	Trastornos de educación	17
7.4	Plataformas de aprendizaje adaptativas	19
8	Análisis de restricciones	27
8.1	Ambientales	27
8.2	Económicas	27
8.3	Legales	27
8.4	Salud y Seguridad	28
8.5	Socioculturales	28
9	Metodología para la selección y desarrollo de la solución	30
10	Análisis de costos	31
10.1	Costos directos	31
10.1.1	Costos de desarrollo de software	31
10.1.2	Costos del hardware	31
10.1.3	Costos de desarrollo de contenidos	31
10.1.4	Costos de las pruebas	31
10.1.5	Costos de despliegue	31
10.1.6	Mantenimiento y asistencia	32
10.2	Costos fijos	32
10.2.1	Alquiler de oficinas	32
10.2.2	Servicios públicos	32

10.2.3	Seguros.....	32
10.2.4	Salarios de los empleados	32
10.2.5	Gastos de marketing.....	32
10.2.6	Costes de ventas	32
10.3	Gastos generales.....	33
10.3.1	Administración del negocio	33
10.3.2	Gerencia	33
10.3.3	Publicidad	33
10.4	riesgo económico	34
11	Conclusiones	36
12	Bibliografía	44

1 Resumen ejecutivo

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia ha establecido que el promedio de estudiantes es de 32 en las zonas urbanas y 22 en las rurales por docente. Sin embargo, es importante considerar que parte de la población estudiantil puede presentar dificultades de aprendizaje, como dislexia, trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) u otras condiciones no diagnosticadas, que pueden afectar su capacidad para adquirir conocimientos de manera efectiva.

Para hacer frente a esta situación, este estudio propone validar con la población el desarrollo de un sistema de información que pueda almacenar, analizar y adaptar el enfoque de enseñanza para cada estudiante, identificando sus fortalezas y debilidades mediante el uso de aprendizaje automático, conocido en el mercado como aprendizaje adaptativo. Este sistema mantendría una trazabilidad de los conocimientos adquiridos a través de las asignaturas exigidas por el Ministerio de Educación, y permitiría reforzar los conocimientos que el alumno ha obtenido en niveles posteriores del curso.

La metodología que se utilizará para realizar este estudio consiste en encuestar a estudiantes con y sin trastornos de aprendizaje, padres, profesores y rectores para evaluar su interés en un sistema de información adaptativo de aprendizaje.

Este estudio es importante porque tiene el potencial de mejorar los resultados educativos de los estudiantes con trastornos del aprendizaje en Colombia. Mediante el desarrollo de un sistema de información de aprendizaje adaptativo, podemos proporcionar a estos estudiantes la instrucción individualizada que necesitan para tener éxito

2 Introducción

El artículo 67 de la Constitución Política de Colombia establece que la educación es un derecho y un servicio público con una función social. No obstante, según datos de UNICEF, más del 50% de los estudiantes que ingresan al primer grado de educación escolar desertan antes de llegar al grado 11 o repiten algún año (unicef, s.f.).

En Colombia, el sistema educativo se divide en educación primaria, que dura 5 años, y educación secundaria, que dura 6 años. El plan de estudios de ambas etapas incluye asignaturas como matemáticas, ciencias, estudios sociales, lenguaje y literatura, educación física y artes, según lo establecido por el Ministerio de Educación Nacional en 2006 (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Sin embargo, la calidad de la educación en Colombia varía significativamente según la ubicación geográfica y el tipo de escuela. En muchas zonas rurales o marginadas, las escuelas públicas no cuentan con recursos suficientes o docentes capacitados para ofrecer una educación de calidad, lo que puede tener un impacto negativo en el rendimiento académico de los estudiantes, según el Ministerio de Educación Nacional en 2018 (Ministerio de educación nacional, 2018). Por otro lado, aunque las escuelas privadas suelen ofrecer una educación de mayor calidad, su costo puede ser elevado y no están al alcance de todos los estudiantes.

Colombia se encuentra entre los países con mayores índices de escolarización en educación primaria y media en comparación con otros países de la región, con una tasa de alfabetización del 96% en personas mayores de 15 años en 2020, según datos del Banco Mundial (Banco Mundial, s.f.). A pesar de esto, la tasa de abandono escolar en la educación secundaria es preocupante, lo que sugiere que existe un número significativo de estudiantes que no logran completar esta etapa educativa (Ministerio de Educación Nacional, 2022)

Asimismo, es importante destacar que la educación en Colombia no está debidamente adaptada para atender las necesidades de los niños con necesidades especiales, incluyendo aquellos con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). En muchos casos, los maestros y directores de escuela carecen de la formación necesaria para trabajar con estos niños, lo que puede generar una falta de comprensión sobre los síntomas del trastorno y la necesidad de adaptaciones adecuadas en el entorno escolar. Por lo tanto, la educación para niños con dificultades de aprendizaje en Colombia se enfrenta a diversos desafíos como la falta de recursos, la insuficiente capacitación del personal docente y la falta de comprensión de los problemas específicos que enfrentan estos niños.

Los déficits de aprendizaje son obstáculos que limitan la capacidad de los niños y adolescentes para adquirir y aplicar habilidades académicas, y pueden manifestarse de diversas maneras (F.J. Duff, 2016). Entre los déficits de aprendizaje más frecuentes que experimentan los niños y adolescentes se encuentran:

- La dislexia, que se refiere a la dificultad para leer con fluidez y precisión, así como para comprender lo que se lee. Los niños con dislexia pueden tener problemas para reconocer palabras comunes, deletrear y leer en voz alta.
- La discalculia, que implica dificultades para comprender y trabajar con números, lo que puede afectar la capacidad para aprender aritmética básica, cálculo, geometría y álgebra.

- La disgrafía, que hace referencia a la dificultad para escribir de forma legible y coherente. Los niños con disgrafía pueden tener dificultades para formar letras y palabras, organizar sus ideas por escrito y escribir con coherencia.
- El trastorno del procesamiento auditivo, que se refiere a dificultades para procesar y comprender la información que se escucha. Los niños con este trastorno pueden tener dificultades para seguir instrucciones orales, escuchar en ambientes ruidosos y recordar información que se les ha comunicado.
- El trastorno del procesamiento visual, que implica dificultades para procesar y comprender la información visual. Los niños con este trastorno pueden tener dificultades para reconocer formas, tamaños y colores, así como para comprender la información visual en los libros de texto.
- El déficit de atención e hiperactividad (TDAH), que se caracteriza por la dificultad para concentrarse y prestar atención, y puede incluir hiperactividad e impulsividad. Los niños con TDAH pueden tener dificultades para seguir instrucciones, completar tareas y organizarse.

Además de los déficits de aprendizaje mencionados anteriormente, existen otros trastornos que pueden afectar el aprendizaje y el rendimiento académico de los niños. Por ejemplo, el trastorno del espectro autista (TEA) puede afectar la comunicación, la interacción social y la capacidad de comprensión. También existe el trastorno por déficit de atención sin hiperactividad (TDA-s) que se caracteriza por la dificultad para prestar atención y concentrarse, pero sin la presencia de hiperactividad e impulsividad.

Es importante tener en cuenta que cada niño es único y puede presentar una combinación de dificultades de aprendizaje que requieren un enfoque individualizado. Por lo tanto, es fundamental que los educadores y los padres estén informados sobre los diferentes trastornos de aprendizaje y las estrategias pedagógicas y terapéuticas más adecuadas para cada caso específico. De esta manera, se puede garantizar que todos los niños tengan igualdad de oportunidades para aprender y desarrollar todo su potencial.

El nivel de capacitación de los maestros y educadores en Colombia puede ser insuficiente para lidiar con los desafíos que presentan los niños con déficits de aprendizaje. Esto puede resultar en una falta de comprensión sobre los problemas específicos que enfrentan estos niños, lo que a su vez puede conducir a una falta de adaptaciones adecuadas en el entorno escolar. Además, la comunicación y la coordinación entre los maestros, los padres y los profesionales de la salud que trabajan con los niños con déficit de aprendizaje también pueden ser deficientes, lo que dificulta la identificación y el manejo efectivo de los problemas de aprendizaje de los niños.

Enseñar a un niño con déficit de atención puede ser un desafío, pero hay estrategias y técnicas efectivas que pueden mejorar su aprendizaje. Es importante tener en cuenta que cada niño es único y que las estrategias y técnicas que funcionan para un niño pueden no ser efectivas para otro. Por lo tanto, es fundamental trabajar en equipo con los padres, los maestros y los profesionales de la salud para desarrollar un plan de aprendizaje personalizado que se ajuste a las necesidades específicas del niño con déficit de atención. De esta manera, se pueden abordar de manera más efectiva los desafíos de aprendizaje que presentan estos niños y mejorar su rendimiento académico y su calidad de vida en general.

Un enfoque potencialmente prometedor para ayudar a los niños y jóvenes con déficit de aprendizaje es desarrollar un modelo de machine learning personalizado para abordar sus necesidades educativas individuales (Embarak, 2021). Para ello, se deben seguir algunos pasos clave:

En primer lugar, se debe identificar el problema específico de aprendizaje que se quiere abordar, por ejemplo, dificultades para aprender matemáticas, comprensión de la lectura, etc.

En segundo lugar, se deben recopilar datos relevantes sobre el rendimiento académico y la conducta de los estudiantes, como los registros académicos, las evaluaciones diagnósticas y las evaluaciones de habilidades sociales.

En tercer lugar, se deben identificar las características o variables más relevantes para el problema de aprendizaje, como la velocidad de lectura o la capacidad para reconocer palabras.

En cuarto lugar, se debe entrenar el modelo de machine learning utilizando técnicas de aprendizaje supervisado o no supervisado.

En quinto lugar, se debe validar la precisión y efectividad del modelo utilizando un conjunto de datos de prueba y ajustar sus parámetros según sea necesario.

Finalmente, se pueden desarrollar aplicaciones y herramientas de software que utilicen el modelo para personalizar el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de los niños y jóvenes con déficit de aprendizaje.

Es importante tener en cuenta que el desarrollo de un modelo de machine learning efectivo para niños y jóvenes con déficit de aprendizaje es un proceso complejo y que se requiere de la colaboración entre educadores, expertos en salud y especialistas en machine learning para lograr el éxito.

Se pueden utilizar varias herramientas de tecnología de la información y la comunicación (TIC) con machine learning para enseñar a niños y jóvenes con trastornos de aprendizaje. A continuación, se presentan algunas herramientas:

Aplicaciones móviles de lectura: Las aplicaciones móviles que utilizan la tecnología de reconocimiento de voz y machine learning pueden ayudar a los niños con dislexia o problemas de lectura a mejorar su habilidad lectora. Estas aplicaciones pueden leer el texto en voz alta y resaltar las palabras mientras se van leyendo, lo que facilita el seguimiento del texto.

Plataformas de aprendizaje adaptativo: herramientas como DreamBox o Knewton, utilizan algoritmos de machine learning para personalizar el ritmo y el contenido de aprendizaje a las necesidades y habilidades de cada estudiante. De esta manera, los niños con trastornos de aprendizaje pueden recibir una educación más personalizada y adaptada a su nivel de conocimientos.

Software de reconocimiento de voz: El software de reconocimiento de voz, como Dragon NaturallySpeaking, puede ayudar a los niños con dislexia o dificultades de escritura a transcribir sus ideas en texto de manera más eficiente. Estos programas pueden transcribir la voz en tiempo real y corregir errores gramaticales y ortográficos.

Herramientas de enseñanza de matemáticas: Las herramientas de enseñanza de matemáticas, como Mathspace o Khan Academy, utilizan algoritmos de machine learning para adaptar los ejercicios y las explicaciones a las necesidades y habilidades de cada estudiante. De esta manera, los niños con dificultades en el cálculo matemático pueden recibir una educación más personalizada y adaptada a su nivel de conocimientos.

Juegos educativos con machine learning: Los juegos educativos, como Brainyoo o Duolingo, que utilizan técnicas de gamificación y machine learning pueden ayudar a los niños a aprender de manera lúdica y personalizada. Estos juegos adaptan el contenido y el ritmo de aprendizaje a las habilidades y necesidades de cada estudiante, lo que puede ser especialmente útil para los niños con trastornos de aprendizaje.

En este documento se abordará el enfoque de las plataformas de aprendizaje adaptativo, las cuales utilizan algoritmos de machine learning para analizar el progreso individual de cada estudiante. De esta forma, se adapta el ritmo y el contenido de aprendizaje a las necesidades y habilidades específicas de cada uno, lo que puede aumentar su motivación y rendimiento académico, especialmente en niños con trastornos de aprendizaje. Adicionalmente, estas plataformas pueden proporcionar información valiosa a los profesores y padres sobre el progreso de los estudiantes y las áreas que necesitan mejorar, lo que permite diseñar planes de enseñanza más efectivos y personalizados.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de análisis de un sistema de información de aprendizaje adaptativo para el apoyo a estudiantes de educación básica y media en Colombia con y sin trastornos de aprendizaje utilizando técnicas de machine learning.

3.2 Objetivo Específico

1. Identificar los requerimientos y necesidades específicas de los estudiantes de educación básica y media en Colombia con y sin trastornos de aprendizaje para diseñar un sistema de apoyo efectivo.
2. Diseñar un modelo de retroalimentación a partir de los datos que se pueden capturar de las partes involucradas.
3. Evaluar la percepción de un sistema de información basado en machine learning para el apoyo al aprendizaje de los estudiantes de educación básica y media en Colombia.
4. Concluir la fase de evaluación del modelo de análisis de un sistema de información de aprendizaje adaptativo mediante la recopilación y análisis de datos, y la presentación de resultados y conclusiones finales.

4 Definición del problema

La falta de acceso a una educación de calidad para niños y jóvenes de primaria y secundaria en Colombia, especialmente en las zonas rurales y marginadas, constituye un problema que se agrava debido a la escasez de profesores cualificados, infraestructuras inadecuadas y recursos limitados para los programas educativos.

Por otra parte, existe una brecha en el rendimiento académico entre estudiantes con y sin trastornos educativos. Los estudiantes con discapacidades a menudo enfrentan importantes barreras para el aprendizaje, como la falta de servicios especializados, tecnología de apoyo y adaptaciones. Esto puede resultar en un menor desempeño académico, oportunidades limitadas de empleo y aislamiento social.

Además, la escasez de recursos para el apoyo a la salud mental puede tener un impacto significativo en el rendimiento académico y el bienestar general de los estudiantes. Los estudiantes con trastornos educativos también pueden sufrir estigmatización y discriminación, lo que agrava aún más estos retos.

En general, abordar estos problemas requiere de un enfoque integral que incluya mejorar el acceso a una educación de calidad, proveer recursos y apoyo adecuados para estudiantes con trastornos educativos, y promover la inclusión y aceptación dentro de las escuelas y comunidades.

5 Justificación

Un sistema de aprendizaje automático tiene la capacidad de examinar datos sobre el rendimiento académico, el estilo de aprendizaje y las necesidades individuales de los estudiantes para ofrecer sugerencias y recursos personalizados que les permitan aprender de forma más efectiva. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden identificar patrones y tendencias en los datos de desempeño de los estudiantes, permitiendo a padres y profesores intervenir tempranamente en situaciones de dificultad y proporcionar apoyo específico para ayudar a los estudiantes a ponerse al día.

El aprendizaje automático puede facilitar el desarrollo de herramientas y recursos educativos que sean accesibles para los estudiantes con discapacidades, como la tecnología de conversión de texto a voz o de reconocimiento de voz. Asimismo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden ayudar a identificar las áreas en las que los profesores necesitan más apoyo o capacitación, lo que permitiría que las escuelas y organizaciones educativas ofrezcan oportunidades de desarrollo profesional específicas.

Al examinar los datos de rendimiento de los estudiantes y la eficacia de los profesores, un sistema de aprendizaje automático puede ayudar a las escuelas y organizaciones educativas a asignar recursos de manera más eficiente y efectiva, garantizando que los estudiantes con mayores necesidades reciban el apoyo que requieren.

El potencial de un sistema de aprendizaje automático para fines educativos es revolucionario, ya que puede transformar la forma en que se imparte la educación y asegurar que todos los estudiantes, incluidos aquellos con necesidades educativas especiales, reciban el apoyo y los recursos necesarios para lograr el éxito.

Las plataformas de aprendizaje adaptativo son herramientas educativas en línea que utilizan análisis de datos y algoritmos de aprendizaje automático para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Estas plataformas analizan el desempeño de cada estudiante y ajustan los materiales y actividades de aprendizaje para satisfacer sus necesidades y objetivos de aprendizaje específicos.

Estas son algunas de las características clave de las plataformas de aprendizaje adaptativo:

- Ruta de aprendizaje personalizada: Las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan los datos de los alumnos para crear una ruta de aprendizaje personalizada para cada estudiante, incluyendo recomendaciones específicas para actividades, lecciones y evaluaciones basadas en sus fortalezas y debilidades individuales.
- Evaluaciones adaptativas: Las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan evaluaciones que ajustan su dificultad en función de las respuestas anteriores del alumno. Esto permite realizar evaluaciones más precisas de los conocimientos y la comprensión del alumno y proporciona información inmediata para ayudarlo a mejorar.
- Análisis de datos: Las plataformas de aprendizaje adaptativo recopilan datos sobre el rendimiento de los estudiantes, incluidas las áreas de fortaleza y debilidad, el tiempo dedicado a las actividades y el progreso a lo largo del tiempo. Estos datos se utilizan para

configurar el itinerario de aprendizaje personalizado y proporcionar información y apoyo específicos.

- Instrucción diferenciada: Las plataformas de aprendizaje adaptativo proporcionan instrucción diferenciada que se adapta a las necesidades de aprendizaje únicas de cada estudiante. Esto puede incluir una variedad de actividades de aprendizaje, como vídeos, simulaciones y ejercicios interactivos.
- Gamificación: Algunas plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan elementos similares a los juegos para atraer a los estudiantes y motivarlos a aprender. Esto puede incluir puntos, insignias y otras recompensas por completar actividades y alcanzar objetivos de aprendizaje.

6 Análisis de requerimientos

Hay algunos requerimientos desde la perspectiva del usuario:

- Interfaz fácil de usar: La plataforma debe tener una interfaz intuitiva y fácil de usar para que los estudiantes puedan navegarla con facilidad y sin confusión. Esto incluye la capacidad de personalizar la experiencia de aprendizaje y ajustar la configuración según las necesidades individuales del estudiante.
- Contenido de calidad: La plataforma debe ofrecer contenido de alta calidad, actualizado y relevante que esté en línea con los objetivos de aprendizaje de los estudiantes. Además, es importante que el contenido sea atractivo visualmente y se presente en diferentes formatos, como videos, imágenes y textos, para que los estudiantes puedan elegir cómo aprender mejor.
- Adaptabilidad: La plataforma debe ser capaz de adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje únicos de cada estudiante. Esto implica la capacidad de realizar un seguimiento del progreso individual del estudiante y ofrecer recomendaciones de contenido personalizadas basadas en los datos recopilados.
- Accesibilidad: La plataforma debe ser accesible para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o discapacidades. Esto incluye el uso de tecnología de asistencia, como lectores de pantalla y teclados especiales, para ayudar a los estudiantes con discapacidades físicas o visuales a utilizar la plataforma.
- Seguridad y privacidad: La plataforma debe garantizar la seguridad y privacidad de los estudiantes y sus datos personales. Esto implica el cumplimiento de las regulaciones y leyes de protección de datos, así como la implementación de medidas de seguridad informática para proteger la plataforma de ataques informáticos.
- Colaboración y comunicación: La plataforma debe permitir a los estudiantes interactuar y colaborar con otros estudiantes, tutores y profesores para fomentar el aprendizaje social y el trabajo en equipo. Además, debe haber una función de comunicación segura y eficaz para que los estudiantes puedan comunicarse con sus tutores y profesores para obtener ayuda y hacer preguntas.

Algunos requerimientos desde la perspectiva de un profesor:

- Personalización del contenido educativo: La plataforma debe permitir a los profesores personalizar el contenido educativo para adaptarlo a las necesidades específicas de cada estudiante y sus desórdenes de aprendizaje.
- Monitoreo del progreso: La plataforma debe proporcionar herramientas para que los profesores puedan monitorear el progreso de los estudiantes en tiempo real y ajustar el contenido y la dificultad según sea necesario.
- Compatibilidad con múltiples dispositivos: La plataforma debe ser compatible con múltiples dispositivos, como computadoras, tabletas y teléfonos móviles, para que los estudiantes puedan acceder a ella desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Interfaz de usuario intuitiva: La plataforma debe tener una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para que los profesores puedan navegar fácilmente por la plataforma y encontrar el contenido que necesitan.

- Integración con otras herramientas educativas: La plataforma debe integrarse con otras herramientas educativas, como sistemas de gestión de aprendizaje y herramientas de comunicación, para que los profesores puedan acceder a todas las herramientas en un solo lugar.
- Soporte técnico: La plataforma debe tener un equipo de soporte técnico disponible para ayudar a los profesores a resolver cualquier problema técnico que puedan enfrentar.
- Seguridad y privacidad de los datos: La plataforma debe garantizar la seguridad y privacidad de los datos de los estudiantes y profesores para cumplir con las regulaciones de protección de datos.
- Retroalimentación sobre el rendimiento de los estudiantes: La plataforma debe proporcionar retroalimentación sobre el rendimiento de los estudiantes a los profesores para que puedan ajustar el contenido y la dificultad según sea necesario y mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Desde la perspectiva de un padre de familia:

- Seguridad y privacidad: Los padres quieren asegurarse de que la plataforma sea segura y respete la privacidad de sus hijos. Deben garantizarse medidas de protección de datos personales y confidencialidad de la información del estudiante.
- Accesibilidad: La plataforma debe ser fácil de usar y accesible desde diferentes dispositivos, ya sea una computadora, una tablet o un teléfono móvil. Además, debe estar disponible en diferentes horarios y lugares.
- Contenido de calidad: Los padres buscan una plataforma con contenido educativo de calidad y actualizado, que sea adecuado para el nivel de escolaridad de sus hijos y que esté diseñado para ayudarles a aprender de manera efectiva.
- Monitoreo del progreso: Los padres quieren estar informados sobre el progreso académico de sus hijos y esperan que la plataforma proporcione información detallada sobre el rendimiento, la asistencia y las tareas pendientes.
- Interacción con los profesores: Los padres esperan que la plataforma permita la comunicación con los profesores y la posibilidad de conocer el desempeño académico de sus hijos.
- Flexibilidad y personalización: Los padres esperan que la plataforma ofrezca un enfoque personalizado en función de las necesidades de aprendizaje de cada estudiante, para que pueda adaptarse a su ritmo y estilo de aprendizaje.
- Costos: Los padres quieren que la plataforma sea asequible y ofrezca diferentes opciones de pago y planes de suscripción para adaptarse a sus presupuestos.

Desde la perspectiva de un directivo de un colegio:

- Flexibilidad: La plataforma debe ser flexible y adaptable a las necesidades específicas de cada colegio. Debe permitir la integración de los contenidos y materiales propios de cada institución.
- Facilidad de uso: La plataforma debe ser intuitiva y fácil de usar para el personal docente, los estudiantes y los padres de familia. Debe contar con una interfaz amigable y accesible.

- Personalización: La plataforma debe permitir la personalización de los contenidos y las actividades de acuerdo a las necesidades y el progreso de cada estudiante. Debe adaptarse a los diferentes niveles de aprendizaje y estilos de aprendizaje de los estudiantes.
- Monitoreo y seguimiento: La plataforma debe permitir el monitoreo y seguimiento del progreso de los estudiantes y del desempeño del personal docente. Debe contar con herramientas para la evaluación y el análisis de datos.
- Colaboración: La plataforma debe permitir la colaboración y el intercambio de información entre el personal docente, los estudiantes y los padres de familia. Debe facilitar la comunicación y el trabajo en equipo.
- Seguridad y privacidad: La plataforma debe contar con medidas de seguridad y privacidad para garantizar la protección de los datos y la información personal de los estudiantes, el personal docente y los padres de familia.
- Accesibilidad: La plataforma debe ser accesible desde diferentes dispositivos y plataformas, como computadoras, tabletas y teléfonos móviles. Debe permitir el acceso remoto y en línea desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Integración con otras herramientas y sistemas: La plataforma debe permitir la integración con otras herramientas y sistemas utilizados por el colegio, como sistemas de gestión académica, bibliotecas digitales, entre otros.
- Soporte técnico: La plataforma debe contar con un equipo de soporte técnico disponible para solucionar cualquier problema técnico que pueda surgir y para brindar asistencia a los usuarios.

7 Marco de referencia

El uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha revolucionado la forma en que se imparte la educación en todo el mundo. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional ha implementado políticas y programas para fomentar el uso de TIC en la educación. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, aún existen brechas en el acceso y la calidad de la educación en algunas regiones del país, especialmente para estudiantes con trastornos de aprendizaje. En este contexto, el diseño de un modelo de análisis de un sistema de información para el apoyo a estudiantes de educación básica y media en Colombia con Machine Learning puede ser una herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades para todos los estudiantes.

Fundamentos teóricos:

7.1 Machine Learning

La creación del aprendizaje automático se remonta a los años 50, cuando el informático Arthur Samuel desarrolló un programa que podía jugar a las damas a un nivel competente. El programa de Samuel fue el primero en utilizar técnicas de aprendizaje automático, concretamente el concepto de "aprendizaje por refuerzo", para mejorar su rendimiento con el tiempo.

A lo largo de las décadas de 1960 y 1970, los investigadores siguieron explorando el potencial del aprendizaje automático. Los primeros esfuerzos se centraron en el desarrollo de árboles de decisión y sistemas basados en reglas, que se utilizaron en aplicaciones como los sistemas expertos y el reconocimiento del habla.

En las décadas de 1980 y 1990, el aprendizaje automático empezó a despegar como campo por derecho propio. El desarrollo de las redes neuronales, sistemas informáticos basados en la estructura y el funcionamiento del cerebro humano, supuso un gran avance. Esto permitió a los investigadores crear modelos de aprendizaje automático más complejos y sofisticados.

Durante la década de 2000, el aprendizaje automático se hizo cada vez más frecuente en diversos campos, como las finanzas, la sanidad y el comercio electrónico. La aparición de los macrodatos (big data), que se refiere a las cantidades masivas de datos generados por la tecnología moderna, proporcionó a los algoritmos de aprendizaje automático abundantes datos de entrenamiento.

En la última década se ha producido una aceleración significativa en el desarrollo y la adopción del aprendizaje automático. Los avances en el aprendizaje profundo, un subcampo del aprendizaje automático que se centra en las redes neuronales con múltiples capas, han permitido a las máquinas aprender y reconocer patrones en los datos con una precisión sin precedentes. Otros avances, como el aprendizaje por refuerzo y el procesamiento del lenguaje natural, han abierto nuevos campos de aplicación para el aprendizaje automático.

El auge de la computación en nube y la disponibilidad de potentes recursos informáticos también ha sido un factor clave en el avance del aprendizaje automático. La computación en nube permite a investigadores y profesionales acceder a enormes cantidades de potencia informática, lo que posibilita el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático grandes y complejos.

En general, la creación y el avance del aprendizaje automático ha sido un viaje fascinante, impulsado por la convergencia de muchos factores diferentes, como los avances en la tecnología informática, la disponibilidad de macrodatos y los grandes avances en el diseño de algoritmos. A medida que este campo sigue evolucionando, encierra un enorme potencial para transformar nuestra forma de vivir y trabajar.

Machine Learning consta de varios componentes clave: datos, algoritmos, modelos y evaluación. Estos componentes trabajan juntos para permitir que las máquinas aprendan y mejoren a partir de la experiencia. Comprender cada componente es esencial para desarrollar soluciones eficaces de aprendizaje automático.

Los datos son la base del aprendizaje automático. Los algoritmos de aprendizaje automático necesitan grandes cantidades de datos para aprender patrones y relaciones. Estos datos pueden proceder de diversas fuentes, como sensores, bases de datos e Internet. La calidad y la cantidad de los datos utilizados pueden influir significativamente en la precisión y la eficacia de los algoritmos de aprendizaje automático.

Los algoritmos son las fórmulas matemáticas utilizadas para analizar e interpretar los datos. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden dividirse en tres categorías: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo. El aprendizaje supervisado consiste en entrenar un modelo de aprendizaje automático utilizando datos etiquetados, mientras que el aprendizaje no supervisado consiste en entrenar un modelo utilizando datos no etiquetados. El aprendizaje por refuerzo consiste en entrenar un modelo para que tome decisiones basadas en recompensas o castigos.

Los modelos son el resultado de los algoritmos de aprendizaje automático. Estos modelos son representaciones de los patrones y relaciones que el algoritmo ha aprendido de los datos. Los modelos pueden adoptar diversas formas, como árboles de decisión, redes neuronales y máquinas de vectores soporte. La elección del modelo depende del problema que se quiera resolver y del tipo de datos utilizados.

La evaluación es el proceso de comprobación y validación de los modelos de aprendizaje automático. Consiste en medir la precisión y la eficacia de los modelos con datos nuevos y desconocidos. La evaluación es esencial para garantizar que los modelos de aprendizaje automático son precisos y fiables.

7.2 Educación en Colombia

La educación primaria y secundaria en Colombia está regida por el Ministerio de Educación, que es responsable de establecer las políticas educativas nacionales, desarrollar los marcos curriculares y supervisar la implementación de los programas educativos. El sistema educativo colombiano se divide en dos niveles principales: la educación básica y la educación media.

La educación básica abarca los cinco primeros años de escolarización formal y es obligatoria para todos los niños de Colombia. Está diseñada para proporcionar una base sólida en habilidades básicas como la lectura, la escritura y las matemáticas, así como el desarrollo social

y emocional. La educación básica se imparte en escuelas primarias, que suelen ser mixtas y atienden a alumnos de 6 a 11 años.

La educación media abarca los cuatro años siguientes de escolarización formal y también es obligatoria para todos los niños de Colombia. Está diseñada para proporcionar a los alumnos una educación más especializada, centrada en una serie de asignaturas que incluyen ciencias, estudios sociales y lengua y literatura. La educación media se imparte en los centros de secundaria, que suelen dividirse en ramas académicas en función de los intereses y capacidades del alumno.

Aunque el acceso a la educación primaria y secundaria ha mejorado en los últimos años, sigue habiendo retos importantes. Uno de los principales retos a los que se enfrenta el sistema educativo colombiano es la equidad. Existen disparidades significativas en el acceso a la educación entre las zonas urbanas y rurales, así como entre los diferentes grupos socioeconómicos y étnicos. Los esfuerzos para abordar este reto han incluido la provisión de financiación y recursos específicos para las escuelas de las zonas desfavorecidas, así como el desarrollo de programas y servicios especializados para los estudiantes con discapacidad u otras necesidades especiales.

Otro reto clave al que se enfrenta la educación primaria y secundaria en Colombia es la calidad. Aunque el sistema educativo colombiano ha hecho progresos significativos en los últimos años, sigue habiendo preocupación por la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el sistema. Los esfuerzos para mejorar la calidad han incluido el desarrollo de estándares y evaluaciones nacionales, la provisión de oportunidades de desarrollo profesional para los profesores y el uso de tecnología para apoyar la enseñanza y el aprendizaje.

En general, la educación primaria y secundaria en Colombia es un área de gran importancia para el futuro del país. Aunque se han realizado progresos en los últimos años, aún queda trabajo por hacer en términos de mejora del acceso, la calidad y la equidad en el sistema. El gobierno colombiano, junto con otras partes interesadas como educadores, padres y organizaciones de la sociedad civil, tendrán que seguir trabajando juntos para hacer frente a estos retos y garantizar que todos los niños y jóvenes de Colombia tengan acceso a una educación de calidad.

7.3 Trastornos de educación

Los trastornos de la educación, también conocidos como dificultades de aprendizaje, son afecciones del neurodesarrollo que afectan a la capacidad de una persona para aprender y realizar determinadas habilidades académicas. Se calcula que la prevalencia de los trastornos del aprendizaje se sitúa en torno al 10% de los niños en edad escolar, aunque algunas estimaciones sugieren tasas más elevadas.

Teoría del procesamiento de la información: Esta teoría sugiere que las dificultades de aprendizaje surgen debido a un déficit en uno o más procesos cognitivos implicados en el aprendizaje, como la atención, la memoria o la velocidad de procesamiento. Según esta teoría, las personas con problemas de aprendizaje tienen dificultades para procesar y organizar la información, lo que afecta a su capacidad para aprender y retener información nueva.

Teoría sociocognitiva: Esta teoría propone que las dificultades de aprendizaje son el resultado de la interacción entre los procesos cognitivos del individuo y su entorno social. Según esta teoría, los individuos con problemas de aprendizaje pueden desarrollar conceptos negativos de sí mismos y baja autoestima debido a los repetidos fracasos en entornos académicos, lo que a su vez puede dificultar aún más su capacidad para aprender y rendir.

Teoría neuropsicológica: Esta teoría sugiere que los problemas de aprendizaje surgen debido a disfunciones en áreas específicas del cerebro responsables del procesamiento y la integración de la información. Según esta teoría, las personas con dificultades de aprendizaje pueden presentar diferencias en la estructura o el funcionamiento del cerebro que afectan a su capacidad para aprender y realizar determinadas habilidades académicas.

Teoría ecológica: Esta teoría propone que las dificultades de aprendizaje son el resultado de la interacción entre el individuo, su entorno y la tarea a realizar. Según esta teoría, las personas con problemas de aprendizaje pueden tener dificultades para adaptarse a diferentes entornos o tareas de aprendizaje, lo que puede dificultar aún más su capacidad de aprendizaje y rendimiento.

Teoría de la carga cognitiva: Esta teoría sugiere que los problemas de aprendizaje surgen debido a la capacidad limitada de la memoria de trabajo, que puede sobrecargarse cuando a los individuos se les presenta demasiada información o información demasiado compleja. Según esta teoría, los individuos con problemas de aprendizaje pueden tener una capacidad reducida de memoria de trabajo, lo que les dificulta procesar y retener la información.

Teoría de la psicopatología del desarrollo: Esta teoría propone que los problemas de aprendizaje son el resultado de interacciones complejas entre factores biológicos, psicológicos y ambientales. Según esta teoría, las personas con problemas de aprendizaje pueden tener una vulnerabilidad genética que interactúa con factores de riesgo ambientales, como la pobreza o los traumas, para aumentar su riesgo de desarrollar un problema de aprendizaje.

Las dificultades de aprendizaje son un grupo de trastornos neurológicos que afectan a la capacidad de un individuo para aprender y procesar información en una o más áreas, a pesar de tener una inteligencia y unas oportunidades educativas medias o superiores a la media. Estas dificultades pueden afectar significativamente al funcionamiento académico, social y laboral.

Los síntomas específicos y la gravedad de los trastornos del aprendizaje pueden variar mucho en función del tipo de trastorno y de los puntos fuertes y débiles de cada persona. Sin embargo, existen algunos signos y síntomas comunes asociados a las dificultades de aprendizaje, entre los que se incluyen:

Dificultad con la lectura, la escritura o las habilidades matemáticas: Esto puede incluir dificultad para decodificar palabras, comprender material escrito, expresar pensamientos por escrito o realizar cálculos matemáticos.

Mala memoria o falta de memoria: Las personas con dificultades de aprendizaje pueden tener dificultades para recordar información, especialmente cuando se trata de secuencias o pasos.

Dificultad para organizarse y gestionar el tiempo: Las personas con dificultades de aprendizaje pueden tener dificultades para organizar sus pensamientos o materiales, llevar un registro de las tareas y completarlas a tiempo.

Dificultad de atención y concentración: Las personas con dificultades de aprendizaje pueden tener dificultades para mantener la atención, seguir con la tarea o evitar las distracciones.

Dificultad con las habilidades sociales: Las personas con dificultades de aprendizaje pueden tener dificultades para comprender las señales sociales, mantener amistades o participar en actividades de grupo.

Dificultades emocionales y de comportamiento: Las personas con dificultades de aprendizaje pueden experimentar frustración, ansiedad o baja autoestima debido a sus dificultades para aprender.

Es importante señalar que las dificultades de aprendizaje no están relacionadas con la inteligencia o el esfuerzo. Las personas con dificultades de aprendizaje suelen tener una inteligencia media o superior a la media, pero pueden tener dificultades con tareas o destrezas académicas específicas. Además, las dificultades de aprendizaje pueden coexistir con otras afecciones como el TDAH, la ansiedad o la depresión, que pueden afectar aún más al funcionamiento de la persona.

El diagnóstico de las dificultades de aprendizaje suele implicar una evaluación exhaustiva por parte de un profesional cualificado, como un neuropsicólogo o un psicólogo escolar. Esta evaluación puede incluir valoraciones del funcionamiento cognitivo, académico y conductual, así como observaciones y entrevistas con la persona y su familia. Una vez diagnosticadas, las intervenciones y adaptaciones adecuadas pueden ayudar a las personas con dificultades de aprendizaje a tener éxito en el ámbito académico y en otras áreas de su vida.

7.4 Plataformas de aprendizaje adaptativas

Hay muchas plataformas de aprendizaje adaptativo disponibles, y aquí tienes algunos ejemplos:

DreamBox: DreamBox es una plataforma de aprendizaje adaptativo que ofrece cursos de matemáticas para alumnos de Kinder a 8º curso. Utiliza algoritmos de aprendizaje automático para identificar los puntos fuertes y débiles de cada estudiante, y proporciona instrucción personalizada y apoyo para ayudarles a progresar.

ALEKS: ALEKS es una plataforma de aprendizaje adaptativo que ofrece cursos de matemáticas para estudiantes de K-12 y de educación superior. Evalúa los conocimientos de cada estudiante y proporciona instrucción personalizada para cubrir cualquier laguna en su comprensión.

Smart Sparrow: Smart Sparrow es una plataforma de aprendizaje adaptativo que permite a los educadores crear y personalizar cursos interactivos en línea. La plataforma utiliza algoritmos de aprendizaje automático para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante en función de sus necesidades y preferencias individuales.

McGraw Hill Connect: McGraw Hill Connect es una plataforma de aprendizaje en línea que ofrece una amplia gama de cursos y recursos para estudiantes de K-12 y de educación superior. La plataforma utiliza algoritmos de aprendizaje automático para analizar los datos de rendimiento de los estudiantes y proporcionar retroalimentación y apoyo personalizados.

Knewton: Knewton es una plataforma de aprendizaje adaptativo que ofrece cursos y recursos para estudiantes de educación K-12 y superior. La plataforma utiliza algoritmos de aprendizaje automático para analizar los datos de rendimiento de los estudiantes y proporcionar instrucción y apoyo personalizados.

Khan Academy: Khan Academy es una plataforma gratuita de aprendizaje en línea que ofrece cursos de matemáticas, ciencias y otras materias. Utiliza evaluaciones adaptativas y rutas de aprendizaje personalizadas para ayudar a los estudiantes a mejorar su comprensión y progresar a su propio ritmo.

ScotPad: ScotPad es una plataforma de aprendizaje adaptativo que ofrece cursos de matemáticas y lectura para estudiantes de K-8. La plataforma utiliza algoritmos de aprendizaje automático para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante y proporcionar instrucciones y comentarios específicos.

Estas herramientas tienen en común el uso de las siguientes características:

- Calidad y disponibilidad de los datos: Los datos utilizados para entrenar el motor de aprendizaje automático deben ser de alta calidad y estar disponibles en cantidades suficientes para entrenar los modelos con eficacia. Los datos deben incluir una amplia gama de variables relevantes para los resultados educativos, como información demográfica, rendimiento académico, estatus socioeconómico y estado de salud. También es importante garantizar que los datos sean representativos de la diversa población de estudiantes de Colombia, incluidos aquellos con trastornos educativos.
- Infraestructura y tecnología: El motor de aprendizaje automático requeriría una infraestructura robusta y una pila de tecnología para apoyar sus operaciones. Esto incluye hardware, como servidores y sistemas de almacenamiento, y software, como herramientas de procesamiento de datos y modelado. El sistema debe diseñarse de forma que sea escalable y fácilmente actualizable para manejar cantidades crecientes de datos y nuevos casos de uso.
- Interoperabilidad e integración: El motor de aprendizaje automático debe estar diseñado para integrarse con los sistemas educativos existentes y las plataformas utilizadas en Colombia, como los sistemas de gestión del aprendizaje, los sistemas de información de los estudiantes y los portales de los profesores. Esto requeriría la estandarización de formatos de datos y APIs para permitir una fácil interoperabilidad e intercambio de datos.
- Experiencia y habilidades: El equipo de desarrollo para el motor de aprendizaje automático requeriría experiencia en aprendizaje automático, ciencia de datos, educación e ingeniería de software. El equipo debe tener un profundo conocimiento del panorama educativo en Colombia, incluidos los desafíos que enfrentan los estudiantes con trastornos educativos.

- Colaboración y asociaciones: La creación del motor de aprendizaje automático requeriría la colaboración con instituciones educativas, profesores y administradores para garantizar que se alinee con las necesidades de los estudiantes y educadores en Colombia. Las asociaciones con agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONG) podrían ayudar a asegurar la financiación y el apoyo para el proyecto.
- Ética y privacidad: El motor de aprendizaje automático debe diseñarse teniendo en cuenta la ética y la privacidad, garantizando que los datos utilizados se obtengan de forma ética y que se proteja la privacidad de los estudiantes. El uso del motor de aprendizaje automático también debe ser transparente y explicable para garantizar que los usuarios puedan entender y confiar en sus recomendaciones.
- Mejora y evaluación continuas: El motor de aprendizaje automático debe evaluarse y mejorarse continuamente para garantizar que sigue siendo eficaz y pertinente. Esto requeriría un análisis continuo de los datos sobre el rendimiento de los estudiantes y la eficacia de las intervenciones recomendadas por el motor de aprendizaje automático. El equipo de desarrollo también debería responder a las opiniones de educadores y estudiantes y dar prioridad a sus necesidades a la hora de introducir mejoras en el sistema.

El aprendizaje adaptativo es un enfoque educativo que utiliza la tecnología para personalizar las experiencias de aprendizaje en función de las necesidades de cada alumno. Los sistemas de aprendizaje adaptativo utilizan el análisis de datos para identificar las lagunas en los conocimientos de los alumnos y adaptar las rutas de aprendizaje para abordar esas lagunas. Un sistema de aprendizaje adaptativo que ha ganado popularidad es ALEKS, que se basa en la Teoría del Espacio de Conocimiento (KST). El artículo "A practical perspective on knowledge space theory: ALEKS and its data" proporciona un análisis exhaustivo de ALEKS, demostrando cómo el sistema utiliza KST para modelar dominios de conocimiento e individualizar experiencias de aprendizaje basadas en los estados de conocimiento de los alumnos.

ALEKS utiliza un enfoque del aprendizaje basado en el dominio, en el que los alumnos deben demostrar su competencia en un tema antes de pasar a conceptos más avanzados. El sistema utiliza evaluaciones adaptativas para valorar los conocimientos de los alumnos, y los datos generados se utilizan para identificar patrones y tendencias en el aprendizaje. Los datos también pueden utilizarse para ajustar el contenido y las rutas de aprendizaje para que se adapten mejor a las necesidades del alumno. Al proporcionar experiencias de aprendizaje individualizadas, ALEKS pretende mejorar los resultados del aprendizaje y el compromiso.

Una de las características clave de ALEKS es el uso de KST para modelar los dominios del conocimiento. KST es un marco matemático utilizado para representar dominios de conocimiento y estados de conocimiento de los alumnos. Al modelar el dominio del conocimiento, ALEKS identifica los prerrequisitos necesarios para que el alumno progrese al siguiente nivel. ALEKS utiliza el estado de conocimiento del alumno para proporcionar experiencias de aprendizaje individualizadas. Basándose en el modelo KST, ALEKS identifica las lagunas en el conocimiento del alumno y asigna temas para llenar esas lagunas. A medida que

el alumno progresa, ALEKS se adapta a su estado de conocimientos y ajusta el contenido en consecuencia.

La eficacia de ALEKS para mejorar los resultados del aprendizaje ha quedado demostrada en diversos estudios. Por ejemplo, un estudio realizado por Piech et al. (2015) descubrió que los alumnos que tenían acceso a más contenido en ALEKS estaban más comprometidos y tenían mayores tasas de finalización. Otro estudio realizado por Wang et al. (2016) descubrió que ALEKS mejoraba el rendimiento de los alumnos en un curso universitario de matemáticas (Eric Cosyn, April 2021).

El estudio realizado por Enders et al. (2017) examina los constructos ALEKS, que se definen como el conjunto de variables que caracterizan los estados de conocimiento y los comportamientos de aprendizaje de los alumnos. Los constructos ALEKS incluyen variables como el número de temas intentados, el número de temas dominados, el tiempo dedicado al sistema y la frecuencia de uso del sistema. El estudio analiza la correlación entre los constructos ALEKS y el rendimiento en matemáticas en secundaria de los alumnos con dificultades (Mills, June 2021).

Los resultados del estudio indican que los constructos de ALEKS son predictores eficaces del rendimiento en matemáticas en el bachillerato de los alumnos con dificultades. El número de temas dominados resultó ser el predictor más significativo del rendimiento en matemáticas. El estudio también encontró que el tiempo dedicado al sistema y la frecuencia de uso del sistema se correlacionaron positivamente con el rendimiento en matemáticas. Estos resultados sugieren que ALEKS es una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento en matemáticas de los alumnos con dificultades.

Los resultados del estudio demuestran la eficacia de ALEKS para mejorar el rendimiento en matemáticas de los alumnos con dificultades. Los constructos de ALEKS proporcionan información valiosa sobre los estados de conocimiento y los comportamientos de aprendizaje de los alumnos, que puede utilizarse para personalizar las experiencias de aprendizaje y mejorar los resultados. El estudio destaca la importancia de la analítica de datos en los sistemas de aprendizaje adaptativo y subraya la necesidad de identificar predictores eficaces del rendimiento.

El estudio realizado por Mataric y Zhao (2019) examina el impacto de un programa extraescolar que utiliza ALEKS en los conocimientos y comportamientos matemáticos de los estudiantes. El estudio incluyó un total de 63 estudiantes de secundaria que participaron en el programa. El programa consistió en tres sesiones por semana, y cada sesión duró 90 minutos. Los estudiantes utilizaron ALEKS para completar actividades de matemáticas adaptativas, y su progreso fue monitorizado a lo largo del programa (Scotty D. Craig a, October 2013).

Los resultados del estudio indican que el programa extraescolar basado en la tecnología que utiliza ALEKS tuvo un impacto positivo en los conocimientos y comportamientos matemáticos de los estudiantes. Las puntuaciones obtenidas por los estudiantes antes y después de la prueba mostraron una mejora significativa en sus conocimientos de matemáticas después de participar en el programa. El estudio también encontró que el programa tuvo un impacto positivo en la

motivación y las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Los estudiantes informaron de que disfrutaban utilizando ALEKS y se sentían más seguros de sus habilidades matemáticas.

El estudio realizado por Kim y sus colegas (2018) involucró a un total de 54 estudiantes de sexto grado que participaron en un programa extraescolar utilizando un STI llamado Thinkster Math. El programa consistió en dos sesiones semanales de 60 minutos durante 12 semanas. El STI utilizó un enfoque de aprendizaje adaptativo para proporcionar experiencias de aprendizaje personalizadas que se centraron en las áreas en las que los estudiantes necesitaban más apoyo (Xudong Huang a, 2016).

Los resultados del estudio muestran que el STI tuvo un impacto positivo en la reducción de las brechas en matemáticas entre los estudiantes de 6° grado. Las puntuaciones de los alumnos antes y después de la prueba mostraron una mejora significativa en sus habilidades matemáticas después de participar en el programa. El estudio también reveló que el programa tuvo un impacto positivo en las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas y en su motivación para aprender.

El enfoque de aprendizaje adaptativo utilizado por el STI en este estudio se basa en un modelo cognitivo que tiene en cuenta los conocimientos previos de los alumnos, sus conocimientos actuales y su progreso en el aprendizaje para proporcionar información y orientación personalizadas. El sistema utiliza análisis de datos para supervisar el rendimiento de los alumnos e identificar las áreas en las que necesitan más apoyo.

Los resultados del estudio sugieren que el STI puede ser una herramienta eficaz para reducir los desfases en matemáticas entre los alumnos de 6° curso de un programa extraescolar. El programa proporcionó a los estudiantes experiencias de aprendizaje personalizadas que les permitieron trabajar a su propio ritmo y centrarse en las áreas en las que necesitaban más apoyo. El estudio destaca el potencial de los sistemas de aprendizaje adaptativo para proporcionar experiencias de aprendizaje personalizadas y mejorar los resultados de los alumnos.

El estudio realizado por Sharma y sus colegas (2021) incluyó a un total de 30 estudiantes que participaron en un curso de aprendizaje electrónico utilizando un marco basado en IoT. El marco utilizó sensores para realizar un seguimiento de las interacciones de los estudiantes con los materiales de aprendizaje y proporcionó información en tiempo real sobre sus niveles de atención. El sistema utilizó un enfoque de aprendizaje adaptativo para proporcionar retroalimentación y orientación personalizadas basadas en el progreso de aprendizaje de los estudiantes (Muhammad Farhan a b, 2018).

Los resultados del estudio muestran que el marco basado en IoT tuvo un impacto positivo en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Las puntuaciones de los estudiantes antes y después de la prueba mostraron una mejora significativa en su conocimiento del material del curso después de participar en el programa. El estudio también reveló que el marco tuvo un impacto positivo en el compromiso y la motivación de los estudiantes para aprender.

El enfoque de aprendizaje adaptativo utilizado por el marco basado en IoT se basa en un modelo cognitivo que tiene en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, sus conocimientos actuales y su progreso en el aprendizaje para proporcionar información y orientación

personalizadas. El sistema utiliza análisis de datos para supervisar el rendimiento de los estudiantes e identificar las áreas en las que necesitan más apoyo.

Los resultados del estudio sugieren que el marco basado en IoT puede ser una herramienta eficaz para apoyar los resultados de aprendizaje de los estudiantes en eLearning. El marco proporcionó a los estudiantes una experiencia de aprendizaje interactiva y atractiva que les permitió recibir información en tiempo real sobre sus niveles de atención y recibir orientación personalizada. El estudio destaca el potencial de los sistemas de aprendizaje adaptativo para proporcionar experiencias de aprendizaje personalizadas y mejorar los resultados de los alumnos.

El uso del aprendizaje automático en los sistemas de aprendizaje adaptativo se ha hecho cada vez más frecuente en los últimos años, y los investigadores exploran el potencial de estos sistemas para mejorar los resultados de aprendizaje de los alumnos. Los artículos que examinamos destacan el potencial de los sistemas de aprendizaje adaptativo basados en el aprendizaje automático para mejorar los resultados de los alumnos.

Un tema clave que se desprende de estos artículos es la importancia de las experiencias de aprendizaje personalizadas. Los sistemas de aprendizaje adaptativo descritos en estos artículos utilizan algoritmos de aprendizaje automático para crear itinerarios de aprendizaje personalizados para los alumnos basados en sus conocimientos previos y en su progreso en el aprendizaje. Este enfoque ha demostrado ser eficaz para ayudar a los alumnos con dificultades y mejorar sus resultados de aprendizaje, especialmente en el área de las matemáticas.

Otro tema importante es el papel de los datos en los sistemas de aprendizaje adaptativo. Todos los trabajos que hemos examinado utilizan el análisis de datos para supervisar el rendimiento de los alumnos y proporcionarles información y orientación en tiempo real. Esto permite un enfoque más específico y eficiente del aprendizaje, ya que los estudiantes reciben información inmediata sobre su progreso y pueden ajustar sus estrategias de aprendizaje en consecuencia.

Los artículos también destacan el potencial de los sistemas de aprendizaje adaptativo para aumentar el compromiso y la motivación. Al ofrecer a los alumnos experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas, estos sistemas pueden aumentar su interés y motivación por aprender. Esto es especialmente importante en el caso de los alumnos con dificultades, que pueden haberse desvinculado del aprendizaje tradicional en el aula.

En conclusión, los artículos examinados demuestran el potencial de los sistemas de aprendizaje adaptativo basados en el aprendizaje automático para mejorar los resultados de los alumnos en matemáticas y otras asignaturas. Estos sistemas ofrecen un enfoque personalizado y específico del aprendizaje, utilizando el análisis de datos y la retroalimentación en tiempo real para apoyar el progreso de los estudiantes. A medida que la tecnología siga avanzando, es probable que veamos sistemas de aprendizaje adaptativo aún más sofisticados que puedan mejorar aún más los resultados de aprendizaje de los alumnos.

El artículo *AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature* (Tumaini Kabudi, 2021) presenta un mapeo sistemático de la literatura sobre sistemas de aprendizaje adaptativo habilitados por IA. Los autores identificaron 147 estudios publicados

entre 2014 y 2020 que cumplieran sus criterios de inclusión. Los estudios se analizaron para identificar los tipos de intervenciones de aprendizaje habilitadas por IA utilizadas, los desafíos y oportunidades del aprendizaje adaptativo y los beneficios potenciales del aprendizaje adaptativo para estudiantes e instructores.

Los autores encontraron que las intervenciones de aprendizaje habilitadas por IA más comunes utilizadas en los estudios fueron:

- Retroalimentación personalizada
- Contenido adaptable
- Evaluaciones adaptativas
- Ritmo adaptativo
- Agrupación adaptativa

Los autores también descubrieron que los retos y oportunidades más comunes del aprendizaje adaptativo eran:

Desafíos:

- La necesidad de grandes cantidades de datos
- Necesidad de modelos precisos y fiables
- La necesidad de abordar la posibilidad de sesgos

Oportunidades:

- Posibilidad de mejorar los resultados de aprendizaje de los alumnos
- Posibilidad de personalizar la experiencia de aprendizaje
- Posibilidad de reducir costes

Los autores concluyen que los sistemas de aprendizaje adaptativo basados en IA pueden revolucionar la educación haciéndola más personalizada, atractiva y eficaz. Recomiendan que la investigación futura se centre en abordar los retos del aprendizaje adaptativo y en desarrollar intervenciones de aprendizaje basadas en IA más eficaces y eficientes.

El artículo *Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles* (Richa Bajaj, 2018) presenta un marco para una herramienta que puede utilizarse para determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes mediante técnicas de inteligencia artificial. El marco se basa en los siguientes pasos:

Identificar los estilos de aprendizaje: El primer paso consiste en identificar los diferentes estilos de aprendizaje que pueden tener los alumnos. Existen varios modelos de estilos de aprendizaje que pueden utilizarse para este fin.

Recoger datos: El siguiente paso es recopilar datos sobre los estilos de aprendizaje de los alumnos. Estos datos pueden recogerse mediante encuestas, cuestionarios o entrevistas.

Analizar los datos: Los datos recogidos en el paso anterior se analizan utilizando técnicas de inteligencia artificial. Estas técnicas permiten identificar patrones en los datos que pueden utilizarse para determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos.

Proporcionar feedback: El último paso consiste en proporcionar feedback a los estudiantes sobre sus estilos de aprendizaje. Esta información puede utilizarse para ayudar a los estudiantes a aprender de forma más eficaz y eficiente.

El artículo también analiza los retos y las oportunidades de utilizar la inteligencia artificial para determinar los estilos de aprendizaje. Entre los retos está la necesidad de grandes cantidades de datos y de modelos precisos y fiables. Las oportunidades incluyen el potencial para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes y el potencial para personalizar la experiencia de aprendizaje.

El artículo concluye que la inteligencia artificial puede revolucionar la educación haciéndola más personalizada, atractiva y eficaz. El marco presentado en el artículo puede utilizarse para desarrollar una herramienta que permita determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes mediante técnicas de inteligencia artificial. Esta herramienta puede utilizarse para ayudar a los estudiantes a aprender de forma más eficaz y eficiente.

8 Análisis de restricciones

8.1 Ambientales

Acceso a Internet: Una plataforma de aprendizaje adaptativo requiere de una conexión a internet estable y de calidad para que los estudiantes puedan utilizarla. Esto puede ser una restricción para los estudiantes que viven en áreas rurales o en comunidades con poca infraestructura tecnológica.

Dispositivos electrónicos: Para acceder a la plataforma de aprendizaje adaptativo, los estudiantes necesitan tener acceso a dispositivos electrónicos, como computadoras o tabletas. Algunos estudiantes pueden no tener acceso a estos dispositivos o no poder permitirse comprarlos, lo que limita su capacidad para utilizar la plataforma.

Energía eléctrica: La falta de suministro de energía eléctrica en algunas áreas rurales puede ser una restricción para los estudiantes que necesitan utilizar la plataforma de aprendizaje adaptativo.

Ambiente de estudio adecuado: Para que los estudiantes puedan aprovechar al máximo la plataforma de aprendizaje adaptativo, deben tener un ambiente de estudio adecuado que les permita concentrarse y aprender sin distracciones. Sin embargo, algunos estudiantes pueden no tener acceso a un ambiente de estudio adecuado debido a limitaciones en su hogar o entorno escolar.

8.2 Económicas

Costos de desarrollo: La creación y el mantenimiento de una plataforma de aprendizaje adaptativo con aprendizaje automático puede ser costoso, lo que puede limitar la capacidad de los desarrolladores para ofrecer la plataforma de manera gratuita o a un costo accesible para los estudiantes y las escuelas.

Costos de infraestructura: Para utilizar la plataforma de aprendizaje adaptativo, los estudiantes necesitan dispositivos electrónicos y una conexión a internet. No todos los estudiantes y escuelas pueden permitirse estos costos, lo que limita su capacidad para utilizar la plataforma.

Costos de licencias: La utilización de tecnología de aprendizaje automático en una plataforma de aprendizaje adaptativo puede implicar el pago de licencias y derechos de autor, lo que puede elevar los costos de la plataforma.

Desigualdades socioeconómicas: La desigualdad socioeconómica puede limitar el acceso de algunos estudiantes a la plataforma de aprendizaje adaptativo, especialmente aquellos que provienen de hogares de bajos ingresos o comunidades rurales.

8.3 Legales

Ley 1581 de 2012 - Protección de datos personales: Esta ley establece los requisitos para la recopilación, almacenamiento, uso, y transferencia de información personal de los estudiantes. Los desarrolladores deben obtener el consentimiento de los padres o tutores para recopilar y utilizar información personal de los estudiantes, garantizar que la información personal se

mantenga segura y no se comparta con terceros sin consentimiento, y proporcionar a los estudiantes y sus padres o tutores el derecho de acceder, modificar o eliminar su información personal.

Ley 23 de 1982 - Propiedad intelectual: Esta ley establece los derechos y obligaciones de los titulares de derechos de propiedad intelectual, como los derechos de autor y las marcas registradas. Los desarrolladores deben asegurarse de que todo el contenido de la plataforma sea original o esté debidamente licenciado y respetar los derechos de propiedad intelectual de otros.

Ley 23 de 1982 - Derecho de autor: Esta ley establece los derechos y obligaciones de los autores y usuarios de obras creativas. Los desarrolladores deben garantizar que todo el contenido de la plataforma sea original o esté debidamente licenciado, respetar los derechos de autor de otros y proporcionar atribución adecuada cuando se utiliza material de terceros.

Estatuto del Consumidor, Ley 1480 de 2011 - Cumplimiento de edad: Esta ley establece los requisitos para el consentimiento de los padres o tutores para la recopilación y procesamiento de información personal de los estudiantes menores de 14 años. Los desarrolladores deben garantizar que los estudiantes menores de 14 años tengan el consentimiento de los padres o tutores para utilizar la plataforma.

8.4 Salud y Seguridad

Protección de datos personales: La plataforma debe proteger la privacidad y seguridad de los datos personales de los estudiantes, así como cumplir con las leyes y regulaciones colombianas sobre protección de datos personales, como la Ley 1581 de 2012 y su decreto reglamentario 1377 de 2013.

Exposición a contenidos inapropiados: La plataforma debe garantizar que los contenidos y recursos que ofrece sean apropiados y seguros para los estudiantes, evitando la exposición a contenidos violentos, sexistas o discriminatorios.

Riesgos de la tecnología: El uso de la tecnología en una plataforma de aprendizaje adaptativo con aprendizaje automático puede generar riesgos para la salud y seguridad de los estudiantes, como la fatiga visual, el sedentarismo, el ciberacoso y la exposición a virus y malware.

Accesibilidad para estudiantes con discapacidades: La plataforma debe ser accesible para estudiantes con discapacidades, incluyendo aquellos con limitaciones visuales o auditivas, o aquellos que requieren tecnologías de asistencia para el aprendizaje.

8.5 Socioculturales

Diversidad cultural: La plataforma debe tener en cuenta la diversidad cultural de los estudiantes colombianos, y evitar la discriminación o el sesgo cultural en los contenidos y recursos que ofrece.

Brecha digital: La plataforma puede afrontar la restricción de la brecha digital, ya que no todos los estudiantes colombianos tienen acceso a Internet o dispositivos electrónicos adecuados para el uso de la plataforma.

Expectativas y valores culturales: La plataforma debe tener en cuenta las expectativas y valores culturales de los estudiantes y sus familias, y ofrecer contenidos y recursos que sean relevantes y significativos para ellos.

Participación de la comunidad: La plataforma puede afrontar la restricción de la falta de participación de la comunidad en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Es importante fomentar la participación de los padres, los educadores y la comunidad en general para apoyar el aprendizaje de los estudiantes.

Idioma: La plataforma debe ofrecer contenido en español para los estudiantes colombianos, y tener en cuenta las diferencias regionales y dialectales que pueden existir en el país.

Privacidad y seguridad: La plataforma debe garantizar la privacidad y seguridad de los datos personales de los estudiantes y sus familias, y cumplir con las leyes y regulaciones de protección de datos en Colombia.

Inclusión de estudiantes con discapacidades: La plataforma debe ser accesible para estudiantes con discapacidades, y ofrecer recursos y herramientas para apoyar su aprendizaje.

Necesidades educativas especiales: La plataforma debe tener en cuenta las necesidades educativas especiales de los estudiantes y ofrecer recursos y herramientas adaptados para apoyar su aprendizaje.

Es importante considerar estas restricciones socioculturales al desarrollar una plataforma de aprendizaje adaptativo con aprendizaje automático para estudiantes de primaria y secundaria en Colombia, y tomar medidas para garantizar la inclusión cultural, la equidad en el acceso a la educación, la relevancia cultural y la participación de la comunidad en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

9 Metodología para la selección y desarrollo de la solución

Investigación y análisis de usuarios: Se realiza una investigación exhaustiva para comprender las necesidades, preferencias y limitaciones de los usuarios objetivo, incluyendo estudiantes, maestros, padres y cuidadores. Esta investigación se puede llevar a cabo mediante entrevistas, encuestas, grupos focales y otras técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas.

Creación de perfiles de usuario: Con base en los resultados de la investigación, se crean perfiles de usuario detallados que describen las características, necesidades y preferencias de los diferentes tipos de usuarios. Estos perfiles se utilizan como guía para el diseño de la plataforma adaptativa.

Definición de objetivos y requisitos de la plataforma: Se definen los objetivos de la plataforma adaptativa y los requisitos que deben cumplir para satisfacer las necesidades de los usuarios. Estos objetivos y requisitos deben estar alineados con las necesidades educativas del país y cumplir con las regulaciones y estándares educativos.

Diseño y prototipado: Se crea un diseño preliminar de la plataforma adaptativa basado en los perfiles de usuario y los requisitos definidos en la etapa anterior. Luego, se crea un prototipo de la plataforma para probar su funcionalidad y usabilidad con usuarios reales.

Evaluación y ajuste: Se evalúa el prototipo de la plataforma adaptativa con usuarios reales y se recopilan comentarios y sugerencias para mejorar la funcionalidad y la usabilidad. Estos comentarios se utilizan para ajustar el diseño y mejorar la plataforma.

Desarrollo y lanzamiento: Con base en los ajustes realizados, se desarrolla la plataforma adaptativa final y se lanza al mercado. Luego, se realiza un seguimiento y monitoreo continuo para identificar cualquier problema y realizar mejoras adicionales si es necesario.

10 Análisis de costos

10.1 Costos directos

10.1.1 Costos de desarrollo de software

El costo del desarrollo de software para una plataforma de aprendizaje adaptativo variará en función de la complejidad de la plataforma y del número de funciones que incluya.

- La complejidad de la plataforma: Cuanto más compleja sea la plataforma, más caro será desarrollarla.
- El número de funciones: Cuantas más funciones tenga la plataforma, más caro será desarrollarla.
- La experiencia de los desarrolladores: Cuanto más experimentados sean los desarrolladores, más caro será contratarlos.
- El plazo de desarrollo: Cuanto más corto sea el plazo de desarrollo, más caro será.

10.1.2 Costos del hardware

El costo del hardware de una plataforma de aprendizaje adaptativo variará en función del número de usuarios y del tipo de hardware necesario. Los siguientes son algunos de los factores que afectarán al coste del hardware:

- El número de usuarios: Cuantos más usuarios tenga la plataforma, más hardware se necesitará.
- El tipo de hardware: El tipo de hardware necesario dependerá de las características y funcionalidades de la plataforma.
- El coste del hardware: El coste del hardware puede variar en función del tipo de hardware y del fabricante.

10.1.3 Costos de desarrollo de contenidos

El costo de desarrollo de los contenidos para la plataforma de aprendizaje adaptativo, como libros de texto, vídeos y ejercicios interactivos, puede variar en función del número de cursos y del nivel de detalle requerido.

10.1.4 Costos de las pruebas

El costo de probar la plataforma de aprendizaje adaptativo para garantizar que es eficaz y satisface las necesidades de alumnos y profesores puede variar en función de la complejidad de la plataforma y del número de usuarios.

10.1.5 Costos de despliegue

El coste de despliegue de una plataforma de aprendizaje adaptativo variará en función del número de escuelas o distritos que vayan a utilizar la plataforma.

Los siguientes son algunos de los factores que afectarán al coste de la implantación:

- El número de colegios: Cuantas más colegios utilicen la plataforma, más costosa será su implantación.

- El tamaño de los colegios: Cuanto más grandes sean más costosa será la implantación.
- La complejidad de la plataforma: Cuanto más compleja sea la plataforma, más costosa será su implantación.

10.1.6 Mantenimiento y asistencia

El coste de mantenimiento y asistencia de una plataforma de aprendizaje adaptativo variará en función del número de usuarios y de la complejidad de la plataforma.

Los siguientes son algunos de los factores que afectarán al coste de mantenimiento y soporte:

- El número de usuarios: Cuantos más usuarios tenga la plataforma, más caro será su mantenimiento y soporte.
- La complejidad de la plataforma: Cuanto más compleja sea la plataforma, más caro será su mantenimiento y soporte.
- La frecuencia de las actualizaciones: Cuanto más se actualice la plataforma, más costoso será mantenerla y dar soporte.

10.2 Costos fijos

10.2.1 Alquiler de oficinas

El coste del alquiler de oficinas varía en función del tamaño de la oficina y de su ubicación. Sin embargo, el coste típico del alquiler de una oficina oscila entre 10.000 y 20.000 dólares al mes.

10.2.2 Servicios públicos

El coste de los servicios públicos varía en función del tamaño de la oficina y de la cantidad de energía utilizada. Sin embargo, el coste típico de los servicios públicos oscila entre 1.000 y 2.000 dólares al mes.

10.2.3 Seguros

El coste del seguro varía en función del tipo de seguro y del tamaño de la empresa. Sin embargo, el coste típico de un seguro oscila entre 5.000 y 10.000 dólares al año.

10.2.4 Salarios de los empleados

El coste de los salarios de los empleados varía en función del número de empleados y de sus salarios. Sin embargo, el coste típico de los salarios de los empleados oscila entre 50.000 y 100.000 dólares al mes.

10.2.5 Gastos de marketing

Los costes de marketing varían en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo. Sin embargo, un coste típico de marketing oscila entre 25.000 y 50.000 dólares al año.

10.2.6 Costes de ventas

El coste de las ventas variará en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo. Sin embargo, el coste típico de las ventas oscila entre 10.000 y 25.000 dólares al año.

10.3 Gastos generales

10.3.1 Administración del negocio

Desarrollo empresarial: El coste de desarrollar y ejecutar un plan de desarrollo empresarial para identificar y adquirir nuevos clientes. El coste del desarrollo empresarial variará en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo.

Ventas: El coste de contratar y formar a representantes de ventas para vender la plataforma de aprendizaje adaptativo a escuelas y estudiantes. El coste de las ventas variará en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo.

Atención al cliente: El coste de contratar y formar a representantes de atención al cliente para que respondan a las preguntas de colegios y estudiantes sobre la plataforma de aprendizaje adaptativo. El coste de la atención al cliente varía en función del tamaño de la empresa y del número de clientes.

10.3.2 Gerencia

Dirección ejecutiva: El coste de contratar y compensar al equipo ejecutivo, como el CEO, el CFO y el CMO. El coste de la dirección ejecutiva varía en función del tamaño de la empresa.

Recursos humanos: El coste de contratar y formar al personal de recursos humanos para gestionar a los empleados de la empresa. El coste de los recursos humanos varía en función del tamaño de la empresa.

Gastos jurídicos: El coste de contratar y remunerar a un abogado para que asesore a la empresa en asuntos legales. El coste del asesoramiento jurídico varía en función del tamaño de la empresa.

Financieros: El coste de contratar y compensar al personal financiero para gestionar las finanzas de la empresa. El coste financiero varía en función del tamaño de la empresa.

10.3.3 Publicidad

Marketing: El coste de desarrollar y ejecutar un plan de marketing para promocionar la plataforma de aprendizaje adaptativo entre escuelas y estudiantes. El coste del marketing variará en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo.

Relaciones públicas: El coste de contratar a una empresa de relaciones públicas para generar una cobertura mediática positiva para la plataforma de aprendizaje adaptativo. El coste de las relaciones públicas variará en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo.

Promoción de ventas: El coste de realizar promociones de ventas, como descuentos y regalos, para animar a los centros educativos y a los estudiantes a adquirir la plataforma de aprendizaje adaptativo. El coste de la promoción de ventas varía en función del tamaño de la empresa y del mercado objetivo.

10.4 riesgo económico

El desarrollo de una plataforma de aprendizaje adaptativo puede conllevar varios riesgos económicos que deben tenerse en cuenta. He aquí algunos de los principales riesgos asociados al desarrollo de una plataforma de aprendizaje adaptativo:

Costes de desarrollo: La creación de una plataforma de aprendizaje adaptativo requiere una importante inversión inicial en tecnología, desarrollo de software, infraestructura y personal. Los costes pueden aumentar si el proyecto se enfrenta a retos imprevistos o requiere una amplia personalización.

Retos de escalabilidad: Una plataforma de aprendizaje adaptativo de éxito debe ser capaz de dar cabida a un gran número de usuarios simultáneamente. Garantizar la escalabilidad puede ser difícil y costoso, especialmente si la base de usuarios crece rápidamente o si la plataforma necesita manejar algoritmos complejos para el aprendizaje personalizado.

Obsolescencia tecnológica: El campo de la tecnología educativa evoluciona rápidamente. Desarrollar una plataforma de aprendizaje adaptativo requiere utilizar las últimas tecnologías y mantenerse por delante de la competencia. Sin embargo, siempre existe el riesgo de obsolescencia tecnológica, cuando la tecnología de la plataforma se queda anticuada antes de que pueda generar suficientes beneficios sobre la inversión.

Adopción y aceptación de los usuarios: El éxito de una plataforma de aprendizaje adaptativo depende en gran medida de la adopción y aceptación por parte de los usuarios. Existe el riesgo de que los educadores, estudiantes u otras partes interesadas no adopten la plataforma debido a diversos factores, como la resistencia al cambio, la falta de concienciación o las limitaciones percibidas. Una adopción deficiente por parte de los usuarios puede socavar la viabilidad económica de la plataforma.

Competencia en el mercado: El mercado de la tecnología educativa es muy competitivo y ya existen actores consolidados en el ámbito del aprendizaje adaptativo. Desarrollar una plataforma que pueda competir eficazmente con las soluciones existentes y atraer a una base de usuarios significativa puede ser todo un reto. La competencia en el mercado puede dar lugar a presiones sobre los precios o a una cuota de mercado limitada, lo que afectaría a la rentabilidad de la plataforma.

Privacidad y seguridad de los datos: Las plataformas de aprendizaje adaptativo recopilan y analizan grandes cantidades de datos de los usuarios para proporcionar experiencias de aprendizaje personalizadas. Garantizar la privacidad y la seguridad de los datos es crucial para mantener la confianza de los usuarios y cumplir la normativa pertinente. Una violación de los datos o de la privacidad puede provocar daños a la reputación, consecuencias legales y pérdida de confianza de los usuarios.

Mantenimiento y actualizaciones: Una plataforma de aprendizaje adaptativo requiere un mantenimiento continuo, actualizaciones y mejoras para seguir siendo relevante y responder a los comentarios de los usuarios. Estas actividades suponen costes y esfuerzos adicionales, y no

proporcionar actualizaciones a tiempo puede afectar a la satisfacción de los usuarios y a la competitividad de la plataforma.

Retorno de la inversión y generación de ingresos: Generar un retorno de la inversión (ROI) a partir de una plataforma de aprendizaje adaptativo puede ser complicado, sobre todo en las primeras fases. Puede llevar tiempo crear una masa crítica de usuarios, establecer asociaciones y monetizar la plataforma de forma eficaz. Sin un modelo de ingresos sostenible, la viabilidad económica de la plataforma puede estar en peligro.

11 Conclusiones

Se diseñó un modelo completo de recopilación y preprocesamiento de datos para la implementación de machine learning. En la primera sección de este modelo, se lleva a cabo la inserción de datos indirectos del estudiante con el objetivo de realizar una observación inicial exhaustiva.

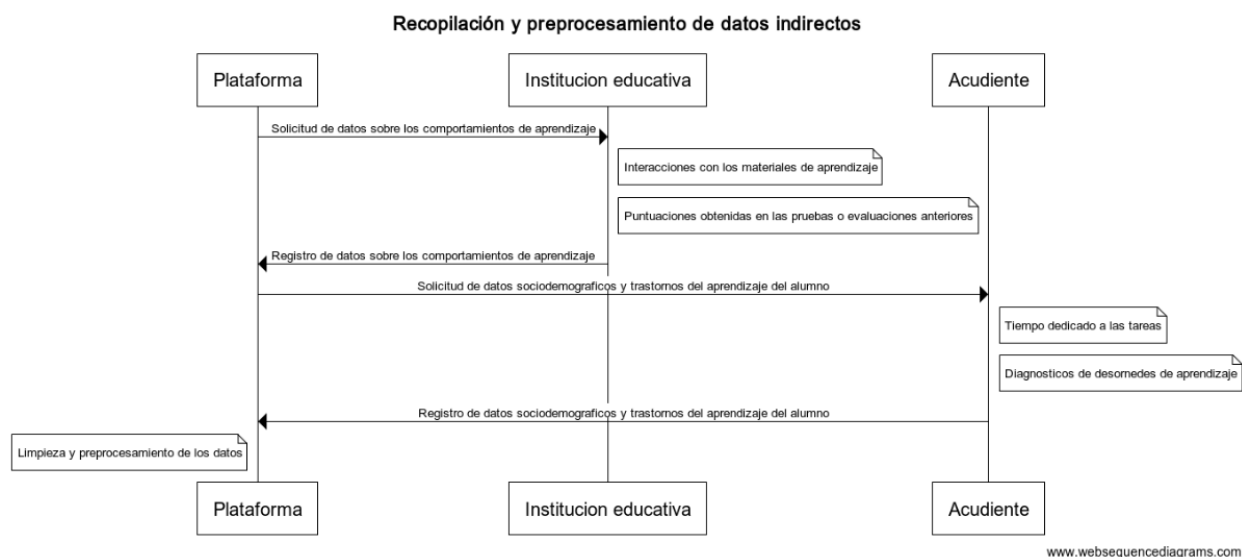
Este proceso de recopilación de datos indirectos permite obtener información relevante sobre el estudiante, incluyendo aspectos como su rendimiento académico histórico, patrones de comportamiento, preferencias de aprendizaje y cualquier otro dato que pueda ser útil para comprender mejor sus necesidades y características individuales.

Una vez recopilados estos datos, se realiza un minucioso proceso de preprocesamiento, que implica la limpieza, normalización y transformación de los datos para asegurar su calidad y coherencia. Esto incluye la identificación y eliminación de datos inconsistentes o atípicos, así como la estandarización de formatos y la codificación adecuada de variables.

El objetivo principal de esta sección es proporcionar una base sólida de datos iniciales que sirvan como punto de partida para la implementación de algoritmos de machine learning y la generación de modelos predictivos y adaptativos.

Figura 1

Diseño de recopilación y preprocesamiento de datos indirectos del estudiante



Fuente: Elaboración propia

En la segunda sección, se procede a identificar la metodología de mayor aceptación por el usuario a través de una evaluación inicial realizada al estudiante. Esta evaluación se lleva a cabo de manera individualizada para cada materia, ya que el método de aprendizaje puede variar dependiendo del tema a estudiar.

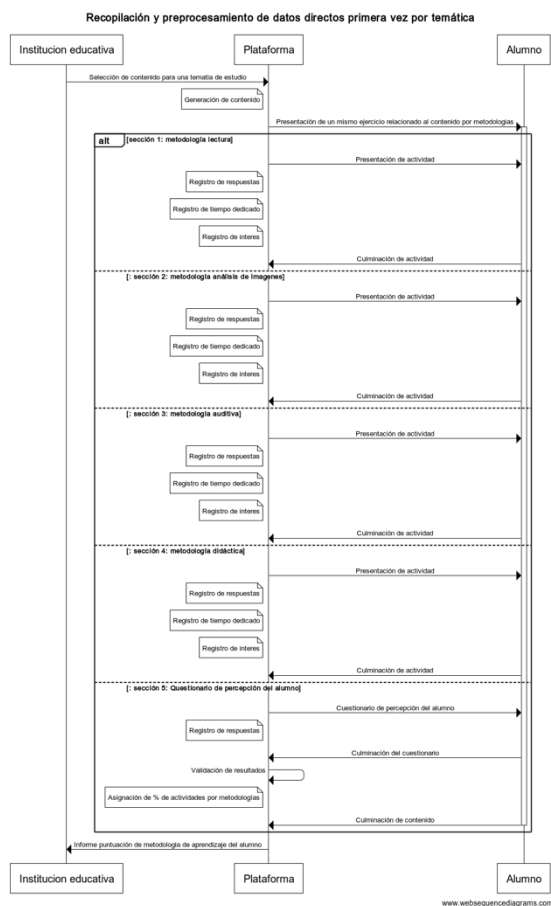
El objetivo de esta evaluación inicial es determinar cuál es la metodología de enseñanza que mejor se adapta a las necesidades y preferencias del estudiante en cada materia específica. Para lograrlo, se aplican diferentes técnicas, como cuestionarios, pruebas prácticas o incluso entrevistas personalizadas, con el fin de recopilar información detallada sobre las preferencias de aprendizaje del estudiante.

Una vez obtenidos los resultados de la evaluación, se realiza un análisis exhaustivo de los datos recopilados, con el propósito de identificar patrones y tendencias que permitan determinar la metodología de enseñanza más adecuada para cada materia. Es importante considerar que estas metodologías pueden variar en función de factores como el contenido, la complejidad y el estilo de aprendizaje del estudiante.

Al finalizar esta sección, se espera contar con una lista de metodologías recomendadas y personalizadas para cada materia, lo que permitirá ofrecer al estudiante una experiencia de aprendizaje adaptativo y optimizada, de acuerdo a sus necesidades individuales.

Figura 2

Diseño de recopilación y preprocesamiento de datos directos del estudiante por primera vez por temática



Fuente: Elaboración propia

En la tercera sección, se implementará un sistema de retroalimentación en la plataforma de aprendizaje adaptativo, utilizando la metodología de mayor aceptación por el usuario previamente identificada. Este sistema generará un cronograma personalizado de contenido, actividades y evaluaciones para cada estudiante, brindando información detallada sobre el porcentaje de esfuerzo y comprensión alcanzados antes de avanzar hacia la siguiente temática del curso.

El objetivo principal de esta sección es ofrecer una retroalimentación continua y personalizada al estudiante, con el fin de optimizar su proceso de aprendizaje. El sistema de retroalimentación utilizará los datos recopilados en la evaluación inicial y durante el transcurso del curso para adaptar el contenido y las actividades a las necesidades individuales de cada estudiante.

El cronograma personalizado se generará teniendo en cuenta el progreso y desempeño del estudiante, así como su nivel de comprensión y esfuerzo en las temáticas previas. Esto permitirá establecer un equilibrio entre el ritmo de aprendizaje del estudiante y la complejidad del contenido, evitando que se sienta abrumado o desmotivado.

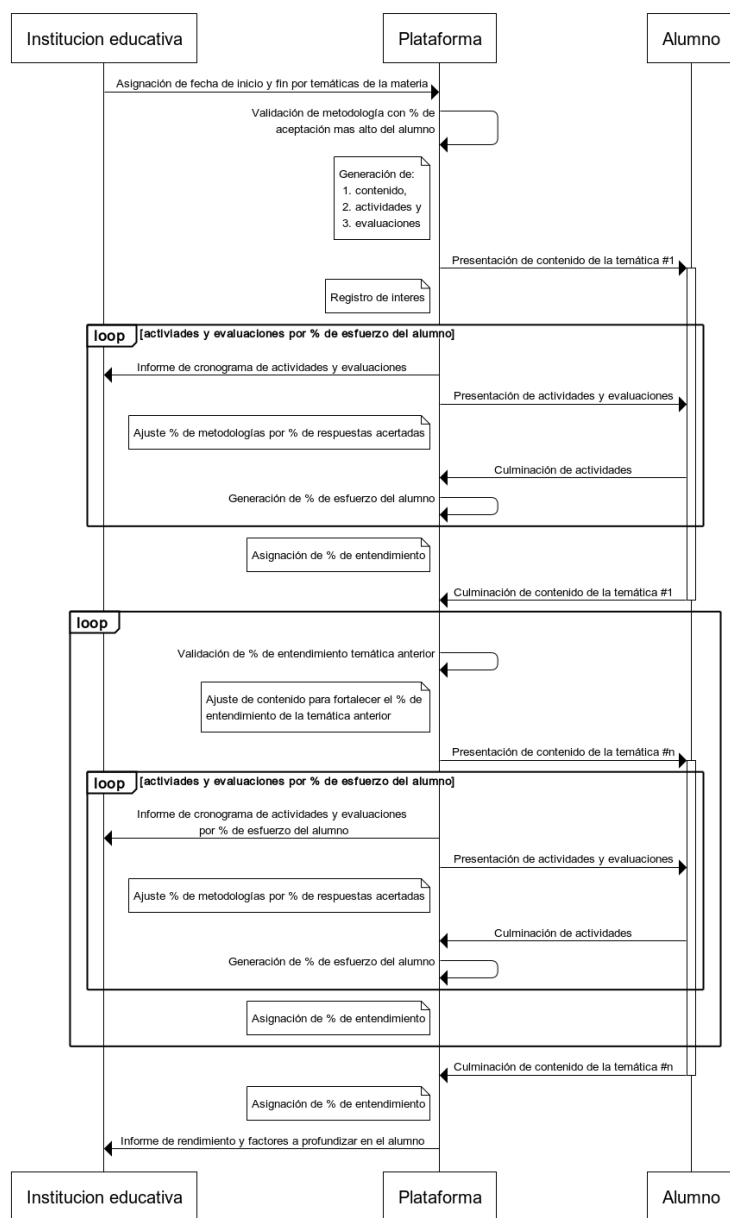
Además, el sistema de retroalimentación proporcionará información clara y transparente sobre el porcentaje de esfuerzo y comprensión alcanzados en cada temática. Esto permitirá al estudiante tener una visión objetiva de su progreso y le ayudará a identificar áreas en las que necesite enfocarse y mejorar.

En resumen, esta sección busca aprovechar la metodología de mayor aceptación por el usuario para ofrecer una experiencia de aprendizaje adaptativo altamente personalizada. A través del cronograma personalizado y la retroalimentación constante, se espera maximizar el aprovechamiento del estudiante, fomentando su motivación y facilitando su avance en el curso de manera efectiva.

Figura 3

Diseño de recopilación y preprocesamiento de datos directos del estudiante por materia

Recopilación y preprocesamiento de datos directos por materia



www.websequencediagrams.com

Fuente: Elaboración propia

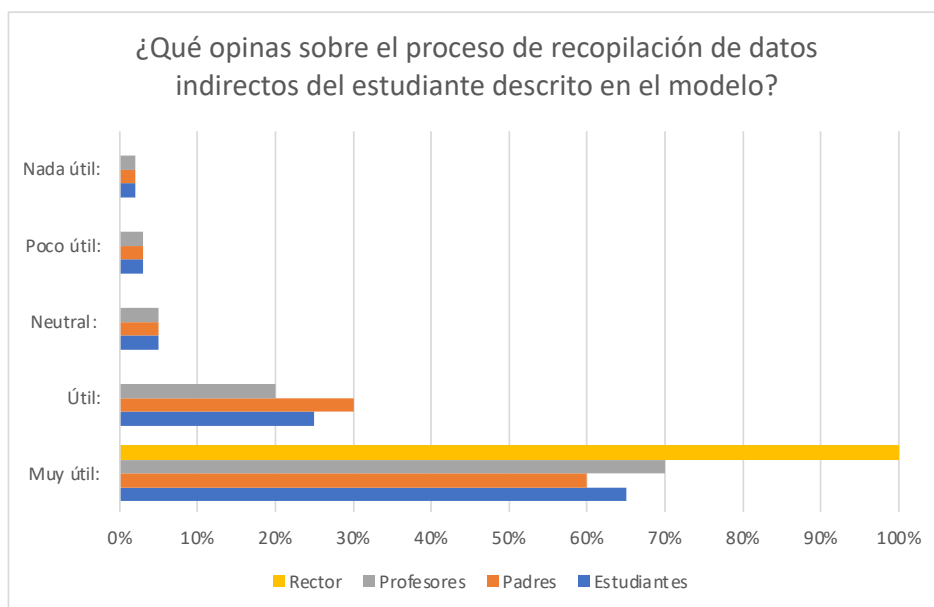
En el presente estudio, se evaluó el modelo completo de recopilación y preprocesamiento de datos diseñado para la implementación de machine learning en el contexto educativo. Se analizaron los resultados de una encuesta aplicada a estudiantes, padres, profesores y rectores, con el objetivo de obtener la percepción de los diferentes actores involucrados en el proceso educativo.

Los resultados revelaron que la recopilación de datos indirectos del estudiante fue considerada útil y valiosa por la mayoría de los participantes en el estudio. Este proceso proporcionó información relevante sobre el rendimiento académico histórico, patrones de comportamiento y

preferencias de aprendizaje, lo que permitió comprender mejor las necesidades y características individuales de los estudiantes.

Figura 4

Pregunta: ¿Qué opinas sobre el proceso de recopilación de datos indirectos del estudiante descrito en el modelo?

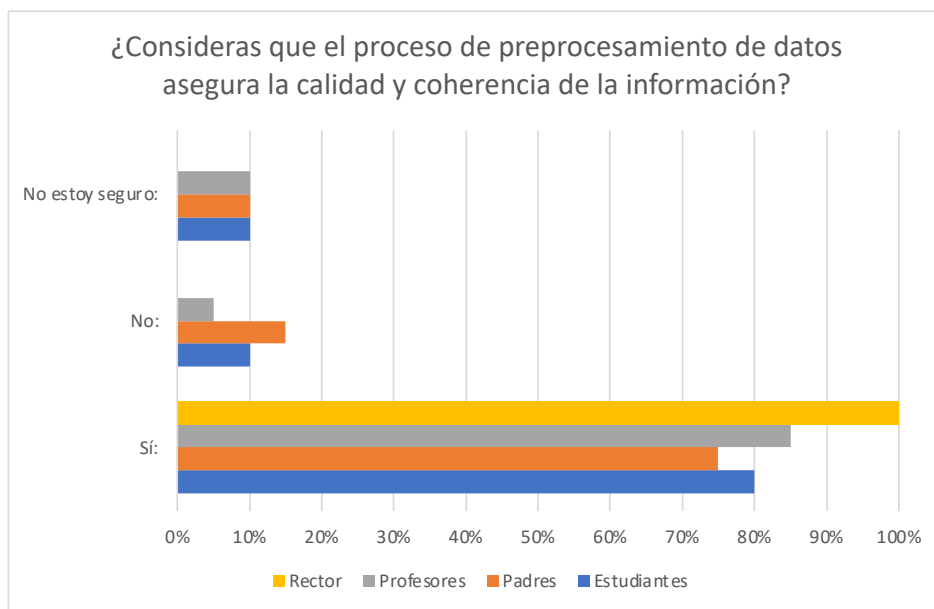


Fuente: Elaboración propia

El proceso de preprocesamiento de datos fue evaluado positivamente en cuanto a su capacidad para asegurar la calidad y coherencia de la información recopilada. Los participantes demostraron confianza en este proceso, destacando su importancia para identificar y eliminar datos inconsistentes o atípicos, así como para estandarizar formatos y codificar variables de manera adecuada.

Figura 5

Pregunta: ¿Consideras que el proceso de preprocesamiento de datos asegura la calidad y coherencia de la información?

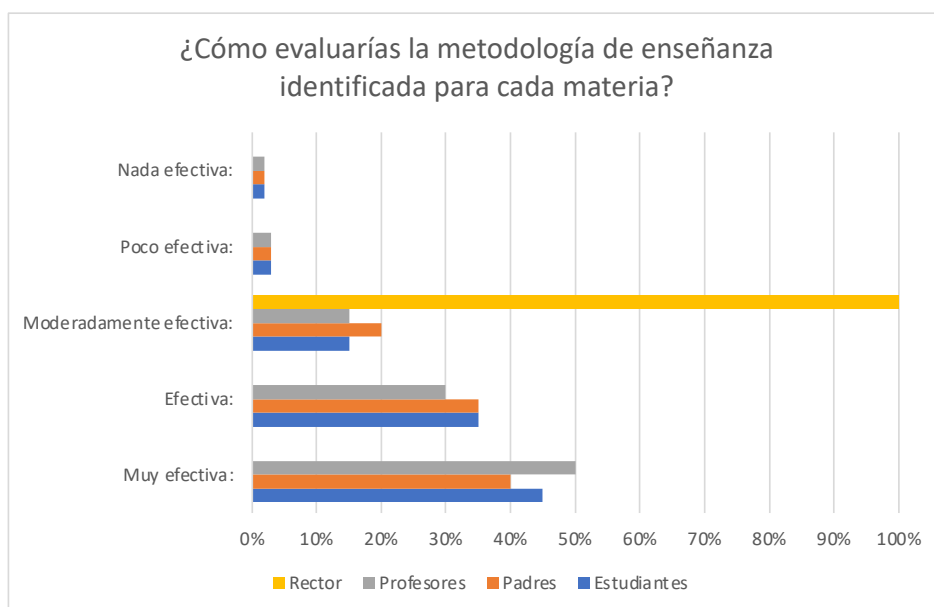


Fuente: Elaboración propia

La metodología de enseñanza identificada para cada materia fue generalmente bien recibida y evaluada como efectiva por la mayoría de los encuestados. Estos resultados destacan la importancia de adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes, reconociendo que la metodología puede variar según el contenido, la complejidad y el estilo de aprendizaje.

Figura 6

Pregunta: ¿Cómo evaluarías la metodología de enseñanza identificada para cada materia?

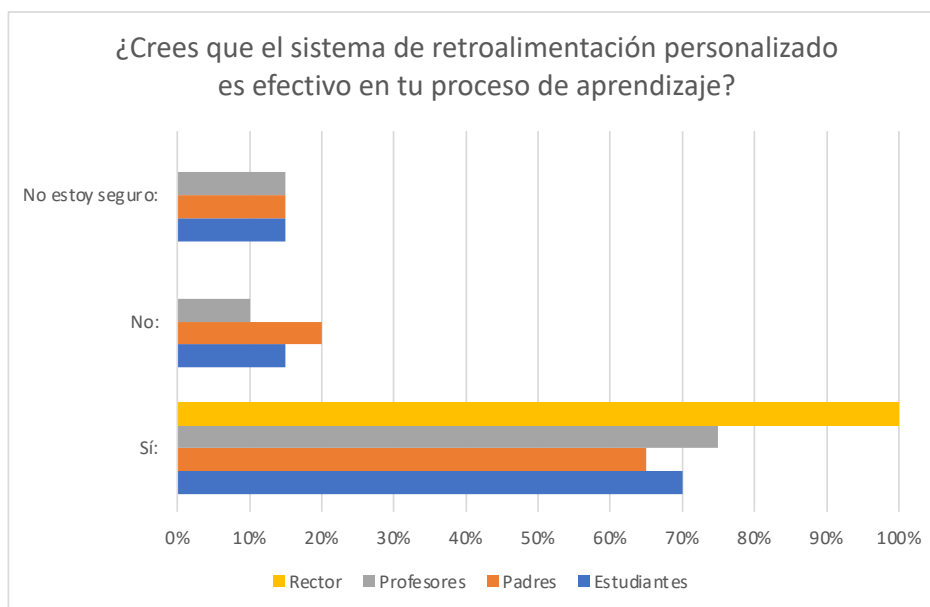


Fuente: Elaboración propia

El sistema de retroalimentación personalizado, basado en la metodología de mayor aceptación por el usuario, fue considerado efectivo en el proceso de aprendizaje por la mayoría de los participantes. Este sistema proporcionó una retroalimentación continua y personalizada, permitiendo adaptar el contenido y las actividades según el progreso y desempeño de los estudiantes. Los resultados resaltan su contribución para optimizar el proceso de aprendizaje, motivar a los estudiantes y facilitar su avance de manera efectiva.

Figura 7

Pregunta: ¿Crees que el sistema de retroalimentación personalizado es efectivo en tu proceso de aprendizaje?



Fuente: Elaboración propia

Con base en el estudio realizado, se llegó a varias conclusiones sobre la percepción de los diferentes actores educativos respecto a una plataforma de aprendizaje adaptativo en Colombia. Los estudiantes valoran la personalización, el mayor compromiso, la retroalimentación inmediata y el apoyo individualizado ofrecidos por estas plataformas. Los padres destacan el apoyo académico, la comodidad y accesibilidad, la atención individualizada y la participación activa en la educación de sus hijos. Los profesores consideran la diferenciación e instrucción personalizada, la información basada en datos, el desarrollo profesional y la integración con el plan de estudios como aspectos clave. Por su parte, los rectores valoran el rendimiento y resultados de los alumnos, el apoyo al profesorado, la toma de decisiones basada en datos, la asignación de recursos y la equidad y acceso.

La implementación de una plataforma de aprendizaje adaptativo puede ser una estrategia efectiva y equitativa para brindar apoyo personalizado a los estudiantes, promover el compromiso y desarrollo académico, y reducir las disparidades educativas. Sin embargo, existen desafíos y preocupaciones, como la falta de interacción personal, la resistencia al cambio, la efectividad de la plataforma, la supervisión y acompañamiento, la adaptación al cambio de roles, la necesidad

de formación y capacitación, la inversión en tecnología y recursos, y la aceptación y apoyo de la comunidad educativa.

Estos desafíos y preocupaciones pueden abordarse mediante una comunicación clara y continua, capacitación, apoyo y demostración de los beneficios de la plataforma adaptativa. Es fundamental involucrar a todos los actores educativos en el proceso de implementación y proporcionarles las herramientas y recursos necesarios para aprovechar al máximo esta tecnología. Con una atención adecuada a estos aspectos, la implementación exitosa de una plataforma de aprendizaje adaptativo puede transformar el proceso educativo y mejorar el aprendizaje de los estudiantes en Colombia.

12 Bibliografía

- Brooks, D. S. (2015). The Concept of Levels of Organization in the Biological.
- Umerez, J. (2016). Biological Organization from a Hierarchical Perspective.
- Kritz, M. V. (2014). Biological Organization, Biological Information, and Knowledge.
- unicef. (s.f.). Obtenido de Educación: <https://www.unicef.org/colombia/educacion>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Obtenido de Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden: https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Ministerio de educación nacional. (2018). *Plan especial de educación rural*. Obtenido de https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-385568_recurso_1.pdf
- Banco Mundial. (s.f.). *Tasa de alfabetización, total de adultos (% de personas de 15 años o más) - Colombia*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.ADT.LITR.ZS?locations=CO>
- Ministerio de Educación Nacional. (July de 2022). *Deserción escolar en Colombia: análisis, determinantes y política de acogida, bienestar y permanencia*. Obtenido de https://www.mineduccion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_34.pdf
- F.J. Duff, C. H. (2016). Learning Disorders and Dyslexia. *Encyclopedia of Mental Health (Second Edition)* , 5-11.
- Embarak, O. (2021). A New Paradigm Through Machine Learning: A Learning Maximization Approach for Sustainable Education. *Procedia Computer Science, Volume 191*, 445-450.
- Eric Cosyn, H. U. (April 2021). A practical perspective on knowledge space theory: ALEKS and its data. *Journal of Mathematical Psychology*, Volume 101.
- Mills, N. J. (June 2021). ALEKS constructs as predictors of high school mathematics achievement for struggling students. *Heliyon*, Volume 7, Issue 6.
- Scotty D. Craig a, X. H. (October 2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers & Education*, Volume 68.
- Xudong Huang a, S. D. (April de 2016). Intelligent tutoring systems work as a math gap reducer in 6th grade after-school program. *Learning and Individual Differences*, 47, 258-265.
- Muhammad Farhan a b, S. J. (February de 2018). IoT-based students interaction framework using attention-scoring assessment in eLearning. *Future Generation Computer Systems*, 79, Part 3, 909-919.
- Tumaini Kabudi, I. P. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2.

Richa Bajaj, V. S. (2018). Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles. *International Conference on Computational Intelligence and Data Science (ICCIDS 2018)*, 834–842.