



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

TESIS

“Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours, Reque – 2021”

PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero (a) en Computación e Informática

PRESENTADO POR:

Bach. Terrones Espino, Janina Alexa

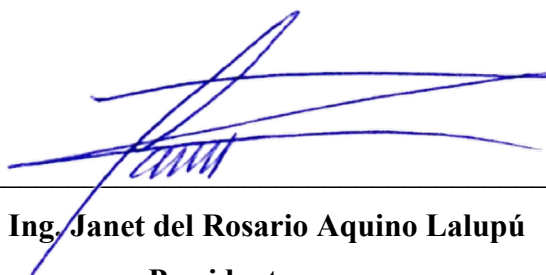
Bach. Guevara Pariatanta, Jose Maico

ASESOR:

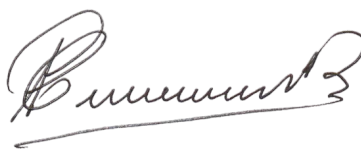
Dr. Ing. Iván Eduardo Salvador Briceño

Lambayeque – Perú

2026



M. Sc. Ing. Janet del Rosario Aquino Lalupú
Presidente



Mg. Ing. Percy Javier Celis Bravo
Secretario



Dra. Ing. Consuelo Ivonne Del Castillo Castro
Vocal



Dr. Ing. Iván Eduardo Salvador Briceño
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DECANATO

Ciudad Universitaria – Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 015 -2023-SUNEDU / CD



0059



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 32.-2023.-D/FACFyM

Siendo las 9:00 a.m. del día 26 de marzo del 2023, se reunieron los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

Sistema virtual inteligente para incrementar el aprendizaje de matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Tzuc, Regue-2021

Designados por Resolución N° 837-2023-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 27 de septiembre de 2023

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

M.sc. Ing. Janeth del Rosario Aguino Lalo pú Presidente

Mg. Ing. Percy Javier Celis Bravo Secretario

Dra. Ing. Consuelo Ivonne Del Castillo Castro Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) Dr. Ing. Juan Eduardo Salvador Briceño nombrado por Resolución N° 025-2022-VIRTUAL D/FACFyM de fecha 06 de enero de 2022

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 221-2023-D D/FACFyM de fecha 16 de marzo de 2023

La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es): Terrones Espino Janina Akera y Guevara Pariatanta Jose Maico y tuvo una duración de 90 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de Muy Bueno (18) en la escala vigesimal, mención (dieciocho).

Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Computación e Informática de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:30 a.m. se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Presidente

Janeth del Rosario Aguino Lalo pú

CONSUELO DEL CASTILLO CASTRO

Vocal

Secretario

Percy Javier Celis Bravo

Aesor

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ivan Eduardo Salvador Briceño usuario revisor de:

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Titulado Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de
Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E.
10051 San Martín de Thours, Reque – 2021

Cuyo(s) autor(es) es(son):

Guevara Pariatanta Jose Maico DNI° 75756839

Terrones Espino Janina Alexa DNI° 73887197

declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 14 %, verificables en el Resumen del Reporte Automatizado de similitudes que se acompaña.

El(La/Los/Las) suscrito(a/s/as) analizó y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.



Lambayeque, 20 de abril del 2026

Nombres y Apellidos: Dr. Ing. Ivan Eduardo Salvador Briceño

DNI°: 17809051

ASESOR

Defina la modalidad con [X]

Adjuntar

- *Reporte Automatizado de similitudes*
- *Recibo Digital*

Sistema Virtual inteligente

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

3

bestssubjects.blogspot.com

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Anahuac México
Sur

Trabajo del estudiante

1%

5

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

1%

6

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.uci.cu

Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo
Salvador Briceño
DNI: 17809051

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.ucp.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

11

diagramasuml.com

Fuente de Internet



<1 %

12

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo
Salvador Briceño
DNI: 17809051

<1 %

13

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

"Diseño y desarrollo de herramienta de evaluación formativa en línea, y uso de sistema de respuesta en aula para un modelo flipped classroom", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2017

Publicación

<1 %

15

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

ucontinental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

1library.org

Fuente de Internet

<1 %

Submitted to Universidad de Málaga - Tii

19

Trabajo del estudiante

<1 %

20

Submitted to Uniminuto Virtual

Trabajo del estudiante

<1 %

21

vsip.info

Fuente de Internet



<1 %

22

repositorio.isil.pe

Fuente de Internet

Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo
Salvador Briceño
DNI: 17809051

<1 %

23

www.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

24

Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

25

repositorio.udea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.uct.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

revistas.udistrital.edu.co:8080

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
IBEROAMERICANA

Trabajo del estudiante

<1 %

29

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz
Gallo

Trabajo del estudiante

<1 %

30	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD	Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universitat Oberta de Catalunya	Trabajo del estudiante	<1 %
32	ojs.docentes20.com	Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.uch.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
34	46.210.197.104.bc.googleusercontent.com	Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	Trabajo del estudiante	<1 %
36	repositorio.umariana.edu.co	Fuente de Internet	<1 %
37	web-argitalpena.adm.ehu.es	Fuente de Internet	<1 %
38	archive.org	Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.unap.edu.pe	Fuente de Internet	Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo Salvador Briceño DNI: 17809051 <1 %
40	repositorio.unjfsc.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

41

gsyc.urjc.es

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.ufpso.edu.co:8080

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo
Salvador Briceño
DNI: 17809051



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Iván Eduardo Salvador Briceño
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Sistema Virtual inteligente
Nombre del archivo: FINAL_-_Proyecto_de_tesis_SistemaVirtualInteligente_Firmado....
Tamaño del archivo: 27.21M
Total páginas: 141
Total de palabras: 19,342
Total de caracteres: 114,956
Fecha de entrega: 20-abr-2026 09:24p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2938810565



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA



TESIS

"Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours, Requena - 2021"

PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero (a) en Computación e Informática

PRESENTADO POR:

Bach. Terrones Espino, Janina Alexa
Bach. Guevara Pariatanta, Jose Maico

ASESOR:

Dr. Ing. Iván Eduardo Salvador Briceño

Lambayeque - Perú

2021

Asesor: Dr. Ing. Iván Eduardo
Salvador Briceño
DNI: 17809051

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que me brindaron su apoyo desde el inicio, a quienes se fueron sumando a lo largo del camino, a quienes llegaron hacia el final y, de manera muy especial, a quienes nunca soltaron mi mano, me acompañaron de principio a fin y celebraron cada pequeño avance. Gracias por su confianza, ánimo y apoyo incondicional; este logro también es suyo.

Janina Alexa Terrones Espino

A mis padres, Domitila y Rodolfo, por el apoyo constante antes y durante todo el proceso del proyecto.

Jose Maico Guevara Pariatanta

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la fortaleza y sabiduría para culminar esta investigación.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A mi compañero Jose Maico Guevara Pariatanta, por su dedicación y esfuerzo a lo largo de todo el proceso.

A nuestro asesor Dr. Ing. Iván Salvador Briceño, por su guía y exigencia constante que nos impulsó a avanzar y superarnos.

A todas las personas que contribuyeron directa o indirectamente al desarrollo de este trabajo, haciendo que cada segundo resultara significativo.

Janina Alexa Terrones Espino

En principio a Dios, por la vida, salud y las fuerzas para lograr finalizar este trabajo.

A mi familia, por el apoyo en mi vida y todo el trayecto de mi carrera universitaria.

A nuestro asesor, Dr. Ing. Iván Eduardo Salvador Briceño, por el conocimiento y tiempo brindado.

Al docente Johnny Chafloc Millones, por compartir su expertise, proporcionar su tiempo y total entrega en la aplicación del sistema.

A mi mejor amiga, Ruth Esther Ramirez Requejo (Q.E.P.D Y D.D.G), por su amistad incondicional y el acompañamiento desde el día uno de este trayecto.

Jose Maico Guevara Pariatanta

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo implementar un Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours – Requena, debido a su importancia con respecto al uso de herramientas tecnológicas como apoyo a los docentes y alumnos del nivel primario.

Es por ello que, se realizó un estudio de factibilidad del cual se obtuvo como resultado que, el 50% de los alumnos encuestados disponían de al menos un dispositivo con conexión a internet, sumado a ello la institución facilitó el acceso al aula de AIP (Aula de Innovación Pedagógica).

Para desarrollar el proyecto, se hizo uso de la Metodología Mixta teniendo como apoyo de inicio a fin al Enfoque de Desarrollo Ágil, producto de ello se pudo definir cinco fases: Diagnóstico Pedagógico y Levantamiento de Requerimientos, Diseño de la Intervención y Arquitectura del Sistema, Construcción Tecnológica y Despliegue Web del Prototipo, Trabajo de Campo y Pruebas de Usuario (Implementación), por último la Evaluación de Resultados, Mantenimiento y Escalabilidad. Además, se logró definir: el algoritmo aplicando lógica difusa, el cual permitió establecer el estilo de aprendizaje del alumno, el módulo del alumno, que es el que se define y proporciona tanto los recursos como desafíos para el mismo, los dos módulos (docente y administrador) para la gestión del sistema, finalmente se integró un asistente de chat “Zori” para la absolución de dudas en tiempo real sobre temas matemáticos.

El lenguaje de programación usado fue Python con el framework Flask y como Sistema Gestor de Base de Datos MySQL.

Palabras clave: Sistema virtual inteligente, educación, lógica difusa, estilo de aprendizaje.

ABSTRACT

The main objective of this research project is to implement an Intelligent Virtual System to improve mathematics learning among fifth-grade students at I.E. 10051 San Martin de Thours – Reque, given its importance in terms of the use of technological tools to support teachers and students at the primary level.

For this reason, a feasibility study was conducted, which found that 50% of the students surveyed had at least one device with an internet connection. In addition, the educational institution facilitated access to the AIP (Pedagogical Innovation Classroom).

To develop the project, the Mixed Methodology was employed, supported from start to finish by the Agile Development Approach. As a result, five phases were defined: Pedagogical Assessment and Requirements Gathering, Intervention Design and System Architecture, Technical Development and Web Deployment of the Prototype, Fieldwork and User Testing (Implementation), and finally, Results Evaluation, Maintenance, and Scalability. In addition, the following were defined: the algorithm using fuzzy logic, which allowed for determining the student's learning style; the student module, which defines and provides both resources and challenges for the student; the two modules (teacher and administrator) for system management; and finally, a chat assistant named “Zori” was integrated to answer questions in real time on mathematical topics.

The programming language used was Python with the Flask framework and MySQL as the database management system.

Keywords: Intelligent virtual system, education, fuzzy logic, learning style.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	12
Capítulo I: Diseño Teórico.....	14
1.1. Problemática de la investigación.....	14
1.1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema de investigación.....	16
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Marco metodológico.....	17
1.4.1. Tipo de investigación.....	17
1.4.2. Hipótesis.....	17
1.4.3. Definición y operacionalización de variables.....	18
1.5. Marco teórico.....	19
1.5.1. Antecedentes.....	19
1.6. Bases teóricas.....	28
1.6.1. Conceptos generales.....	28
1.6.1.1. Inteligencia Artificial.....	28
1.6.1.2. Estilo de Aprendizaje.....	29
1.6.1.3. Sistema Inteligente.....	30
1.6.1.4. Virtual.....	30
1.6.1.5. Sistema Virtual Inteligente.....	30
1.6.1.6. Algoritmo.....	30
1.6.1.7. Lógica Difusa.....	30
1.6.1.8. Matemática.....	31
1.6.1.9. Erwin Data Modeler.....	32
1.6.2. Metodología de desarrollo.....	32
1.6.2.1. Metodología Mixta.....	32
1.6.2.2. Enfoque de Desarrollo Ágil.....	33
1.7. Diseño de arquitectura.....	33
1.7.1. Sistema Web.....	33
1.7.1.1. Sistemas web relacionadas al aprendizaje de matemática.....	35
1.7.2. Sistema de Gestión de Base de Datos: MySQL.....	37
1.7.3. Sistemas de diseño y modelado.....	37
1.7.3.1. Figma.....	37

1.7.3.2. Erwin Data Modeler.....	37
1.7.3.3. UML.....	37
1.7.4. Lenguaje de programación.....	39
1.7.4.1. Python.....	39
Capítulo II: Métodos y Materiales.....	40
2.1. Diseño de contrastación de la hipótesis.....	41
2.2. Población y muestra.....	41
2.3. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos.....	42
2.4. Metodología de desarrollo.....	42
2.4.1. Metodología de Desarrollo del Sistema Virtual Inteligente.....	42
Capítulo III: Resultados y Discusión.....	48
3.1. Aplicación Metodológica en el Desarrollo del Sistema Virtual Inteligente.....	48
3.1.1. Evidencias Fase 1: Diagnóstico Pedagógico y Levantamiento de Requerimientos	48
3.1.2. Evidencias Fase 2: Diseño de la Intervención y Arquitectura del Sistema.....	53
3.1.3. Evidencias Fase 3: Construcción Tecnológica y Despliegue Web del Prototipo.....	58
3.1.4. Evidencias Fase 4: Trabajo de Campo y Pruebas de Usuario (Implementación)....	83
3.1.5. Evidencias Fase 5: Evaluación de Resultados, Mantenimiento y Escalabilidad.....	86
3.2. Limitaciones del Sistema Virtual Inteligente.....	97
3.3. Aportes del Sistema Virtual Inteligente.....	98
3.4. Costos y Beneficios.....	100
3.4.1. Costos.....	100
3.4.2 Beneficios.....	101
Capítulo IV: Conclusiones.....	103
Capítulo V: Recomendaciones.....	105
Bibliografía referenciada.....	107
ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición y operacionalización de variables.....	18
Tabla 2 Matriz de Necesidades Pedagógicas vs. Historias de Usuario.....	48
Tabla 3 Requerimientos No Funcionales (RNF).....	51
Tabla 4 Requerimientos Funcionales (RF).....	52
Tabla 5 Resultados Pre Test.....	83
Tabla 6 Resultados Post Test.....	85
Tabla 7 Materiales y equipo de investigación.....	100
Tabla 8 Material de impresión / servicio telefónico - internet.....	100
Tabla 9 Pasajes y Viáticos.....	101
Tabla 10 Costos y presupuesto.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matific.....	35
Figura 2 IXL.....	36
Figura 3 Tipos de Diagramas UML.....	38
Figura 4 Flujo de construcción tecnológica del sistema Masmat.....	44
Figura 5 Porcentaje de alumnos que usan internet en casa.....	49
Figura 6 Distribución en porcentaje del modo de conexión a internet.....	50
Figura 7 Distribución porcentual según el tipo de dispositivos que usan en casa.....	50
Figura 8 Prototipo en Figma: Pantalla de Registro, Login, Módulo de la Evaluación Diagnóstico del estilo y Home.....	54
Figura 9 Diagrama de Casos de Uso General.....	55
Figura 10 Modelo de Base de Datos Relacional.....	57
Figura 11 Extracto de código de la función vak_send_results(): Valida y extrae resultados.....	60
Figura 12 Extracto de código de la función vak_send_results(): Obtiene las alternativas seleccionadas.....	61
Figura 13 Extracto de código de la función vak_send_results(): Clasifica puntaje por estilo.....	62
Figura 14 Extracto de código de la función vak_send_results(): Porcentaje por estilos y sistema difuso.....	63
Figura 15 Extracto de código de la función vak_send_results(): Registrar diagnóstico.....	64
Figura 16 Panel de Control XAMPP web Fuente: XAMPP Control Panel.....	65
Figura 17 Ejecución del comando python.....	66
Figura 18 Instalación de pip con la ejecución del archivo get-pip.py.....	67
Figura 19 Ejecución del comando pip –version para corroborar la instalación de pip.....	67
Figura 20 Ejecución del comando pip install virtualenv para la instalación de virtualenv.....	68
Figura 21 Ejecución del comando virtualenv –version para corroborar su instalación.....	68
Figura 22 Pantalla de inicio de Visual Studio Code.....	69
Figura 23 Ejecución de comandos para crear y activar un entorno virtual.....	69
Figura 24 Ejecución de comando para desactivación del entorno.....	69
Figura 25 Función conversar(): Obtener información del alumno.....	71
Figura 26 Función conversar(): Obtener estilo de aprendizaje dominante diagnosticado.....	72
Figura 27 Función conversar(): Construcción del prompt.....	72
Figura 28 Función conversar(): Envío del prompt y obtención de respuesta.....	73
Figura 29 Implementación de la función es_tema_matematico().....	73
Figura 30 Repositorio del Sistema Virtual Inteligente en Git.....	75
Figura 31 Interfaz de Pythonanywhere para abrir nueva consola.....	75
Figura 32 Ejecución de comando para clonar el repositorio.....	76
Figura 33 Comando para ubicarse en la carpeta creada para desplegar el Sistema Virtual Inteligente.....	76

Figura 34 Comando para crear el entorno virtual myenv.....	76
Figura 35 Comando para activar el entorno virtual myenv.....	77
Figura 36 Comando para instalar flask dentro del entorno virtual myenv.....	77
Figura 37 Interfaz de Pythonanywhere para crear la base de datos.....	78
Figura 38 Interfaz de Pythonanywhere para configurar los archivos del sistema.....	79
Figura 39 Código incorporado para la ejecución del archivo principal run.py.....	79
Figura 40 Interfaz de Pythonanywhere para crear y configurar la web.....	80
Figura 41 Vista de la ejecución del asistente Zori.....	80
Figura 42 Vista de un recurso en formato video.....	81
Figura 43 Vista de un recurso en formato audio.....	81
Figura 44 Vista del ejercicio de un desafío.....	82
Figura 45 Vista principal del usuario Docente.....	82
Figura 46 ¿Qué tan fácil fue ingresar al sistema?.....	87
Figura 47 ¿Qué tan clara fue la explicación para usar el sistema?.....	88
Figura 48 ¿Qué tan rápido funcionó el sistema en el dispositivo que usaste?.....	89
Figura 49 ¿Qué tan atractiva fue la presentación visual del sistema (colores, imágenes, diseño)?... 90	
Figura 50 ¿Qué tan útil fue el sistema para tu aprendizaje?.....	91
Figura 51 ¿Qué tan fácil fue encontrar lo que necesitabas dentro del sistema?.....	92
Figura 52 ¿Qué tan divertido fue usar el sistema?.....	93
Figura 53 ¿Qué tan satisfecho estás con lo que aprendiste usando el sistema?.....	94
Figura 54 ¿Recomendarías este sistema a otros compañeros?.....	95
Figura 55 Panel de administración de logs en PythonAnywhere.....	96

INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación básica, históricamente ha estado regido en un paradigma estandarizado, en el que se transmite el conocimiento de manera homogénea, es decir bajo métodos de aprendizaje como el expositivo, aquí el docente transmite el conocimiento de forma unidireccional, o el basado en texto guía, el cual toma como primer punto la explicación del contenido para luego pasar a la solución de ejercicios asociados al mismo. Asumiendo bajo estos enfoques convencionales que todos los alumnos reciben la información bajo el mismo ritmo, forma y/o estímulos, dejando de lado la diversidad cognitiva y los diferentes estilos de aprendizaje (Visual, Auditivo y Kinestésico) que están presentes en un aula de clase.

En un área tan exigente y analítica como la matemática, el no hacer uso de una personalización pedagógica trae consigo brechas de comprensión, desmotivación y limitación para el desarrollo académico. Lo antes mencionado, es un escenario que se muestra con total claridad en los alumnos de quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours, en el distrito de Reque, por lo que es importante intervenir en sus procesos de asimilación.

En respuesta a la problemática descrita, y con el fin de poder brindar una opción de educación personalizada, nace la idea del proyecto titulado: “Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours, Reque”, en el que el núcleo tecnológico es la implementación de un algoritmo de lógica difusa.

Este modelo matemático es capaz de procesar la incertidumbre y generar el diagnóstico con

mayor precisión del estilo de aprendizaje que predomina en cada uno de los alumnos. Una vez que se estableció su perfil cognitivo, el sistema por sí mismo adapta sus interfaces, proporcionando recursos y desafíos asociados a la competencia de “Resuelve Problemas de Cantidad”, tal como se define en el Currículo Nacional de la Educación Básica del MINEDU.

El fin del sistema, no es directamente sustituir la labor humana, ya que su arquitectura coloca al docente como un gestor estratégico, proporcionando al mismo herramientas para administrar los contenidos, revisar métricas y analizar el progreso de sus alumnos. Además, la innovación tecnológica definida para el proyecto es la integración de “Zori”, el cual es un asistente conversacional de IA Generativa (haciendo uso del consumo de API), definido como un tutor virtual en tiempo real que brinda respuestas a dudas matemáticas.

Esa unión de tecnologías sustenta la premisa central del estudio: al brindar al alumno los recursos pedagógicos que se adapten a su estilo de aprendizaje y proporcionar acompañamiento inteligente, se llega a incrementar su rendimiento académico de manera significativa en el área de matemática.

Capítulo I: Diseño Teórico

1.1.Problemática de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Los sistemas educativos en todo el mundo, durante las últimas décadas han hecho el intento de promover la inclusión de herramientas digitales con el fin de llegar a una enseñanza moderna. Sin embargo, este proceso se ha quedado estancado en la simple sustitución de formatos físicos por digitales, manteniendo sin cambios la enseñanza colectiva. Es por ello que, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2022) señala que el incorporar la tecnología en las aulas sin realizar un cambio metodológico y sin atender la diversidad estudiantil puede resultar reforzando los modelos pedagógicos tradicionales. Lo que nos permite darnos cuenta de que, la tecnología aplicada en muchas instituciones no logra adaptarse al alumno, sino que conserva un enfoque homogéneo aplicado de forma general, obligando de esta manera a que los alumnos procesen la información obtenida mediante estímulos genéricos perdiendo de ese modo la eficacia frente a áreas de alta complejidad analítica como la matemática.

Por otro lado, los resultados obtenidos según la última evaluación PISA 2022 (MINEDU, 2024), ubican al Perú en uno de los puestos más bajos a nivel mundial, con un 66,2 % de los estudiantes evaluados por debajo del nivel 2, esto significa que solo pueden responder a preguntas directas, vinculadas a contextos conocidos que cuentan con toda la información necesaria para deducir una respuesta. Además de ello, nos hace ver que solo el 33,8 % de los estudiantes, demuestran estar en el nivel básico (nivel 2 o más) de la competencia matemática. Es por ello, que tener un porcentaje mayor al 50 % de los estudiantes por debajo del nivel básico es preocupante.

Así mismo, la ministra de Educación, Miriam Ponce, manifestó lo siguiente:

En cuanto a Matemática, el Perú, al igual que más del 50 % de los países participantes, no pudo sostener su rendimiento. Anotó que la medida promedio de nuestro país disminuyó nueve puntos (391) respecto de la edición del 2018 (400), una diferencia que es estadísticamente significativa. (León & León, 2023)

Cabe mencionar que, durante la etapa escolar, se ha venido recibiendo una educación enfocada netamente en seguir al pie de la letra lo que se propone en el currículo nacional de la educación básica del Ministerio de Educación, generalizando de este modo la forma de enseñanza y descartando por completo el modo en el que cada estudiante aprende.

Por lo tanto, si lo que se quiere es ascender de nivel, consideramos que se debe afianzar los conocimientos en beneficio de los estudiantes, tomando en cuenta el modo en el que cada uno de ellos percibe la información, es así que vemos necesario el aporte en particular del área de matemática, ya que es la base para los distintos procesos de la vida diaria.

A su vez, los docentes del departamento de Lambayeque vienen no sólo adecuándose a la nueva forma de impartir clases, es decir en la modalidad virtual, sino también al uso constante de herramientas tecnológicas que faciliten la enseñanza, ya que tienen en frente a estudiantes que están totalmente familiarizados con aplicaciones de toda índole.

Así mismo refiriéndonos a las instituciones educativas de la ciudad de Chiclayo y con más precisión, a las ubicadas en el distrito de Reque, podemos decir que no solo no cuentan con los recursos suficientes para implementar nuevas formas de enseñanza haciendo uso de herramientas tecnológicas, esto a causa de la falta de implementos en centros de cómputo tales como: tablets, computadoras o incluso proyectores, los mismos que como bien sabemos pueden facilitar la enseñanza.

Tomando como enfoque a la I.E. 10051 San Martín de Thours, la cual busca que sus alumnos

obtengan un incremento de su nivel en el área de matemática, nos surge la siguiente interrogante:
¿Cómo podrían lograr incrementar su nivel en el área de matemática?

Es a partir de la formulación de la interrogante anteriormente mencionada, que hemos creído conveniente la implementación de un sistema atractivo y de interacción intuitiva para el estudiante. En tal sentido, la presente investigación estará centrada en la implementación de un Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours. Mismo que tendrá como aporte para las distintas interfaces el currículo nacional de la educación básica del Ministerio de Educación, plasmando de este modo en una etapa inicial la primera competencia denominada Resuelve problemas de cantidad.

Adicional a ello, el sistema buscará que el alumno sea el principal protagonista de su aprendizaje a través de experiencias dinámicas e interactivas, adaptándose de inicio a fin a su estilo de aprendizaje, obteniendo de ese modo resultados favorables, que ayuden en su desempeño educativo. Por otro lado, permitirá que el docente pueda conocer por medio de los reportes otorgados por el sistema el estado inicial de sus alumnos, su estilo de aprendizaje y el progreso de cada uno de ellos.

1.2. Formulación del problema de investigación

¿Implementar un Sistema Virtual Inteligente ayudará a incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours – Reque.

1.3.2. Objetivos específicos

- Ejecutar un pre test para obtener el diagnóstico de la situación actual de los alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours.
- Diseñar el algoritmo enfocado en lógica difusa.
- Desarrollar el Sistema Virtual Inteligente con el lenguaje de programación Python y la base de datos MySQL.
- Obtener estadísticas del uso del Sistema Virtual Inteligente por parte de los alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours.
- Aplicar un post test, para comparar resultados con el pre test realizado inicialmente.

1.4. Marco metodológico

1.4.1. Tipo de investigación

Investigación Cuasi-experimental

1.4.2. Hipótesis

La implementación de un Sistema Virtual Inteligente contribuirá en el incremento del aprendizaje de matemática de los alumnos del quinto grado de primaria, proponiendo exámenes cortos (desafíos) y otorgándoles recursos para reforzar los temas de mayor dificultad para ellos, tomando en cuenta su estilo de aprendizaje.

1.4.3. Definición y operacionalización de variables

Tabla 1

Definición y operacionalización de variables

Tipo	Variables	Dimensión conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Independiente	Sistema Virtual Inteligente	Un sistema virtual inteligente, es aquel que posee características y comportamientos similares a los de la inteligencia humana, decidiendo las acciones que va a realizar para cumplir con sus objetivos, además de adoptar la imitación de una persona, similar a la realidad.	Análisis de la interfaz	Navegabilidad Consistencia Extensibilidad Adaptabilidad	Herramientas Especializadas
			Inteligencia Artificial	Imitar el criterio del docente para la asignación de recursos y desafíos	Metodología de Desarrollo y Sistema Virtual Inteligente
			Lógica Difusa	Categorizar a los alumnos por estilo de aprendizaje	
Dependiente	El aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours	El aprender matemáticas, es algo más que repetir las definiciones o ser capaz de identificar propiedades de números, magnitudes, polígonos u otros objetos matemáticos. Sino que, es la capacidad de usar el lenguaje y conceptos matemáticos para resolver problemas.	Rendimiento académico	Identificar el incremento o decremento del alumno en el área de matemática	Evaluación Pre Test Evaluación Post Test
			Resolución matemática	Desafíos desarrollados Notas obtenidas Tiempos	Reportes

Nota. Elaboración propia.

1.5.Marco teórico

1.5.1. Antecedentes

A continuación, se presentarán antecedentes que guardan relación con lo propuesto en la investigación:

Ámbito internacional

- Para (Sotelo Mera, 2020) la implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje que permita estimular el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas mediante proyectos tecnológicos tomando como muestra de estudio los 21 estudiantes pertenecientes al grado 6° de la I.E. La Planada, bajo un enfoque exploratorio y de tipo investigación-acción, ayudó a determinar que la integración de herramientas tecnológicas en un ambiente virtual no solo mejora la resolución de problemas, sino que potencia la motivación y la autonomía de los propios estudiantes. Este estudio sirve como base para el desarrollo de sistemas más avanzados, debido a que demuestra que la estructura de un entorno virtual podría ser el eslabón faltante para el éxito del aprendizaje matemático.
- Mientras que (Mamani Huallpa, 2020) en su investigación desarrollada sobre el ámbito de las tecnologías aplicadas a la educación, tiene como objetivo desarrollar e implementar un sistema tutor inteligente basado en inteligencia artificial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Aplicado sobre un enfoque tecnológico y un diseño pre-experimental, sobre estudiantes del sexto año de secundaria y seleccionando una muestra específica a la cual se le logró aplicar el software desarrollado, esto para medir el impacto en su rendimiento académico mediante pre-test y post-test. Concluyendo así que, la implementación del tutor inteligente llegó a

incrementar de manera significativa el nivel de aprendizaje de los estudiantes. Destacando la capacidad del sistema para adaptarse al ritmo individual del alumno y proporcionar retroalimentación inmediata, superando de este modo las limitaciones del aula tradicional, con ello se valida la eficacia de los sistemas inteligentes como herramienta de apoyo en el área de matemática.

- El autor (Estrada Tangarife, 2024) nos menciona bajo un plano de investigación teórico y documental, que el enfoque central de la su investigación fue analizar, mediante una revisión sistemática, como las herramientas de inteligencia artificial están logrando transformar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Para ello, aplica un tipo de investigación cualitativa, basada en un diseño de revisión documental y crítico, tomando como muestra de estudio a un corpus de artículos académicos, tesis y reportes técnicos actuales, los cuales documentan la implementación de sistemas inteligentes en entornos educativos. Señalando finalmente que, la inteligencia artificial tiene un impacto positivo en la personalización del aprendizaje, ya que permite identificar patrones de error recurrentes en los estudiantes. Sin embargo, para que sean efectivos deberán estar acompañados de una clara mediación pedagógica, definiendo de ese modo que la IA no reemplaza al docente, sino que logra potenciar la capacidad del este para atender la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje en el área de matemática.
- Por otro lado (Mendoza Apaza, 2020) enfoca su investigación en el desarrollo de herramientas interactivas, definiendo como su objetivo de estudio diseñar e implementar un aplicativo móvil basado en un sistema tutor inteligente para mejorar el proceso de aprendizaje en el área de física, específicamente en estática y dinámica. Para ello, usa una investigación aplicada y tecnológica con un diseño cuasi-experimental sobre los

estudiantes del quinto año de secundaria de la Unidad Educativa “Nacional Ayacucho”, dividiendo a los mismos en grupos de control y experimental, esto para poder comparar los resultados antes y después de la intervención tecnológica con el fin de medir la eficacia del software. Concluida la investigación, se determinó que el uso del tutor inteligente móvil incrementó significativamente el promedio de calificaciones y la comprensión de conceptos lógicos en los estudiantes. Además, la portabilidad del sistema y la capacidad de adaptación personalizada del mismo mediante algoritmos de IA permitió que el alumno aprenda a su ritmo, demostrando de ese modo que estos sistemas virtuales inteligentes son eficaces en especial sobre materias que requieren alto rendimiento lógico-matemático.

- En el ámbito de la gestión de entornos digitales, destaca la investigación de (Castro Quijano, 2023) la cual tiene como principal objetivo implementar y evaluar una plataforma virtual como recurso didáctico para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato, buscando mitigar los altos índices de reprobación en la materia. Haciendo uso de una investigación cuantitativa y un diseño cuasi-experimental, utilizando cuestionarios de diagnóstico y evaluaciones de desempeño como instrumentos de recolección de datos sobre los alumnos de nivel medio superior (secundaria/bachillerato) de una institución educativa estatal, mismo que hicieron uso de la plataforma desarrollada durante un ciclo académico. Concluyendo, que el uso de la plataforma virtual como estrategia de aprendizaje incrementó significativamente el aprovechamiento escolar de los alumnos. Permitiendo también, una mayor flexibilidad en la entrega de contenidos y facilitando el seguimiento personalizado del progreso del estudiante. Lo que trajo consigo, la recomendación de

estas herramientas para reducir la brecha tecnológica y maximizar el razonamiento lógico-matemático.

Ámbito nacional

- En el estudio de (Vidal Retuerto, 2022) se presenta como punto principal el determinar la influencia del programa didáctico “Matedidac” en el fortalecimiento de la capacidad de resolución de problemas de cantidad, una de las áreas críticas del aprendizaje lógico-matemático. Haciendo uso de una investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental, sobre los estudiantes del nivel primaria de una institución educativa en Lima, los cuales fueron divididos en un grupo de control y un grupo experimental, a quienes se les aplicó evaluaciones de entrada y salida (pre-test y post-test) para medir la efectividad de la intervención pedagógica. Demostrando que la aplicación del programa “Matedidac” mejoró significativamente el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de cantidad. Además, el uso de estrategias didácticas secuenciadas y recursos lúdicos permite que el estudiante transite de manera más efectiva del pensamiento concreto al abstracto. Este hallazgo es relevante para el desarrollo de sistemas virtuales, pues valida que una metodología estructurada, trasladada a un entorno digital, puede elevar los niveles de logro en competencias matemáticas específicas.
- En la investigación de (Rosales Linares, 2025), se analiza el determinar la relación existente entre el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el nivel de logros de aprendizaje alcanzados en la asignatura de matemáticas. Usando una investigación básica, un enfoque cuantitativo, y un diseño no experimental. Teniendo como muestra a los estudiantes del quinto ciclo de primaria de la IE N.º 61014 Horacio

Zevallos Gámez de Iquitos, a quienes se les aplicaron cuestionarios y fichas de observación de desempeño académico para recolectar la información. Concluyendo luego de finalizada la investigación que, existe una correlación positiva y significativa entre el uso de herramientas tecnológicas y el rendimiento en matemáticas. Determinando que una integración pedagógica adecuada de las TIC no solo facilita la comprensión de conceptos numéricos complejos, sino que eleva el interés de los estudiantes por la materia. Este antecedente guarda relación con la presente investigación porque ambos trabajos coinciden en promover la mejora del aprendizaje matemático mediante el uso de tecnologías digitales. No obstante, la presente tesis amplía este enfoque al incorporar un Sistema Virtual Inteligente con capacidad adaptativa, lo que representa una evolución del uso de TIC hacia entornos de aprendizaje personalizados y dinámicos.

- Para (Silva Berrospi & Jaimes Barrionuevo, 2024) el motivo central de la investigación fue determinar la relación entre el uso de las tablets distribuidas por el Ministerio de Educación y el nivel de logro de aprendizaje en el área de matemáticas. Enfocándose en una investigación básica, con enfoque cuantitativo, de nivel correlacional y diseño no experimental. La población y muestra estuvo conformada por los estudiantes de la institución educativa rural de Urpish, a quienes se les aplicó un cuestionario de frecuencia de uso tecnológico y se analizaron sus actas de evaluación académica para cruzar los datos. Demostrando que existe una relación significativa y positiva entre el uso frecuente de las tablets y la mejora en las capacidades de resolución de problemas. Por lo que, los recursos multimedia y las aplicaciones interactivas contenidas en los dispositivos móviles facilitan la visualización de conceptos geométricos y numéricos,

sugiriendo que la eficacia de estas herramientas depende directamente de la calidad del software educativo utilizado. Por ello, se toma en cuenta este proyecto como referencia, dado que también busca investigar cómo se potencia el aprendizaje matemático mediante el uso de tecnología. Sin embargo, la presente investigación trasciende este enfoque al incorporar un Sistema Virtual Inteligente con capacidad adaptativa, lo que permite personalizar el aprendizaje según las necesidades de cada estudiante.

- Lo que plantea (Mamani Chile, 2022) con su investigación es mejorar el performance de un sistema recomendador de libros, optimizando la interfaz bajo parámetros de accesibilidad a dispositivos móviles, para lo cual emplearon el tipo de investigación aplicada y tecnológica, centrada en transformar la experiencia de búsqueda mediante soluciones técnicas. Además, el estudio trabajó con una población de usuarios del sistema bibliotecario, tomando como muestra las valoraciones y registros de interacción de los alumnos. Con todo ello obtuvieron un sistema con un accuracy de 0.91 y una precisión de 0.92, adicional a ello con una interfaz amigable que incrementó la precisión de las recomendaciones personalizadas. Este proyecto se toma en cuenta como apoyo en las interfaces del módulo de los alumnos, particularmente en las recomendaciones, tomando en cuenta sus valoraciones.
- Finalmente (Chapa Pazos, 2022), sostiene que la aplicación del modelo del aula invertida permite optimizar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del nivel primario, al incentivar la revisión previa de contenidos y aprovechar el tiempo de clase para actividades prácticas y colaborativas, para llegar a ello empleó un enfoque cualitativo con un diseño de sistematización de experiencias. De este modo, los alumnos de primer grado de primaria, quienes fueron la muestra, lograron desarrollar una mayor

autonomía y responsabilidad en su proceso de aprendizaje. Es por ello que se ha considerado este trabajo, ya que enfatiza la importancia de la preparación previa del estudiante antes de la fase práctica, enfoque que se tomará como referencia en la presente investigación para la aplicación de un pretest orientado a identificar el estilo de aprendizaje de cada alumno, con el propósito de ofrecer contenidos personalizados dentro del Sistema Virtual Inteligente.

Ámbito local

- Por otro lado (Bedendo Verza & Rospigliosi Palao, 2024), exploran la percepción de los docentes de Matemática sobre la integración de las TIC en una institución privada de Chiclayo. A través de un enfoque cualitativo y un estudio de casos con doce educadores de primaria y secundaria, el trabajo analiza cómo las herramientas digitales se ajustan a las necesidades didácticas actuales. Es por ello que los autores sostienen que el uso de estas tecnologías es imprescindible, ya que incrementan la motivación y el rendimiento académico al presentar los contenidos de forma más atractiva para los estudiantes. No obstante, la presente investigación trasciende este enfoque al implementar un Sistema Virtual Inteligente con capacidad adaptativa, el cual permite personalizar el proceso de aprendizaje según el nivel y las necesidades de cada estudiante, promoviendo así un aprendizaje más autónomo y efectivo.
- En el proyecto de (Guevara Alburqueque & Jiménez Salvador, 2020) se presenta el desarrollo de una aplicación centrada en recomendar planes alimenticios personalizados para los estudiantes de la escuela Profesional de Ingeniería en Computación e Informática de la UNPRG, haciendo uso de un enfoque de sistema experto basado en la metodología Buchanan, e integrando un módulo de lógica difusa para calcular las

necesidades calóricas de cada uno, todo ello aplicado a una población de 480 estudiantes, para lo cual la investigación concluye que la implementación de esta solución tecnológica mejora significativamente los hábitos alimenticios al ofrecer recomendaciones que se ajustan a la realidad de los estudiantes. El presente trabajo es considerado relevante debido al uso de la lógica difusa para la toma de decisiones, que ayuda a complementar la propuesta de un sistema virtual Inteligente adaptativo para el aprendizaje de matemáticas.

- Por otro lado, lo que menciona (Paz Vilchez, 2021) es la posibilidad de incrementar el aprendizaje en el tema de triángulos en los estudiantes, confirmando su eficacia en los resultados tras su contrastación mediante una investigación aplicada de diseño pre-experimental. El estudio, realizado con una muestra de 15 alumnos de secundaria en Tumán, hace uso de una arquitectura de Sistema Tutor Inteligente que permite un refuerzo dinámico y una retroalimentación inmediata. Se concluye que esta estructura tecnológica eleva significativamente el rendimiento académico al permitir que el estudiante interactúe con un módulo experto. Por ello nos apoyamos en este proyecto, ya que buscamos implementar esta misma arquitectura de tutoría inteligente, pero teniendo como centro a los alumnos de primaria para adaptar los contenidos a su nivel y ritmo de aprendizaje dentro del Sistema Virtual Inteligente.
- Por otro lado, lo que sustenta (Muñoz Rodrigo, 2025) es que construir un software educativo basado en un algoritmo de lógica difusa ayudó a determinar el nivel de aprendizaje de cada estudiante, facilitando en gran medida el poder proporcionar evaluaciones más precisas y personalizadas. Mediante una investigación aplicada de diseño pre-experimental con una muestra de 17 alumnos de secundaria, el autor logró

que el 88% de los participantes alcanzara un nivel de aprendizaje óptimo. Con ello se concluye que el uso de la lógica difusa permite dar un seguimiento más cercano al progreso de los alumnos, ya que el sistema puede procesar variables subjetivas para entregar resultados más exactos. Lo antes mencionado nos ayuda a enfocar más esta investigación en el uso del algoritmo basado en lógica difusa para poder segmentar a los alumnos por estilo de aprendizaje; de ese modo, se les puede presentar contenido acorde y, por lo tanto, obtener resultados favorables con respecto a la mejora en su nivel dentro del área de matemática en el Sistema Virtual Inteligente.

- Finalmente, lo que define (Casiano Inga, 2022) es que el desarrollo de un Tutor Inteligente puede lograr fortalecer el aprendizaje de la escritura de un nuevo idioma, en este caso el quechua, a través de una investigación aplicada de diseño pre-experimental. El estudio trabajó con una muestra de 30 docentes, haciendo uso de un pretest para obtener su nivel de conocimiento (aprendiz, básico o intermedio) y así ofrecer una enseñanza dirigida. Se concluye que esta tecnología es altamente efectiva, logrando que el 73.3% de los participantes alcancen el nivel esperado gracias a la capacidad del sistema para adaptarse al progreso del usuario. Es por eso que se ha considerado este trabajo para la implementación de un pretest en nuestra investigación, aplicado a los estudiantes para obtener su nivel académico antes de poder hacer uso de nuestro Sistema Virtual Inteligente, lo que nos permitirá personalizar el contenido matemático y medir con precisión la mejora en su aprendizaje.

1.6.Bases teóricas

1.6.1. Conceptos generales

1.6.1.1.Inteligencia Artificial

“La inteligencia artificial, tiene como fin combinar algoritmos para la creación de máquinas poseedoras de capacidades humanas” (Iberdrola, s.f.).

La tecnología hoy en día acapara todo el mercado, en todos los aspectos tanto sociales, educativos, económicos y más. Es por esto, que se ha creído conveniente hacer un análisis sobre el progreso que se verá con respecto al uso de la inteligencia artificial en la mejora del desarrollo matemático. Para ello, es indispensable dar una definición sobre lo que es inteligencia artificial.

Ya que no existe un concepto preciso, (Sánchez y otros, 2015) nos mencionan lo siguiente:

Si existiera una definición concisa y universalmente aceptada, sería mucho más fácil llegar a un conocimiento preciso de la Inteligencia Artificial; desgraciadamente hay un amplio desacuerdo en lo que significa este término. Es por eso, que una definición opcional a lo que es la Inteligencia Artificial sería, que esta trata de imitar acciones humanas, tanto de aprendizaje progresivo como actitudinal.

Cataldi & Lage (2009) citado por (Sánchez y otros, 2015), nos dice que: “La inteligencia artificial (IA), es la disciplina que estudia la creación y diseño de entidades capaces de razonar por sí mismas”.

Tipos

- Máquinas reactivas: Este funciona a partir de imitaciones de lo que observa.
- Máquinas con memoria limitada: Se toma como modelo los automóviles, debe saber que estas poseen una memoria corta.

- Máquinas con una teoría de la mente: Este tipo es el más cercano a la interacción humana ya que comprenden y logran formar sus propias ideas.
- Máquinas con conciencia propia: Aquí la inteligencia artificial tiene mayor nivel, ya que las máquinas pueden llegar a inferir el comportamiento ajeno.

1.6.1.2. Estilo de Aprendizaje

El término ‘estilo de aprendizaje’ se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias a la hora de aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, tendencias que definen un estilo de aprendizaje. Se habla de una tendencia general, puesto que, por ejemplo, alguien que casi siempre es auditivo puede en ciertos casos utilizar estrategias visuales. Cada persona aprende de manera distinta a las demás: utiliza diferentes estrategias, aprende con diferentes velocidades e incluso con mayor o menor eficacia incluso aunque tengan las mismas motivaciones, el mismo nivel de instrucción, la misma edad o estén estudiando el mismo tema. Sin embargo (Sin mención de autor, 2000), más allá de esto, es importante no utilizar los estilos de aprendizaje como una herramienta para clasificar a los alumnos en categorías cerradas, ya que la manera de aprender evoluciona y cambia constantemente. (Cazau, s.f.)

- El modelo de la programación neurolingüística

Este modelo, también llamado visual-auditivo-kinestésico (VAK), toma en cuenta el criterio neurolingüístico, que considera que la vía de ingreso de la información (ojo, oído, cuerpo) –o, si se quiere, el sistema de representación (visual, auditivo, kinestésico)- resulta fundamental en las preferencias de quien aprende o enseña. Por ejemplo, cuando le presentan a alguien, ¿qué le es más fácil recordar después: la cara (visual), el nombre (auditivo) o la impresión (kinestésico) que la persona le produjo? (Cazau, s.f.)

1.6.1.3.Sistema Inteligente

Podemos definir un sistema inteligente como un programa de computación que cuenta con características y comportamientos similares a los de la inteligencia humana o animal, es decir, que cuenta con la capacidad de decidir por sí mismo qué acciones realizará para alcanzar sus objetivos basándose en sus percepciones, conocimientos y experiencias acumuladas. (Condori Siñani, 2016)

1.6.1.4.Virtual

Se considera como virtual a todo lo que sea una imitación de una situación o persona muy parecida a la realidad, este es un término muy común en la informática para hablar de la realidad construida a partir de sistemas informáticos o digitales. (Yirda, 2021)

1.6.1.5.Sistema Virtual Inteligente

Tomando en cuenta la definición tanto de un sistema inteligente y virtual, podemos decir entonces que un sistema virtual inteligente, es aquel que posee características y comportamientos similares a los de la inteligencia humana, decidiendo las acciones que va a realizar para cumplir con sus objetivos, además de adoptar la imitación de una persona similar a la realidad.

1.6.1.6.Algoritmo

“La palabra algoritmo proviene del sobrenombre de un matemático árabe del siglo IX, Al-Khwarizmi, que fue reconocido por enunciar paso a paso las reglas para las operaciones matemáticas básicas con decimales (suma, resta, multiplicación y división)” (Robledano, 2019).

1.6.1.7.Lógica Difusa

La lógica difusa es una técnica de la inteligencia computacional que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que

trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones entre sí/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frío, pequeño/grande, cerca/lejos, pocos/muchos, etc. (D’Negri & De Vito, 2006)

1.6.1.8. Matemática

La etimología de la palabra matemática remite al griego *mathema*, que puede traducirse como «estudio de un tema». Se define como la ciencia formal y exacta que, basada en los principios de la lógica, estudia las propiedades y las relaciones que se establecen entre los entes abstractos. Este concepto de ‘entes abstractos’ incluye a los números, los símbolos y las figuras geométricas, entre otros.

El campo de estudio de la matemática fue modificándose con el tiempo: hasta el siglo XIX se limitaba al estudio de las cantidades y de los espacios, pero con los avances científicos fueron apareciendo campos de la matemática que excedían esos dos, lo que exigió su redefinición.

La matemática tiene mucha relación con otras ciencias. En primer lugar, se apoya principalmente en la lógica y en sus estrategias para la demostración y la inferencia. Es por esto que la matemática es una ciencia objetiva: sólo podrá ser modificada al demostrarse la existencia de errores matemáticos, para lo cual seguramente deberá modificarse gran parte del paradigma científico con el que se trabaja.

El método entonces radica en analizar esos entes abstractos para producir hipótesis y conjeturas, realizar deducciones, y acercarse así al conocimiento matemático, que como se ha dicho, se asume exacto y verdadero. Esas deducciones se llevan a cabo con el apoyo de definiciones (limitaciones de algo respecto de todo lo demás) y axiomas (premisas aceptadas sin la necesidad de una demostración). (Concepto, s.f.)

1.6.1.9. Erwin Data Modeler

Es una herramienta de modelado de datos utilizada para encontrar, visualizar, diseñar, implementar y estandarizar activos de datos empresariales de alta calidad.

Los modelos de datos de Erwin reducen la complejidad, lo que facilita el diseño, la implementación y la comprensión las fuentes de datos para satisfacer las necesidades empresariales. Erwin Data Modeler también automatiza y Estandariza las tareas de diseño de modelos, incluidas las consultas complejas, para mejorar el negocio alineación, garantizar la integridad de los datos y simplificar la integración. (Erwin, s.f.)

1.6.2. Metodología de desarrollo

1.6.2.1. Metodología Mixta

“La metodología mixta: obtiene la documentación que reemplaza al experto, y utiliza diseñadores, usuarios en este caso como medio de documentación y referencia” (Periche Huarcaya, 2021).

Consta de 5 fases:

- **Estudio preliminar:** Se define el problema, se hace el estudio de factibilidad y se realiza el análisis de la posibilidad y justificación de la realización del proyecto.
- **Desarrollo de prototipos:** Se inicia con la obtención de información y posterior a ello la representación del conocimiento. Luego de ello, se realiza la elección de la herramienta a usar para la formalización (construcción de las reglas) y por último se procede a la implementación del prototipo.
- **Desarrollo del sistema:** Se realizan los avances junto a una correcta evaluación interna de los expertos, para una posterior reconstrucción tomando en cuenta los resultados.
- **Evaluación final:** Consiste en plantearse casos nuevos y comparar la solución y

procedimiento realizado, tanto por el experto como por el sistema.

- **Mantenimiento:** Esta última fase da camino a las actualizaciones que se harán del sistema.

1.6.2.2.Enfoque de Desarrollo Ágil

El uso de enfoques más adaptables en lugar de las metodologías tradicionales para el desarrollo de software, hoy en día se está volviendo ya una exigencia. Esto es sustentado mediante los postulados que resumen el Manifiesto Ágil (BoK, 2024), los cuales tomando en cuenta el enfoque de desarrollo ágil como filosofía mencionan priorizar “el software funcionando sobre la documentación exhaustiva” y “la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual”. Demostrando así que no se impone un marco único de trabajo sino que se promueve una entrega de valor y la capacidad de respuesta ante el cambio.

Mientras tanto, la perspectiva de la ingeniería de software, Pressman (2010) define el desarrollo ágil como el proceso orientado a la entrega rápida e incremental de software funcional. Enfocando esfuerzos en la aplicación de secuencias de desarrollo en la que cada iteración produzca un “incremento” de software entregable y evaluable sin esperar a que el sistema esté completamente codificado para iniciar una revisión

Por otro lado, Sommerville (2011) destaca que los métodos ágiles reducen significativamente los costos y riesgos asociados a los cambios de requerimientos, ya que el diseño, la implementación y la validación se realizan de forma entrelazada y evolutiva.

1.7.Diseño de arquitectura

1.7.1. Sistema Web

Estos sistemas son también llamados aplicaciones web, ya que se pueden acceder a ellos mediante el uso de internet o a través de una intranet usando cualquier navegador. (*¿Qué Tipos de Sistemas Web Existen?*, s. f.)

Tipos:

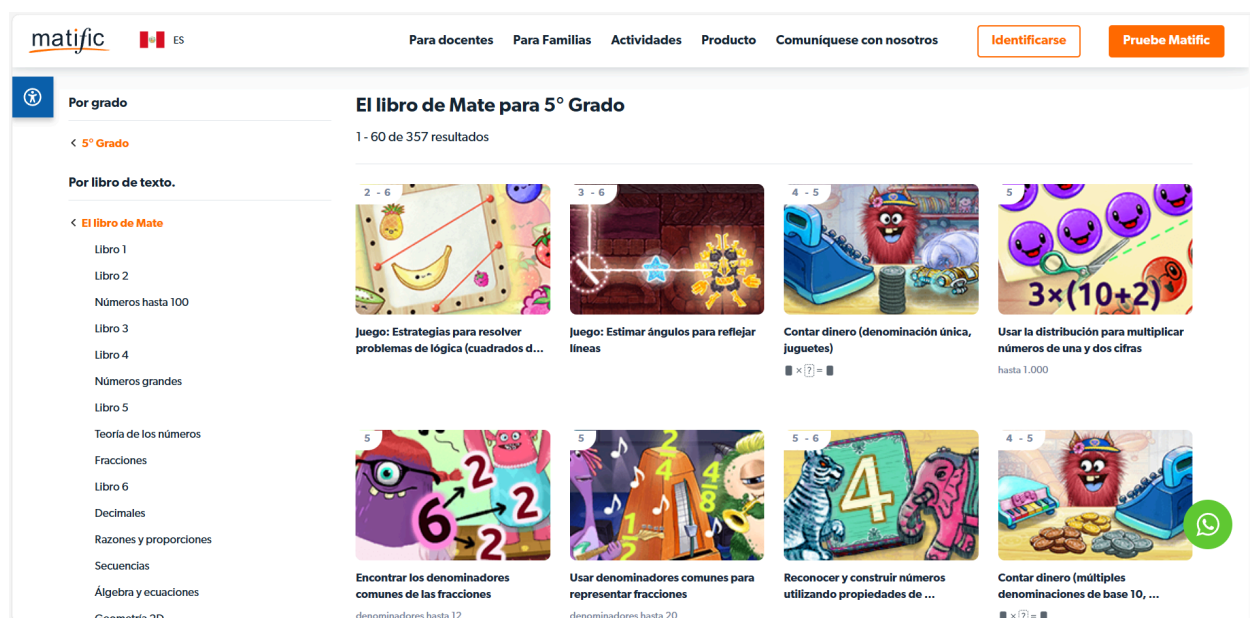
- S. Web Estática: Se caracteriza por no mostrar gran cantidad de información. Además, no generan ni incluyen contenido por lo que es ideal para sistemas en los que no sea necesario la actualización de información.
- S. Web Dinámica: La actualización de su base de datos depende del uso por parte del usuario, por lo que usualmente se suelen usar paneles de administración. Cabe recalcar que este tipo de sistemas web son los más complejos de crear y que los lenguajes de programación usados suelen ser variados.
- S. E-commerce: Una de las características más importantes de este tipo de sistemas es que debe tener habilitado el sistema de pagos electrónicos, esto debido a que su objetivo es la venta de productos o servicios.
- Portal web app: Este tipo de sistema centraliza la información, por lo cual nos brinda accesos a distintas secciones dentro de su página de inicio.
- S. Web animada: Su característica principal es presentar el contenido mediante efectos, para esto este tipo de sistema se construye de tecnología flash, sin embargo carece de un motor de búsqueda, ya que no logra detectar de forma óptima toda la información al querer leerla.
- S. Web con gestor de contenido: Este tipo de sistema web se emplean posterior a su instalación dentro de un servidor, y es que su contenido se basa en que regularmente se actualice, para esto se apoya de un CMS (Sistema de gestión de contenidos, como ejemplo popular se tiene WordPress).

1.7.1.1.Sistemas web relacionadas al aprendizaje de matemática

A. Matific

Plataforma de aprendizaje inteligente que ofrece a los estudiantes actividades adaptadas al plan de estudios de su país. Otorga la posibilidad de poder elegir desde infantil hasta noveno grado, proporcionando de ese modo temas acorde a ello. Por otro lado, si bien está plataforma se adapta a las fortalezas y debilidades de cada estudiante mediante la prueba de nivel y evaluaciones formativas, además de contar con un algoritmo inteligente que define las actividades más acorde para cada uno, estos no se adecuan al estilo en el que aprenden.

Figura 1 *Matific*



Nota. Matific (*Matific | Math Games & Worksheets Online*, s. f.)

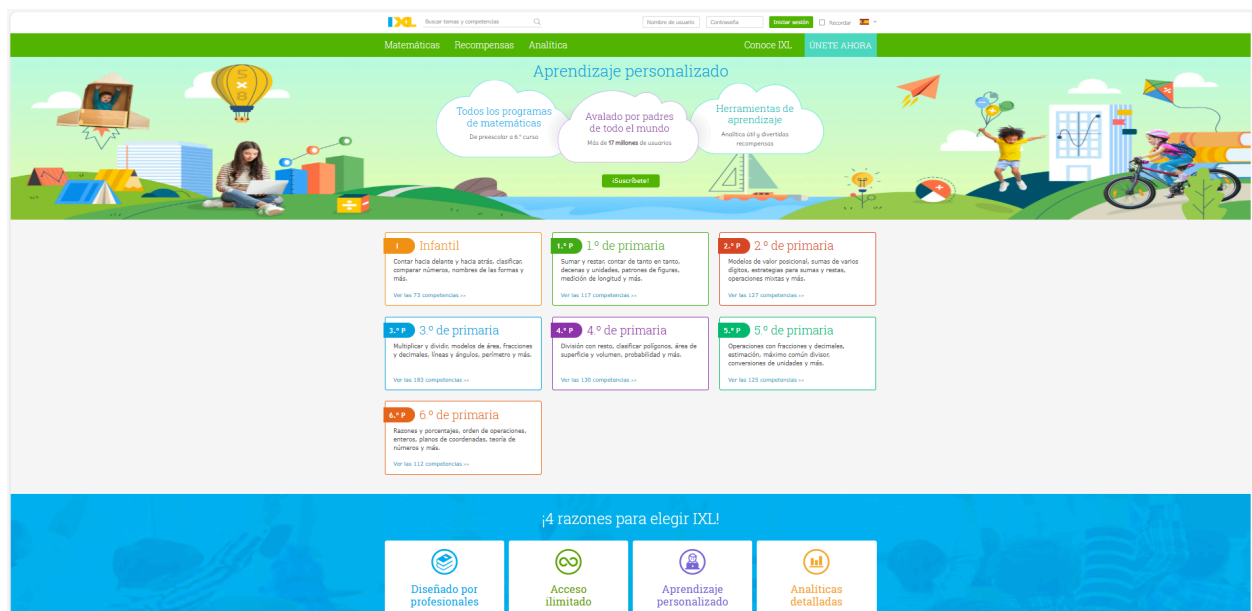
(<https://www.matific.com/pe/es-ar/home/maths/grade-5/>).

B. IXL

Es una plataforma de pago que ofrece gran cantidad de actividades del área de matemática para niños desde infantil hasta sexto de primaria. En cuanto a los ejercicios presentados, si bien son interactivos no permiten que el aprendizaje, las actividades o recursos se adapten al estilo en el que aprende cada estudiante.

Figura 2

IXL



Nota. IXL (*IXL | Ejercicios de Matemáticas, s. f.*)

(<https://www.cristic.com/las-mejores-plataformas-educativas-para-aprender-matematicas/>)

C. ORÁCULO MATEMÁTICO

Es una aplicación con versión en android y windows que propone una idea de aprendizaje matemático basada en dos secciones: entrenamiento y aventura. Es muy didáctica y presenta personajes inspirados en matemáticos históricos. Su objetivo engloba a todos los estudiantes

tanto de primaria y secundaria, optando por ejercicios que son parte de temas generales dentro del área de matemáticas.

1.7.2. Sistema de Gestión de Base de Datos: MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto (RDBMS, por sus siglas en inglés) con un modelo cliente-servidor. RDBMS es un software o servicio utilizado para crear y administrar bases de datos basadas en un modelo relacional. (Niixer, 2020)

1.7.3. Sistemas de diseño y modelado

1.7.3.1.Figma

Figma es un programa que ofrece las herramientas necesarias para diseñar un proyecto. Sobre todo, es ideal para crear interfaces de usuario tanto para web como para móvil. Es un editor de gráficos vectoriales y sirve como apoyo en la realización de prototipos. (Mesonero Rodríguez, 2021)

1.7.3.2.Erwin Data Modeler

Es una herramienta de modelado de datos utilizada para encontrar, visualizar, diseñar, implementar y estandarizar activos de datos empresariales de alta calidad.

Los modelos de datos de Erwin reducen la complejidad, lo que facilita el diseño, la implementación y la comprensión de las fuentes de datos para satisfacer las necesidades empresariales. Erwin Data Modeler también automatiza y estandariza las tareas de diseño de modelos, incluidas las consultas complejas, para mejorar el negocio alineación, garantizar la integridad de los datos y simplificar la integración. (Erwin, s.f.)

1.7.3.3.UML

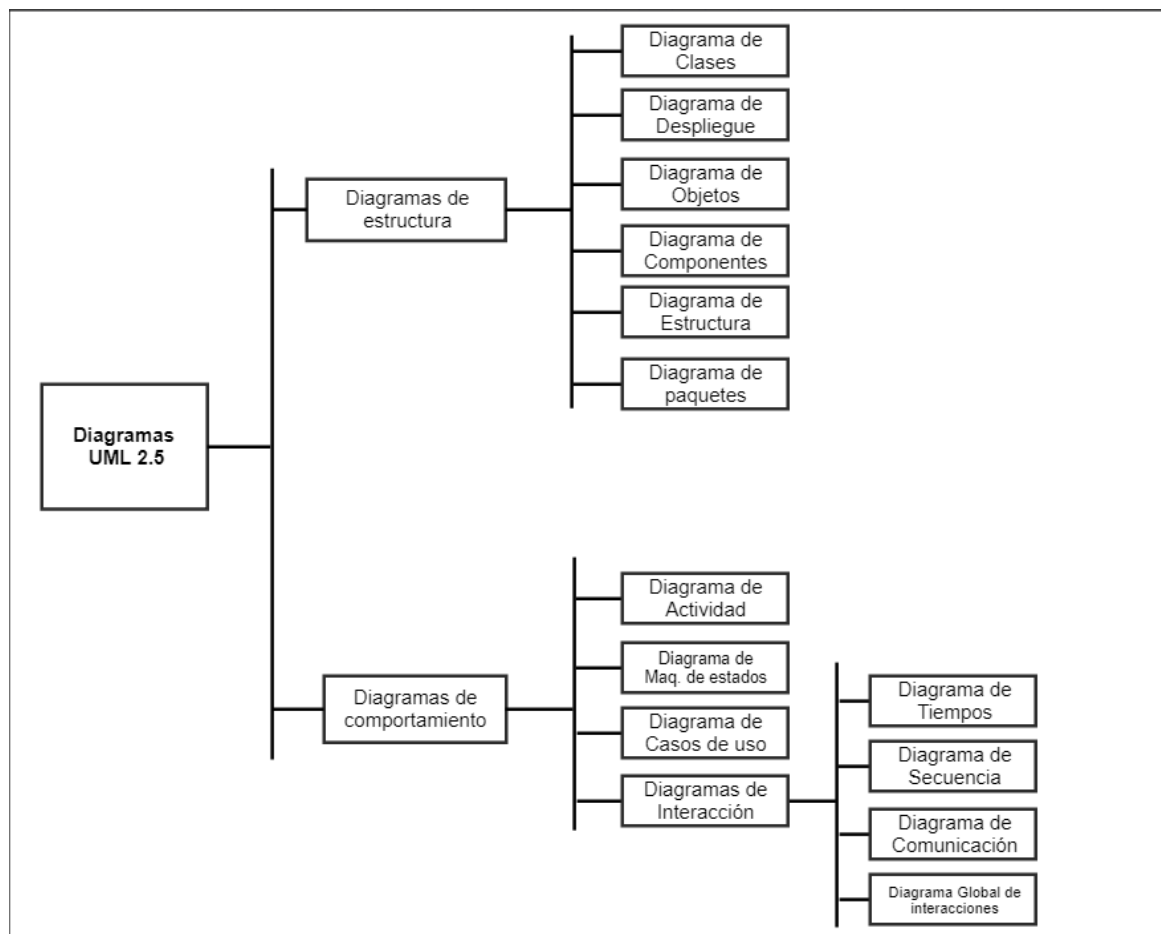
El Lenguaje Unificado de Modelado o UML («Unified Modeling Language») es un lenguaje estandarizado de modelado. Está especialmente desarrollado para ayudar a todos los

intervinientes en el desarrollo y modelado de un sistema o un producto software a describir, diseñar, especificar, visualizar, construir y documentar todos los artefactos que lo componen, sirviéndose de varios tipos de diagramas.

- **Diagramas UML:** Son representaciones gráficas que muestran de forma parcial un sistema de información, bien esté siendo desarrollado o ya lo haya sido. Suelen estar acompañados de documentación que les sirve de apoyo, adoptando estas múltiples formas.

Figura 3

Tipos de Diagramas UML



Nota. Tipos de Diagramas UML de DiagramasUML.com, 2022

(<https://diagramasuml.com/>).

Además, UML no excluye la posibilidad de mezclar diagramas, algo que, de hecho, suele ser bastante común.

Siempre teniendo en cuenta una de las máximas de UML: **Una imagen vale más que mil palabras**. (DiagramasUML, s.f.)

1.7.4. Lenguaje de programación

1.7.4.1.Python

Python es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. Es un lenguaje interpretado, lo que significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que ofrece ventajas como la rapidez de desarrollo e inconvenientes como una menor velocidad. (desarrolloweb.com, 2003)

- **Flask**

Es un micro framework de Python y basado en Werkzeug y templates Jinja2. Se le llama micro framework porque no requiere herramientas particulares o librerías. No tiene capa de abstracción para la base de datos, validación de formularios, o cualquier otro componente en el que las bibliotecas preexistentes proporcionan funciones comunes. Sin embargo, acepta extensiones que pueden añadir funciones a la aplicación como si fueran implementadas en Flask. (epitech-it, 2021)

Permite desarrollar aplicaciones web de forma sencilla, está especialmente guiado para un desarrollo web fácil y rápido con Python. Una de sus características a destacar es el potencial de instalar extensiones o complementos acorde al tipo de proyecto que desarrollarás. Sólo instalas las funcionalidades que en realidad vayas a utilizar. (danestves, 2018)

- **Jinja2**

Jinja es un motor de plantillas rápido, expresivo y extensible. Los marcadores de posición especiales permiten escribir código similar a la sintaxis de Python. Luego, a la plantilla se le pasan datos para representar el documento final. (Runebook.dev, s.f.)

Capítulo II: Métodos y Materiales

2.1. Diseño de contrastación de la hipótesis

- **Modelo Lógico de Contrastación**

El Sistema Virtual Inteligente brindará mejoras en el desarrollo académico de los estudiantes, tales como: obtención de nuevos conocimientos, mayor manejo de las nuevas tecnologías, implementación de una educación futurista, entre otras. Además, motivará a otras instituciones del distrito de Reque a implementar este tipo de tecnologías para un mejor desarrollo institucional; por otra parte, generará mayor confianza, dinamismo y ganas de aprender por parte de los alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martin de Thours.

- **Modelo Empírico de Contrastación**

La investigación es de carácter cuasi experimental, ya que, si bien cumple o posee con todos los elementos de una investigación experimental, los sujetos no son escogidos de forma aleatoria, si no de manera intencional.

2.2. Población y muestra

- **Población**

La población de estudio está formada por 94 alumnos, que conforman las tres secciones del quinto grado del nivel primario de la I.E. 10051 San Martin de Thours, divididas de la siguiente forma:

- 5° A: 30 alumnos
- 5° B: 30 alumnos
- 5° C: 34 alumnos

- **Muestra**

Para la muestra se ha optado por seleccionar sólo dos de las tres aulas que forman parte de la población, una como aula de control (5° “B”) y la otra como aula experimental (5° “C”); considerando para ello, la cantidad de alumnos que cuentan con los recursos tecnológicos para el ingreso al Sistema Virtual Inteligente haciendo un total de 34 alumnos. Este parámetro fue obtenido a partir de una encuesta aplicada haciendo uso de un formulario hecho en Google Forms, el mismo que se muestra en la sección de anexos de este proyecto (ver Anexo 1).

2.3. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

Este proyecto usará una evaluación de conocimiento como instrumento de medición del desarrollo matemático; dicho instrumento será desarrollado en conjunto con el docente de apoyo Johnny Chafloc Millones, y aplicado por el equipo investigador. Además de ello, se realizará una reunión dirigida a los docentes, para de ese modo identificar sus opiniones con respecto a la ayuda que pueda llegar a brindar los distintos sistemas en el desarrollo Matemático de los estudiantes.

2.4. Metodología de desarrollo

2.4.1. Metodología de Desarrollo del Sistema Virtual Inteligente

En este proyecto, se ha diseñado una ruta metodológica que logra vincular e integrar la metodología mixta con la flexibilidad de un enfoque de desarrollo ágil. Respondiendo de ese modo a la complejidad de un Sistema Virtual Inteligente, en donde la programación no debe ser estática, sino que debe evolucionar partiendo de las evidencias recolectadas en el campo o lugar de aplicación. Es así que, el componente cualitativo y cuantitativo de esta investigación actúa como el motor de decisiones técnicas sobre el sistema, permitiendo que cada ciclo de desarrollo

(agilidad) sea una respuesta directa para aquellas necesidades de aprendizaje identificadas en los alumnos. Bajo esta premisa, la ejecución del proyecto se organiza en las siguientes fases:

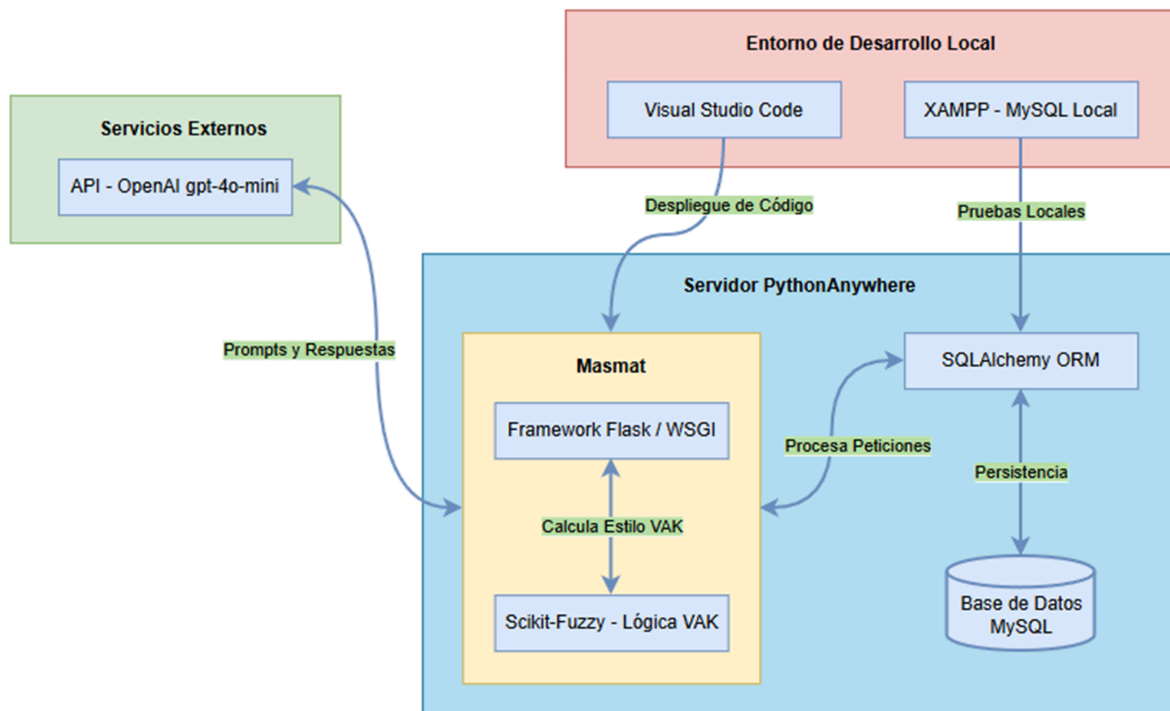
- **Fase 1. Diagnóstico Pedagógico y Levantamiento de Requerimientos:** Para esta etapa inicial se realizó la entrevista no estructurada a los docentes de quinto de primaria de la institución educativa, con el objetivo de conocer y entender el cómo hacen llegar el conocimiento del área de matemáticas a sus alumnos e identificar la falta de personalización de la enseñanza en las aulas de clase. Adicionalmente, se realizó una encuesta entre los alumnos seleccionados como parte de la muestra con el fin de poder conocer su accesibilidad a dispositivos tecnológicos con conexión a internet. Por último, se logró definir los requerimientos funcionales y no funcionales con toda la información obtenida.
- **Fase 2. Diseño de la Intervención y Arquitectura del Sistema:** Esta fase constituye la parte esencial del proyecto, que se caracteriza por la implementación de una función de diagnóstico integrada en la arquitectura del sistema. Para desarrollar el instrumento de diagnóstico se trabajó en conjunto con los expertos (docentes), con el fin de que brinden apoyo en la interpretación de los estilos de aprendizaje (Visual, Auditivo y Kinestésico) a situaciones o acciones de la vida diaria de un niño de entre 9 a 11 años. Por otro lado, la lógica difusa fue integrada dentro del código fuente, la fuzzificación fue tomando en cuenta las respuestas obtenidas de la evaluación diagnóstica desarrollada por el alumno y se definieron las reglas de inferencia con ayuda de la librería especializada **Scikit-Fuzzy** (skfuzzy). En cuanto a los contenidos (Recursos y Desafíos), serán estructurados tomando la competencia Resuelve Problemas de Cantidad para los diferentes estilos de aprendizaje (Visual, Auditivo y Kinestésico). Con lo que respecta a la arquitectura del sistema, se usará el lenguaje UML para dar a conocer los casos de uso, Erwin Data Modeler para el modelado

de base de datos y Figma como herramienta para el prototipado.

- **Fase 3. Construcción Tecnológica y Despliegue Web del Prototipo:** Aquí se logra definir la arquitectura tecnológica que da vida al Sistema Virtual Inteligente. Así como, el flujo que nos ayudará a pasar de la construcción tecnológica al despliegue web.

Figura 4

Flujo de construcción tecnológica del sistema Masmat



Nota. Elaboración propia.

- **Entorno de Desarrollo Local:** Todo el código fuente fue programado inicialmente utilizando Visual Studio Code, mientras que el diseño relacional de la base de datos se probó localmente mediante XAMPP y MySQL. Una vez estabilizado el código, realizamos el despliegue hacia la nube.
- **Servidor PythonAnywhere:** Aquí es donde reside el sistema en producción. El núcleo de

nuestra aplicación, Masmát, se ejecuta sobre el framework Flask mediante protocolo WSGI (Web Server Gateway Interface / Interfaz de comunicación entre el servidor web y la aplicación). Flask actúa como el controlador principal que gestiona dos procesos fundamentales:

- Por un lado, se conecta bidireccionalmente con la librería Scikit-Fuzzy. Aquí es donde ocurre la 'magia' de la Lógica Difusa: el sistema procesa las respuestas del alumno y calcula matemáticamente su estilo de aprendizaje VAK.
 - Por otro lado, para el manejo de la información, Flask envía las peticiones a SQLAlchemy, nuestro ORM. Este componente traduce los objetos de Python para interactuar de forma segura con la Base de Datos MySQL en producción, garantizando la persistencia de los datos.
- **Servicios Externos:** Finalmente, para dotar al sistema de asistencia inteligente en tiempo real, Flask se comunica de forma externa con la API de OpenAI. A través de *prompts* controlados y seguros, enviando las dudas matemáticas del alumno al modelo gpt-4o-mini, el cual devuelve la respuesta precisa que se visualizará en su pantalla.

Por lo antes mencionado, podemos decir que el uso de un ciclo iterativo de evaluación fue clave dentro de la codificación y ensamblaje del sistema, ya que, por el lado experto, se le fue presentando avances con el fin de tener una revisión más precisa de las preguntas y la interfaz, de ese modo poder asegurar que sea comprensible y atractiva según al nivel de un alumno de quinto de primaria. Además, tomando en cuenta las opiniones del experto se iban ajustando las reglas difusas, esto debido a que, si sucedía el caso de un diagnóstico erróneo de estilo por el lado del sistema se procedía al reestructuramiento del código, así como la revisión de la coherencia entre la intención del experto y el resultado en el sistema. Paralelo

a la codificación, se fueron construyendo los instrumentos de evaluación que son fundamentales para la validación de efectividad del Sistema Virtual Inteligente. Se realizaron dos pruebas estandarizadas: Pre-test y Post-test; con los niveles de dificultad equivalentes a los usados en el desarrollo del sistema, tomando como foco la competencia Resuelve problemas de cantidad que pertenece al área de matemática. Las preguntas definidas fueron revisadas por el experto para evitar sesgos, tener claridad de redacción y que cada una se adecue a la edad de los alumnos. También, se logró definir una puntuación clara para tener facilidad en el análisis estadístico.

- **Fase 4. Trabajo de Campo y Pruebas de Usuario (Implementación):** Como ya se había mencionado en secciones anteriores, la evaluación del impacto educativo se realizó mediante el uso de un diseño cuasi-experimental (Pre-test y Post-test) con un grupo definido de alumnos (aula experimental y de control). Además, antes de la ejecución y uso del sistema se hicieron distintas pruebas con el fin de identificar falencias y poder corregirlas o realizar nuevas iteraciones. Una vez concluidas las pruebas, se logró aplicar el sistema, para ello se llevaron a cabo tres etapas:
 - Aplicación del Pre-test: Fue llevado a cabo para evaluar y conocer mediante datos cuantitativos el nivel de conocimiento inicial de los alumnos seleccionados (aula experimental y de control).
 - Uso del Sistema: El aula experimental utilizó el Sistema Virtual Inteligente, en el que, por medio de la evaluación de diagnóstico que hace uso de la lógica difusa se define su estilo de aprendizaje dominante, proporcionando el contenido adaptado según en el que recibe el conocimiento.
 - Aplicación del Post-test: Una vez finalizado el período de uso del Sistema Virtual

Inteligente, se procede a aplicar el test para medir los conocimientos obtenidos y poder contrastar con los resultados del primer test.

- **Fase 5. Evaluación de Resultados, Mantenimiento y Escalabilidad:** Ya en esta fase se analizarán los resultados obtenidos de las tres etapas aplicadas en la fase anterior (Pre-test, Interacción con el sistema y Post-test) para contrastar la hipótesis definida en este proyecto. Además, se contempla la sostenibilidad y actualizaciones de este, haciendo uso de los informes que proporciona, debido a que el sistema se adapta al estilo dominante del alumno y a sus intereses, por lo que, el contenido debe ser variado y actualizado con frecuencia con el fin de hacerlo más robusto.

Capítulo III: Resultados y Discusión

3.1. Aplicación Metodológica en el Desarrollo del Sistema Virtual Inteligente

El usar la Metodología Mixta apoyada en el enfoque de Desarrollo Ágil, permitió no sólo la correcta construcción del Sistema Virtual Inteligente, sino también validar pedagógicamente con expertos el impacto en el incremento del nivel en el área de matemática de los alumnos de quinto de primaria. Por tanto, para el alcance de los objetivos planteados procedemos a detallar los resultados de cada etapa desarrollada:

3.1.1. Evidencias Fase 1: Diagnóstico Pedagógico y Levantamiento de Requerimientos

A. Diagnóstico de Necesidades Pedagógicas

Se ejecutaron sesiones exploratorias de requerimientos, tomando en cuenta el enfoque ágil, lo que nos permitió conocer las necesidades de los docentes de quinto de primaria.

Tabla 2

Matriz de Necesidades Pedagógicas vs. Historias de Usuario

Necesidades expresadas por el docente (Sesión Exploratoria)	Solución tecnológica propuesta (Historia de Usuario Ágil)
“No todos los alumnos captan o aprenden con el mismo modo de enseñanza que se le imparte”	Implementar la evaluación VAK con Lógica Difusa para adaptar la interfaz visual o interactiva según el alumno.
“No puedo absolver las dudas al mismo tiempo de todos mis alumnos”	Integrar el asistente "Zori" (API OpenAI) para resolver dudas matemáticas en tiempo real.
“Toma mucho tiempo generar recursos educativos o evaluaciones para los más de 30 alumnos a mi cargo”	Implementar la creación de recursos (video, audio o pdf) y desafíos variados
“Los niños tienen poco o nulo acceso a dispositivos de alta gama”	Desarrollar la arquitectura web en Flask de forma ligera.
“No puedo dar seguimiento a la formación o aprendizaje de cada uno de mis alumnos”	Generar reportes visuales sobre el progreso de cada alumno

Nota. Elaboración propia.

B. Análisis de Factibilidad Tecnológica e Infraestructura

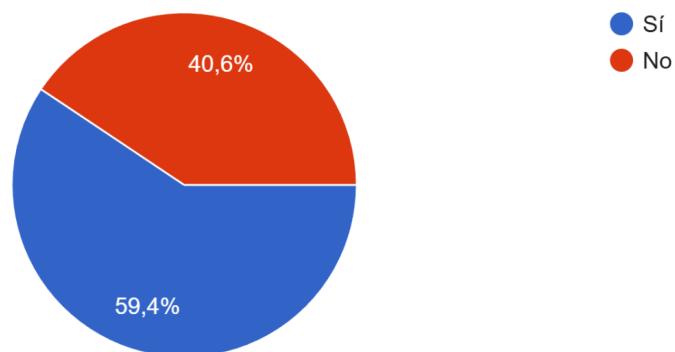
Para determinar si el proyecto es viable, se realiza un levantamiento de información tomando en cuenta el acceso doméstico y la disponibilidad de infraestructura de la I.E. 10051 San Martín de Tours. Al aplicar la encuesta de conectividad (ver Anexo 1), los resultados que se reflejan en las figuras más adelante revelan que de la muestra seleccionada más del 50% tiene acceso desde casa al menos a un dispositivo (laptop, tablet o smartphone) con conexión a internet.

Figura 5

Porcentaje de alumnos que usan internet en casa.

¿Cuentas con internet en casa?

64 respuestas



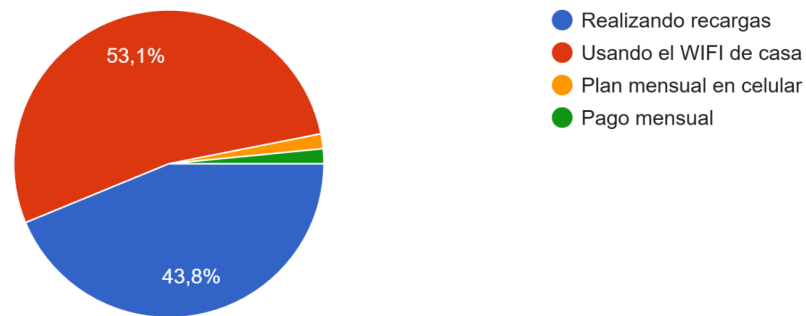
Nota. Elaboración propia.

Figura 6

Distribución en porcentaje del modo de conexión a internet.

¿Cómo te conectas a internet?

64 respuestas



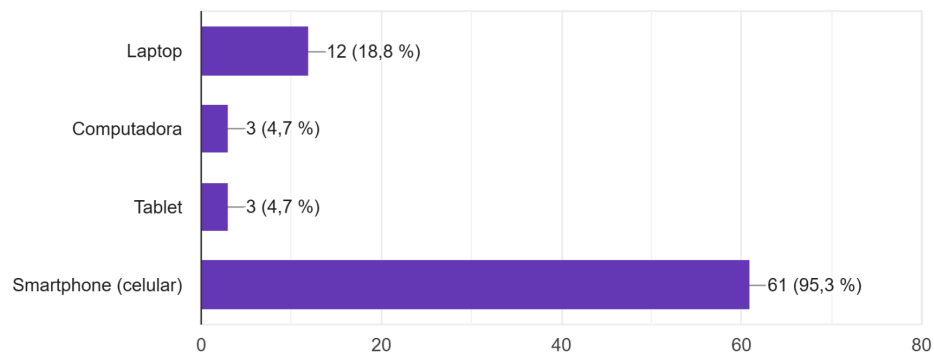
Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Distribución porcentual según el tipo de dispositivos que usan en casa.

¿Con qué dispositivos cuentas en casa? (Puedes marcar más de una opción)

64 respuestas



Nota. Elaboración propia.

Además, la institución cuenta con un salón de AIP (Aula de Innovación Pedagógica) lo que mitiga la brecha digital y garantiza el acceso del 100% de los estudiantes seleccionados

como el aula experimental, debido a que existen 15 computadoras y 30 tablets funcionales con acceso a navegador web. Todo lo antes mencionado, combina el acceso remoto y presencial controlado en la sala de AIP, lo que asegura el aula experimental participe de las sesiones de aprendizaje, así como en las evaluaciones diagnósticas sin ninguna barrera tecnológica. Ello justifica la aplicación del Sistema Virtual Inteligente, así como la implementación de la arquitectura web propuesta y accesible mediante navegador.

C. Definición de Requerimientos del Sistema

Teniendo en cuenta los hallazgos y el diseño de arquitectura, se definen los Requerimientos Funcionales (RF) relacionados a las interacciones de los usuarios (Alumno y Docente) y los Requerimientos No Funcionales (RNF) que son los que garantizan la calidad del sistema.

Tabla 3

Requerimientos No Funcionales (RNF)

Código	Descripción del Requerimiento No Funcional	Categoría
RNF-01	El backend del sistema debe estar desarrollado en el framework Flask (Python) y ser desplegado en un entorno web.	Arquitectura
RNF-02	La interfaz de usuario (UI) debe ser responsiva e intuitiva, adaptada cognitivamente para niños de quinto grado de primaria.	Usabilidad
RNF-03	El sistema debe garantizar la persistencia de datos relacionales asegurando la integridad de los historiales académicos.	Base de Datos
RNF-04	El tiempo de respuesta de la API del asistente "Zori" debe ser óptimo para mantener la fluidez conversacional.	Rendimiento

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4*Requerimientos Funcionales (RF)*

Código	Descripción del Requerimiento Funcional	Actor
RF-01	El sistema debe permitir registrar una cuenta nueva en la plataforma.	Alumno, Docente
RF-02	El sistema debe permitir acceder a la plataforma mediante validación de credenciales.	Alumno, Docente
RF-03	El sistema debe permitir al estudiante completar el test para identificar su estilo de aprendizaje.	Alumno
RF-04	El sistema debe permitir al estudiante resolver los ejercicios o problemas matemáticos asignados.	Alumno
RF-05	El sistema debe permitir al estudiante visualizar y consumir el material didáctico adaptado a su perfil.	Alumno
RF-06	El sistema debe mostrar al estudiante un panel con su avance y estado actual.	Alumno
RF-07	El sistema debe integrar una interfaz de chat para que el estudiante interactúe con la Inteligencia Artificial.	Alumno
RF-08	El sistema debe permitir al profesor administrar las calificaciones obtenidas por los estudiantes.	Docente
RF-09	El sistema debe permitir al profesor administrar los datos del salón de clases y sus estudiantes.	Docente
RF-10	El sistema debe permitir al profesor configurar y administrar los parámetros del test diagnóstico y otras pruebas.	Docente
RF-11	El sistema debe permitir al profesor crear, editar o eliminar el material didáctico del sistema.	Docente
RF-12	El sistema debe permitir al profesor crear, editar o eliminar los ejercicios matemáticos.	Docente
RF-13	El sistema debe generar y mostrar al profesor reportes estadísticos del rendimiento de los alumnos.	Docente
RF-14	El sistema debe permitir actualizar los datos personales y parámetros del perfil de usuario.	Alumno, Docente

Nota. Elaboración propia.

3.1.2. Evidencias Fase 2: Diseño de la Intervención y Arquitectura del Sistema

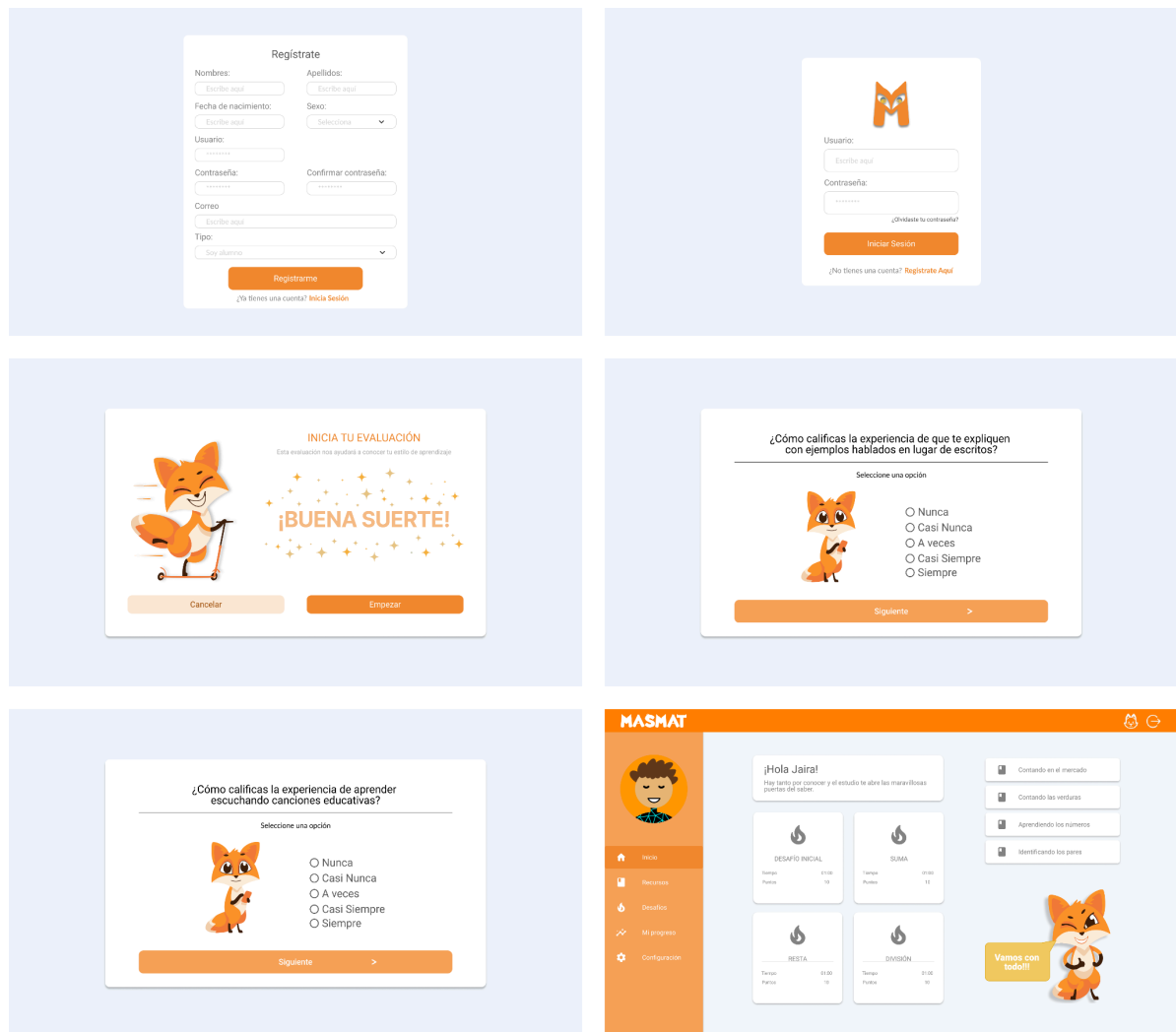
Para este proyecto a diferencia de otras soluciones en las que se desarrolla la codificación del módulo de inferencia inteligente en módulos externos, el algoritmo usado y que aplica lógica difusa se integra nativamente dentro del backend en un script de python, el cual contiene todas las reglas de inferencia y las funciones de pertenencia que procesan las respuestas (puntos) obtenidas de la evaluación diagnóstico proporcionada al alumno. Esta evaluación se compone de 4 preguntas por cada estilo (Visual, Auditivo y Kinestésico) basadas en actividades académicas y/o cotidianas.

- **Diseño UX/UI**

Previo a la codificación realizada, se define el diseño visual en la herramienta Figma con el fin de validar el uso del sistema en alumnos de quinto de primaria. Por lo que, se realizan los wireframes para definir una navegación intuitiva y haciendo uso de una iconografía agradable. Lo cual permite que, antes de trasladar todo el diseño a las vistas del sistema, se lleven a cabo revisiones y/o modificaciones por medio de iteraciones.

Figura 8

Prototipo en Figma: Pantalla de Registro, Login, Módulo de la Evaluación Diagnóstico del estilo y Home.



Nota. Elaboración propia.

- **Modelo y Base de Datos**

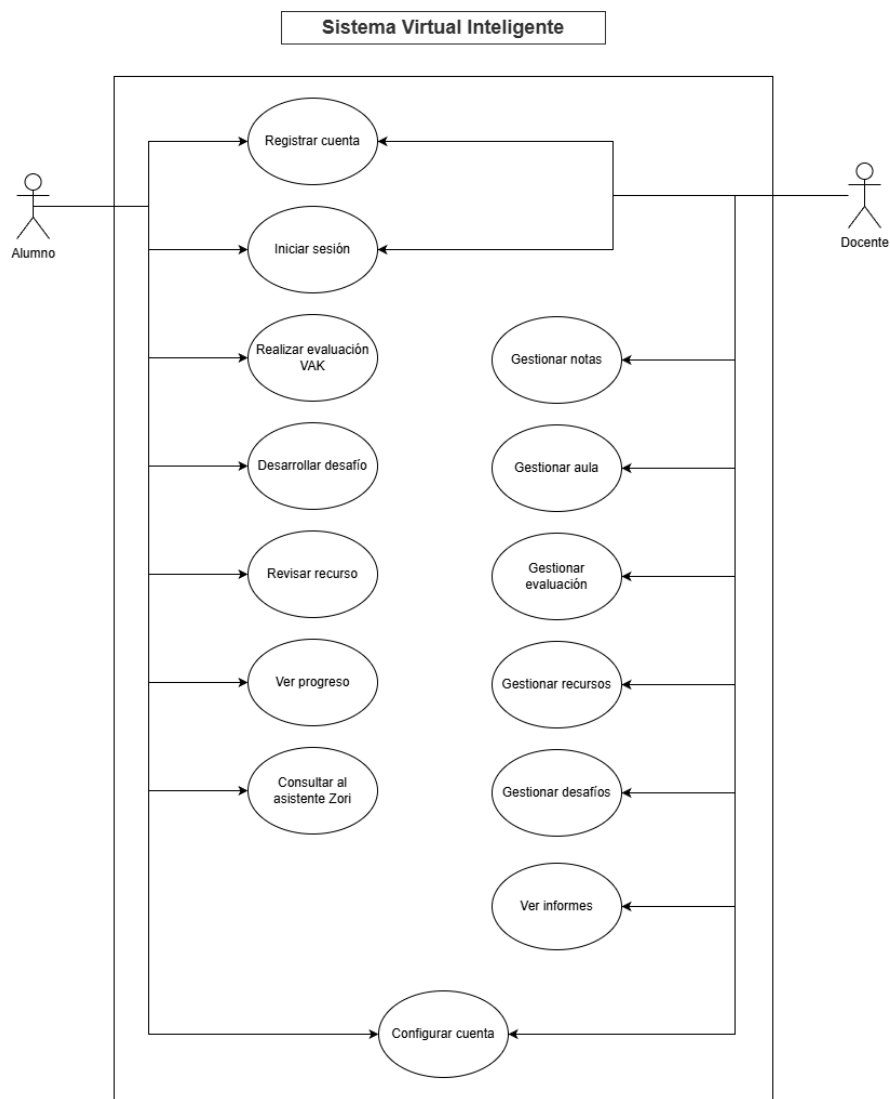
- **Modelado Funcional del Sistema (UML)**

Dando continuidad a los lineamientos del diseño teórico definidos en el Capítulo I, el modelado del sistema se divide en dos capas. En la primera de ellas, se aplica el estándar

UML para definir el comportamiento. Por medio del Diagrama de Casos de Uso General (ver Figura 9), se reflejan las interacciones de los actores involucrados (Alumno y Docente) con aquellos módulos que son críticos para el sistema como el diagnóstico basado en lógica difusa, visualización de contenidos (Recursos y Desafíos) y el uso del asistente “Zori”.

Figura 9

Diagrama de Casos de Uso General.



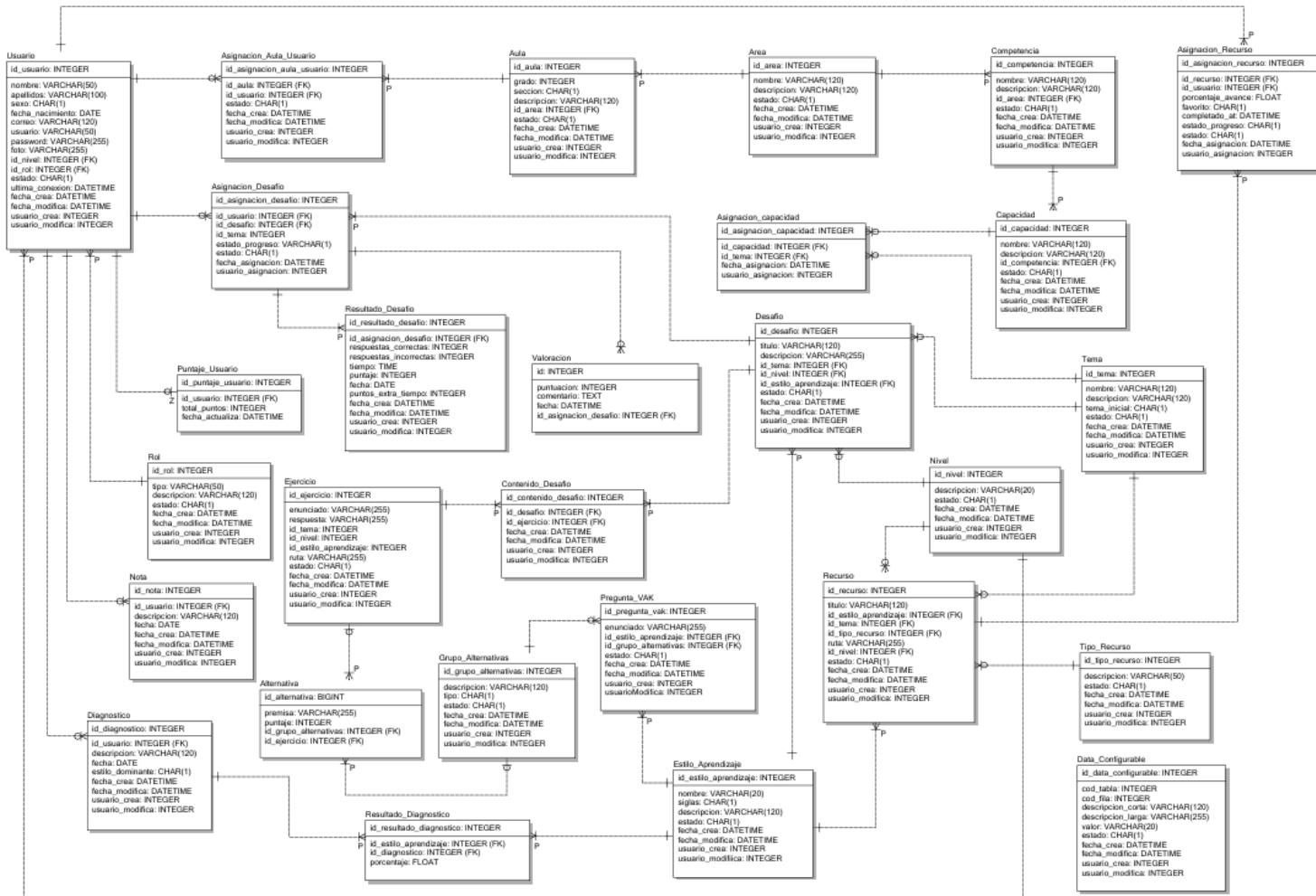
Nota. Elaboración propia.

- ***Modelado de la Base de Datos***

Cada una de las interacciones que se encuentran definidas en el modelo de casos de uso definido anteriormente, genera datos críticos que deben ser almacenados y administrados con el fin de que el sistema pueda tomar decisiones pedagógicas. Es por ello, que se diseñó el modelo de base de datos relacional haciendo uso de la herramienta Erwin Data Modeler, lo que permitió desarrollar el modelo lógico y físico de la base de datos (implementado en MySQL). el Modelo Entidad-Relacional se puede ver en la Figura 10, misma en la que se pueden apreciar las tablas principales, que serán usadas para la gestión de usuarios, el almacenamiento de las variables difusas (puntajes VAK) y los registros de las evaluaciones (Pre-test y Post-test).

Figura 10

Modelo de Base de Datos Relacional.



Nota. Elaboración propia.

- **Diseño de los instrumentos de evaluación académica**

Se construyen el Pre-Test (ver Anexo 4) y Post-Test (ver Anexo 5) como parte del diseño pedagógico, estos dos instrumentos sirven para validar el Sistema Virtual Inteligente. Ambos están definidos bajo un principio de homogeneidad en cuanto al nivel de las preguntas y la competencia a evaluar plasmada en el currículo de quinto de primaria para el área de matemática: Resuelve problemas de cantidad. Cada uno conformado por 20 preguntas de opción múltiple, mismas que están validadas por el experto (docente) de modo que se pueda asegurar que se alineen a lo implementado en el Sistema Virtual Inteligente y que se encuentran anexados en este proyecto.

3.1.3. Evidencias Fase 3: Construcción Tecnológica y Despliegue Web del Prototipo

- **Implementación de Lógica Difusa con Scikit-Fuzzy**

Con la finalidad de dotar al Sistema Virtual Inteligente de una capacidad de razonamiento que supere a la tradicional lógica booleana, se implementa la librería Scikit-Fuzzy (skfuzzy), misma que permite modelar matemáticamente la incertidumbre inherente en el diagnóstico de estilos de aprendizaje.

Por otro lado, el método `def vak_send_results()`, no hace uso de estructuras condicionales rígidas, ya que en su lugar opera mediante el Sistema de Control Difuso (Fuzzy Control System), que está estructurado en cuatro etapas:

1. ***Definición de Variables:*** Se definen los antecedentes (Antecedent) para cada uno de los estilos (Visual, Auditivo y Kinestésico), tomando como rango de entrada de 0 a 100 (correspondiente al porcentaje de la suma de puntos por estilo entre el total de puntos obtenido), etiquetados con bajo, medio y alto.
2. ***Base de conocimiento:*** La base de la inferencia se centra en un conjunto de reglas

(ctrl.Rule), mismas que mapean las combinaciones de entradas hacia una conclusión. Ejemplo: “Si los puntajes de algún estilo es alto, se concluye que el estilo dominante es completo”.

3. ***Motor de Inferencia y Defusificación:*** Para poder procesar los datos en tiempo real se instancia un ControlSystemSimulation. Lo que genera que el Sistema Virtual Inteligente evalúe las reglas activas de forma simultánea.

- Entrada: p_v, p_a, p_k.
- compute(): Evalúa reglas y defuzzifica.
- Salida: nivel_dominancia = round(sim.output['estilo_final'], 2) en 0–100.

4. ***Flujo de Procesamiento:*** El algoritmo agrega y compara los puntajes obtenidos de las 12 preguntas presentadas al alumno dentro de la evaluación diagnóstica (4 por cada estilo: Visual, Auditivo y Kinestésico).

- Recepción de Puntos: La función recibe la lista de respuestas seleccionadas por el alumno, busca los puntos que tienen asignados y hace la sumatoria según el estilo al que pertenecen, tomando en cuenta que cada opción a seleccionar tiene un peso definido.
- Evaluación de Reglas: En la misma función de vak_send_results(), se desarrolla la lógica difusa implementando la librería especializada Scikit-Fuzzy (skfuzzy) capaz de determinar no sólo el puntaje más alto sino también definir si existe predominante.
- Salida (Defusificación): Una vez finalizado, la función retorna la etiqueta del estilo dominante.

En las figuras que se muestran a continuación, se puede ver la lógica implementada para definir el estilo de aprendizaje según los resultados de la evaluación diagnóstica.

Figura 11

Extracto de código de la función vak_send_results(): Valida y extrae resultados.



```
1 def vak_send_results():
2     """
3     Registra los resultados del test V-A-K, calcula el estilo dominante
4     mediante lógica difusa y guarda el diagnóstico. Los porcentajes
5     V, A y K siempre suman 100.
6     """
7
8     user_id = session['user']['id']
9     data = request.get_json()
10
11     # Validar JSON y extraer IDs marcados -----
12     ids_seleccionados = []
13     for item in data:
14         try:
15             ids_seleccionados.append(int(item.get('selectedOption')))
16         except (TypeError, ValueError):
17             current_app.logger.warning(f"Entrada inválida: {item}")
18
19     if not ids_seleccionados:
20         return jsonify({"error": "No se seleccionaron opciones válidas."}), 400
21
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Extracto de código de la función `vak_send_results()`: Obtiene las alternativas seleccionadas.



```
1  # Recuperar alternativas seleccionadas -----
2  elegidas = []
3  for id in ids_seleccionados:
4      numero_str = str(id)
5      id_ = int(numero_str[2:])
6
7      elegidas.append(id_)
8
9  alternativas = Alternativa.query.filter(
10     Alternativa.id_alternativa.in_(elegidas)
11 ).all()
12
13 if not alternativas:
14     return jsonify({"error": "No se encontraron las alternativas seleccionadas."}), 400
15
```

Nota. Elaboración propia

Figura 13

Extracto de código de la función vak_send_results(): Clasifica puntaje por estilo.



```
1 # Clasificar puntajes por estilo -----
2 respuestas_v, respuestas_a, respuestas_k = [], [], []
3 for numero in ids_seleccionados:
4     numero_str = str(numero)
5     estilo = int(numero_str[0])
6     puntos = int(numero_str[1])
7
8     if estilo == 1:
9         respuestas_v.append(puntos)
10    elif estilo == 2:
11        respuestas_a.append(puntos)
12    elif estilo == 3:
13        respuestas_k.append(puntos)
14
15    total_v = sum(respuestas_v)
16    total_a = sum(respuestas_a)
17    total_k = sum(respuestas_k)
18    total_todos = total_v + total_a + total_k
19    if total_todos == 0:
20        return jsonify({"error": "No se pudo calcular el puntaje."}), 400
21
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Extracto de código de la función vak_send_results(): Porcentaje por estilos y sistema difuso.

```
1  # Porcentajes que suman 100 -----
2  p_v = round(total_v / total_todos * 100, 2)
3  p_a = round(total_a / total_todos * 100, 2)
4  p_k = round(total_k / total_todos * 100, 2)
5
6  # Sistema difuso -----
7  visual      = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'visual')
8  auditivo    = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'auditivo')
9  kinestesico = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 101, 1), 'kinestesico')
10 estilo_fin  = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'estilo_final')
11
12 for s in (visual, auditivo, kinestesico):
13     s['bajo'] = fuzz.trimf(s.universe, [0, 0, 40])
14     s['medio'] = fuzz.trimf(s.universe, [30, 50, 70])
15     s['alto'] = fuzz.trimf(s.universe, [60, 100, 100])
16
17 estilo_fin['neutro'] = fuzz.trimf(estilo_fin.universe, [0, 0, 40])
18 estilo_fin['parcial'] = fuzz.trimf(estilo_fin.universe, [30, 50, 70])
19 estilo_fin['completo'] = fuzz.trimf(estilo_fin.universe, [60, 100, 100])
20
21 reglas = [
22     ctrl.Rule(visual['alto'] | auditivo['alto'] | kinestesico['alto'],
23              estilo_fin['completo']),
24     ctrl.Rule(visual['medio'] | auditivo['medio'] | kinestesico['medio'],
25              estilo_fin['parcial']),
26     ctrl.Rule(visual['bajo'] | auditivo['bajo'] | kinestesico['bajo'],
27              estilo_fin['neutro']),
28 ]
29
30 sim = ctrl.ControlSystemSimulation(ctrl.ControlSystem(reglas))
31 sim.input['visual'] = p_v
32 sim.input['auditivo'] = p_a
33 sim.input['kinestesico'] = p_k
34 sim.compute()
35 nivel_dominancia = round(sim.output['estilo_final'], 2)
36
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Extracto de código de la función vak_send_results(): Registrar diagnóstico.

```
1  # Registrar diagnóstico -----
2  valores          = {'V': p_v, 'A': p_a, 'K': p_k}
3  sigla_dom        = max(valores, key=valores.get)
4  ahora            = datetime.now()
5
6  diag = Diagnostico(
7      id_usuario      = user_id,
8      descripcion     = 'Diagnóstico VAK (Difuso)',
9      fecha           = ahora.date(),
10     estilo_dominante = sigla_dom, # ← aquí asignas el estilo dominante
11     fecha_crea       = ahora,
12     fecha_modifica   = ahora,
13     usuario_crea     = user_id,
14     usuario_modifica = user_id
15 )
16 db.session.add(diag)
17 db.session.flush() # obtengo diag.id_diagnostico
18
19 for sigla, pct in valores.items():
20     estilo = EstiloAprendizaje.query.filter_by(siglas=sigla).first()
21     if estilo:
22         db.session.add(ResultadoDiagnostico(
23             id_diagnostico      = diag.id_diagnostico,
24             id_estilo_aprendizaje = estilo.id_estilo_aprendizaje,
25             porcentaje          = pct # ← ahora 0-100 sumando 100
26         ))
27
28 db.session.commit()
29 session.pop('mostrar_modal_vak', None)
30
31 # Respuesta -----
32 return jsonify({
33     "message": f"Diagnóstico completado. Estilo dominante: {sigla_dom}",
34     "porcentajes": {
35         "Visual": p_v,
36         "Auditivo": p_a,
37         "Kinestésico": p_k
38     },
39     "nivel_dominancia": nivel_dominancia
40 }, 200)
```

Nota. Elaboración propia.

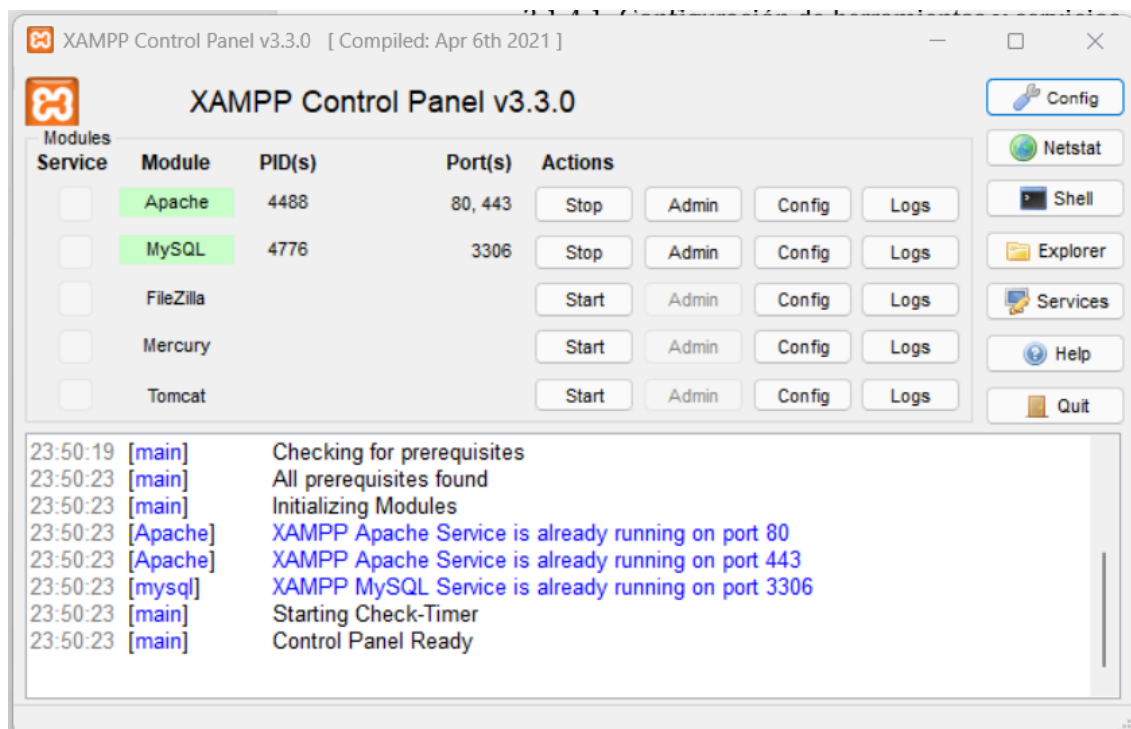
- Implementación Tecnológica e Instrumentos de Evaluación

Se seleccionaron un conjunto de tecnologías de código abierto (Open Source) con el fin de concretar el diseño funcional del Sistema Virtual Inteligente, enfocándose en la escalabilidad, capacidad de procesamiento y seguridad.

- XAMPP, que fue instalado como servidor independiente y de código abierto. Para el desarrollo del Sistema Virtual Inteligente se activaron las siguientes extensiones: PDO MySQL, Fileinfo, mbstring, xsl (Figura 15). Se encuentra disponible para su descarga en: <https://www.apachefriends.org/es/download.html>.

Figura 16

Panel de Control XAMPP web Fuente: XAMPP Control Panel

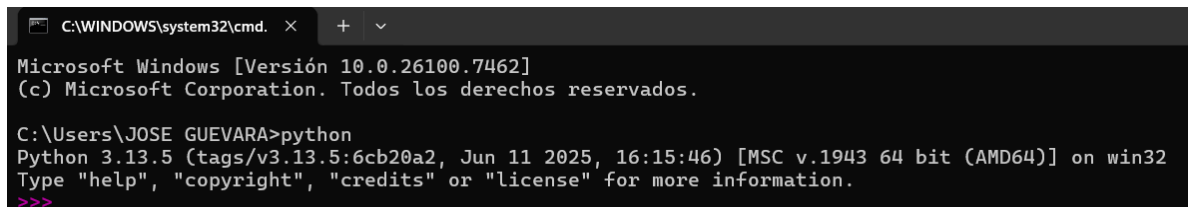


Nota. Elaboración propia.

Antes de iniciar con la codificación, se deberá instalar lo necesario para trabajar con las herramientas definidas. Para ello instalaremos Python (disponible en: <https://www.python.org/downloads/>) y Virtualenv. Para revisar la instalación haremos uso del comando *python* mediante la terminal/cmd (Figura 17), luego activamos el pip, para ello, descargamos y guardamos en el escritorio el archivo *get-pip.py* (disponible en: <https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py>), en la terminal/cmd debemos acceder al escritorio con *cd Desktop* y hacer la ejecución del archivo con el comando *python get-pip.py*, iniciando de ese modo con la instalación del pip (ver Figura 18). Posterior a ello, ingresamos a la ruta de Python en nuestro sistema *C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313* y corroboramos que tenemos Pip con el comando *pip --version* (ver Figura 19); ahora debemos instalar Virtualenv con el comando *pip install virtualenv* (ver Figura 20) y verificar que quedó instalado con *virtualenv --version* (ver Figura 21).

Figura 17

Ejecución del comando python



```
C:\WINDOWS\system32\cmd. X + v
Microsoft Windows [Versión 10.0.26100.7462]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\JOSE GUEVARA>python
Python 3.13.5 (tags/v3.13.5:6cb20a2, Jun 11 2025, 16:15:46) [MSC v.1943 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 18

Instalación de pip con la ejecución del archivo get-pip.py

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. X + v
Microsoft Windows [Versión 10.0.26100.7462]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\JOSE GUEVARA>cd desktop

C:\Users\JOSE GUEVARA\Desktop>python get-pip.py
Collecting pip
  Downloading pip-25.3-py3-none-any.whl.metadata (4.7 kB)
  Downloading pip-25.3-py3-none-any.whl (1.8 MB)
    ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 1.8/1.8 MB 10.4 MB/s 0:00:00
Installing collected packages: pip
  Attempting uninstall: pip
    Found existing installation: pip 25.1.1
    Uninstalling pip-25.1.1:
      Successfully uninstalled pip-25.1.1
  Successfully installed pip-25.3

C:\Users\JOSE GUEVARA\Desktop>|
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 19

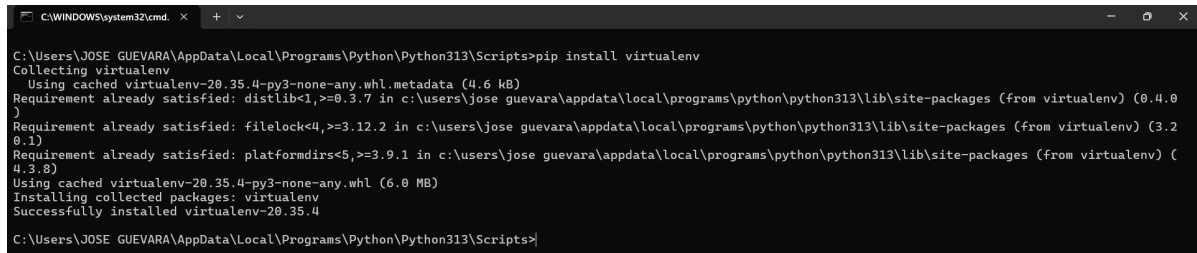
Ejecución del comando pip --version para corroborar la instalación de pip

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. X + v
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>pip --version
pip 25.3 from C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\pip (python 3.13)
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 20

Ejecución del comando `pip install virtualenv` para la instalación de `virtualenv`

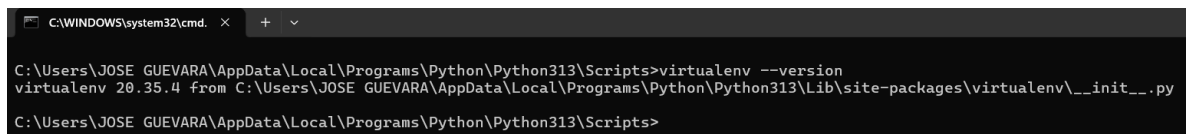


```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>pip install virtualenv
Collecting virtualenv
  Using cached virtualenv-20.35.4-py3-none-any.whl.metadata (4.6 kB)
Requirement already satisfied: distlib<1,>=0.3.7 in c:\users\jose guevara\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages (from virtualenv) (0.4.0)
Requirement already satisfied: filelock<4,>=3.12.2 in c:\users\jose guevara\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages (from virtualenv) (3.2.0)
Requirement already satisfied: platformdirs<5,>=3.9.1 in c:\users\jose guevara\appdata\local\programs\python\python313\lib\site-packages (from virtualenv) (4.2.0)
Using cached virtualenv-20.35.4-py3-none-any.whl (6.0 MB)
Installing collected packages: virtualenv
Successfully installed virtualenv-20.35.4
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Ejecución del comando `virtualenv --version` para corroborar su instalación



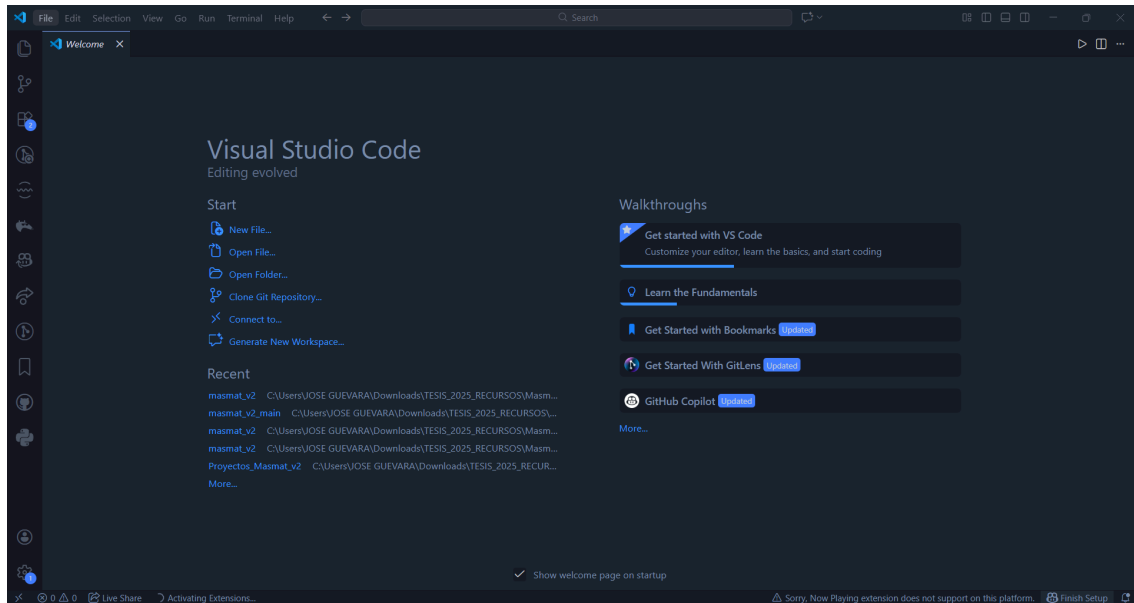
```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>virtualenv --version
virtualenv 20.35.4 from C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\virtualenv\__init__.py
C:\Users\JOSE GUEVARA\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Scripts>
```

Nota. Elaboración propia.

- Visual Studio Code, se instalará para realizar el desarrollo del Sistema Virtual Inteligente (disponible en: <https://code.visualstudio.com/download>). Una vez en la pantalla de inicio (ver Figura 22), se deberá abrir la carpeta en donde estará alojado el código del proyecto. Para empezar a trabajar con un entorno virtual, se deberá abrir una nueva terminal, desde la que se creará un entorno virtual con el comando `python -m venv env` y se activará con `env\Scripts\activate` (ver Figura 23). Dentro del entorno, se deberán instalar todas las librerías como: Flask, Jinja2, skfuzzy, SQLAlchemy, entre otras; que serán necesarias para el desarrollo del proyecto. Por último, se desactiva el entorno con el comando: `deactivate` (ver Figura 24).

Figura 22

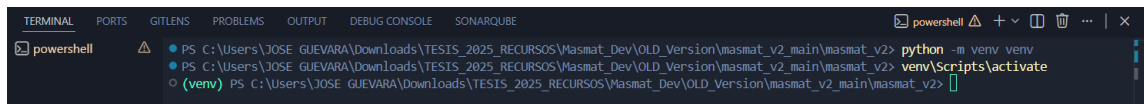
Pantalla de inicio de Visual Studio Code



Nota. Elaboración propia.

Figura 23

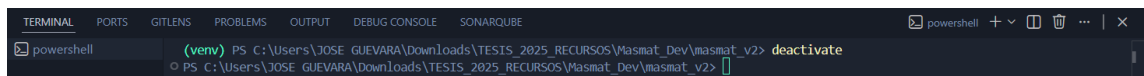
Ejecución de comandos para crear y activar un entorno virtual



Nota. Elaboración propia.

Figura 24

Ejecución de comando para desactivación del entorno



Nota. Elaboración propia.

- Integración de IA Generativa: Asistente Virtual "Zori"

Una de las cosas que rescatamos de las entrevistas realizadas al docente responsable del aula experimental, es que, en algunas de sus clases usa los chats de IA como herramienta de apoyo para motivar el aprendizaje en sus alumnos. Por lo que, se hizo el desarrollo y la integración de un módulo de asistencia conversacional en tiempo real llamado “Zori”, el cual tiene como objetivo dar solución a preguntas puntuales y que aborden sólo lo relacionado al área en la que se está trabajando (matemática), de esa manera los alumnos tendrán un tutor 24/7 para absolver sus dudas que surjan en el momento. Es así que, para que el módulo desarrollado pueda consumir la API de Open AI, se usó el modelo gpt-4o-mini, el cual ofrece una baja latencia en la respuesta (permite mantener la atención del niño) y costos accesibles. Además, se implementó la estrategia de *System Prompting* (Instrucción de Sistema), que permite proporcionar instrucciones o preguntas para guiar la respuesta del modelo de IA usado y evita que aborde temas distintos, dentro de la función *conversar()*. En esa función implementada, se obtiene el nombre, tema a consultar y nivel actual del alumno (ver Figura 25), además del último estilo de aprendizaje dominante diagnosticado (ver Figura 26). Luego, se valida si la pregunta o solicitud ingresada por el alumno está relacionada al área de matemática, si fuera así, se construye el prompt a enviar (ver Figura 27) con todos los datos obtenidos anteriormente. Finalmente, se arma el flujo para enviar el prompt mediante una solicitud al api de gpt-4o-mini para obtener una respuesta clara y amigable (ver Figura 28).

La función que se implementa para limitar al modelo a sólo abarcar temas matemáticos se denomina *es_tema_matematico()*, la cual ayuda a determinar si la pregunta o solicitud del alumno corresponde a temas relacionados al mismo (ver Figura 29).

Figura 25

Función conversar(): Obtener información del alumno



```
1 def conversar():
2     data = request.json
3     user_id = session['user']['id']
4     nombre = session['user']['name']
5
6     tema = data['tema']
7
8     # Obtener el nivel final/actual
9     data_nivel = (
10         db.session.query(Nivel.descripcion.label('nivel'))
11         .select_from(Usuario)
12         .join(Nivel, Usuario.id_nivel == Nivel.id_nivel)
13         .filter(Usuario.id_usuario == user_id)
14         .first()
15     )
16     nivel = data_nivel.nivel
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 26

Función conversar(): Obtener estilo de aprendizaje dominante diagnosticado

```
1  # Obtener el estilo final/actual
2  data_estilo = (
3      db.session.query(EstiloAprendizaje.nombre.label('estilo'))
4      .select_from(Diagnostico)
5      .join(EstiloAprendizaje, Diagnostico.estilo_dominante == EstiloAprendizaje.siglas)
6      .filter(Diagnostico.id_usuario == user_id)
7      .order_by(desc(Diagnostico.fecha))
8      .limit(1)
9      .first()
10 )
11 estilo = data_estilo.estilo
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 27

Función conversar(): Construcción del prompt

```
1  if not es_tema_matematico(tema, client):
2      return jsonify({
3          "error": "Ups! Zori solo responde sobre temas de matemáticas. Intenta con sumas, fracciones, geometría u otro contenido matemático."
4      })
5
6  prompt = f"""
7  Eres Zori, un zorrito tutor amigable especialista y enfocado sólo en el área de matemática. Tu alumno se llama {nombre}, está en el nivel {nivel}, y aprende mejor con el estilo {estilo}.
8  Explicale cómo puede mejorar en el tema de {tema} usando frases simples y un ejemplo breve.
9  Limita tu respuesta a menos de 150 palabras. Además, dale un ejemplo adaptado a su estilo.
10 Sé motivador, claro y emocionalmente positivo. Recuerda iniciar siempre con palabras motivadoras diferentes y muy cortas.
11 Evita dar un saludo inicial. Si el tema no es del área de matemática responde al usuario que debe ingresar otro tema.
12 """
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 28

Función conversar(): Envío del prompt y obtención de respuesta

```
1  try:
2      respuesta = client.chat.completions.create(
3          model="gpt-4o-mini", # o "gpt-3.5-turbo"
4          messages=[
5              {"role": "user", "content": prompt}
6          ]
7      )
8
9      texto = respuesta.choices[0].message.content
10
11  except RateLimitError:
12      texto = "Zori está descansando un momento. Intenta más tarde o revisa tu plan de uso."
13  except AuthenticationError:
14      texto = "Zori no pudo conectarse. Verifica tu clave de API."
15  except APIError as e:
16      texto = f"Zori tuvo un problema técnico: {str(e)}"
17
18  return jsonify({"respuesta": texto})
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 29

Implementación de la función es_tema_matematico()

```
1  def es_tema_matematico(tema, client):
2      """
3      Usa la API de OpenAI para clasificar si un tema está relacionado con matemáticas.
4      Retorna True si es matemático, False si no lo es.
5      """
6      prompt = f"""
7      Clasifica el siguiente tema como 'matemáticas' o 'otro' según su contenido: Tema: "{tema}". Responde solo con una palabra: matemáticas u otro.
8      """
9
10     try:
11         respuesta = client.chat.completions.create(
12             model="gpt-4o-mini",
13             messages=[{"role": "user", "content": prompt}]
14         )
15         clasificacion = respuesta.choices[0].message.content.strip().lower()
16         return clasificacion == "matemáticas"
17     except Exception as e:
18         print("Error al clasificar el tema:", e)
19         return False # Por seguridad, asumimos que no es matemático si falla
20
```

Nota. Elaboración propia.

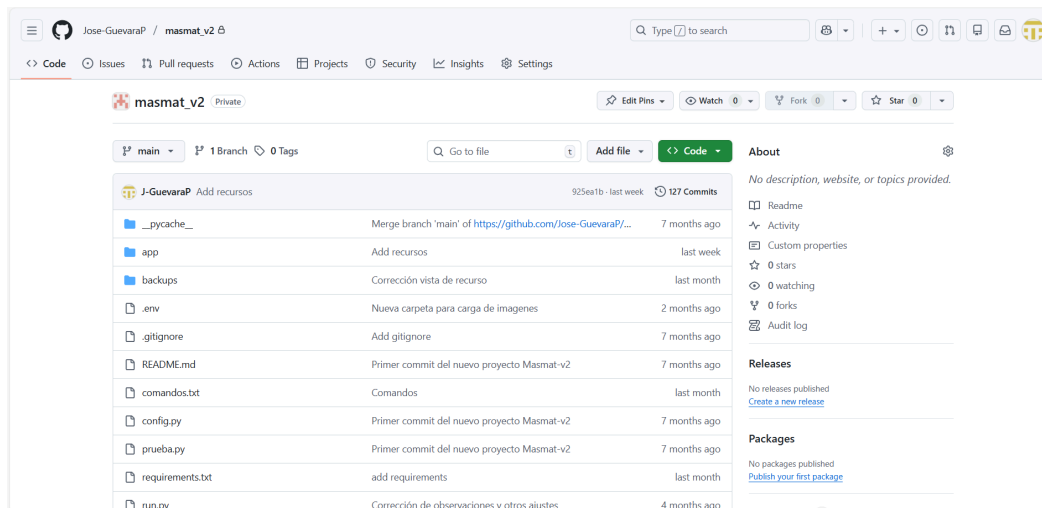
- **Despliegue del Sistema**

Realizada la encuesta y revisado el acceso a equipos dentro de la institución con el fin de saber la modalidad en la que se van a conectar los alumnos en la fase de aplicación del sistema. Se implementa una estrategia de despliegue basada en la nube. Para ello, se hace uso de la plataforma PythonAnywhere, el cual es un servicio PaaS (Platform as a Service) que se especializa en aplicaciones desarrolladas en el lenguaje de Python. Lo que elimina la necesidad de realizar una intranet o tener que configurar algún servidor físico local dentro de la institución, asegurando el acceso al sistema dentro o fuera de la institución. Las configuraciones fueron las siguientes:

- Clonación del proyecto desde Git y creación de entorno virtual: Este fue el primer paso, luego de ya haber adquirido el servicio (hosting) en Pythonanywhere. Para ello, todo el desarrollo del Sistema Virtual Inteligente deberá estar dentro de un repositorio creado en una cuenta de Git (ver Figura 30), teniendo ello, se abre una nueva consola bash desde el apartado Consoles en PythonAnywhere (ver Figura 31) para poder realizar la clonación mediante comando (ver Figura 32). Luego, mediante comandos nos ubicamos en la carpeta donde está el proyecto (ver Figura 33), creamos un entorno virtual llamado **myenv** usando Python 3.10 (ver Figura 34), activamos el entorno virtual recién creado (ver Figura 35) y finalmente instalamos el framework **Flask** dentro del mismo entorno (ver Figura 36).

Figura 30

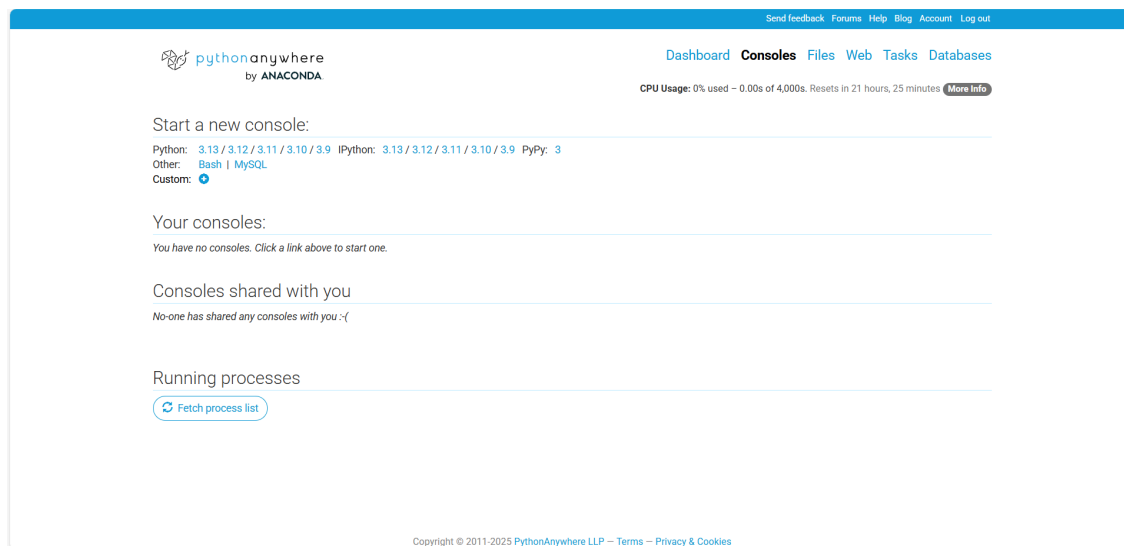
Repositorio del Sistema Virtual Inteligente en Git



Nota. Elaboración propia.

Figura 31

Interfaz de Pythonanywhere para abrir nueva consola



Nota. Elaboración propia.

Figura 32

Ejecución de comando para clonar el repositorio

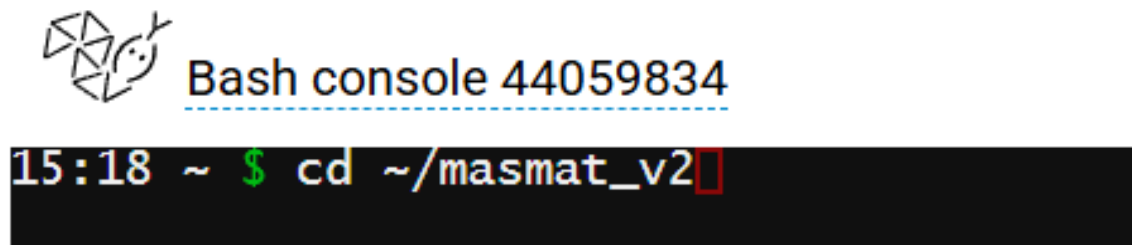


A screenshot of a Bash terminal window titled "Bash console 44059834". The terminal shows the command `git clone https://github.com/Jose-GuevaraP/masmat_v2.git` being executed at 14:54. The prompt is `14:54 ~ $`.

Nota. Elaboración propia.

Figura 33

Comando para ubicarse en la carpeta creada para desplegar el Sistema Virtual Inteligente

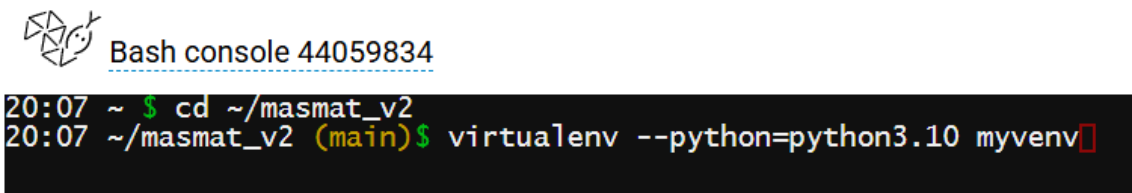


A screenshot of a Bash terminal window titled "Bash console 44059834". The terminal shows the command `cd ~/masmat_v2` being executed at 15:18. The prompt is `15:18 ~ $`.

Nota. Elaboración propia.

Figura 34

Comando para crear el entorno virtual myenv



A screenshot of a Bash terminal window titled "Bash console 44059834". The terminal shows the command `virtualenv --python=python3.10 myenv` being executed at 20:07. The prompt is `20:07 ~/masmat_v2 (main)$`.

Nota. Elaboración propia.

Figura 35

Comando para activar el entorno virtual myenv



Bash console 44059834

```
20:07 ~ $ cd ~/masmat_v2
20:07 ~/masmat_v2 (main)$ source myenv/bin/activate
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 36

Comando para instalar flask dentro del entorno virtual myenv



Bash console 44059834

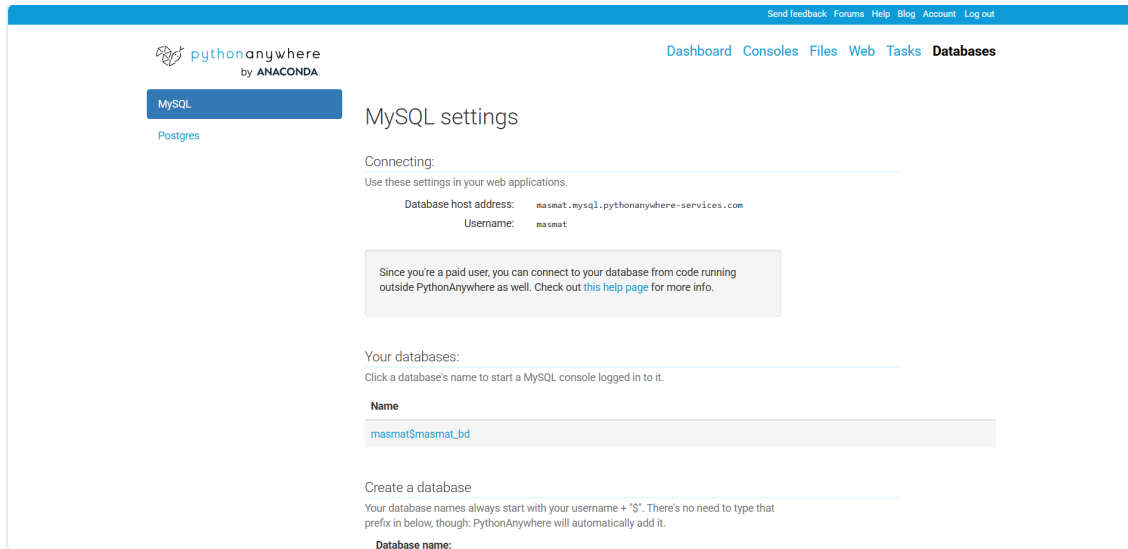
```
20:07 ~ $ cd ~/masmat_v2
20:07 ~/masmat_v2 (main)$ source myenv/bin/activate
(myenv) 20:22 ~/masmat_v2 (main)$ pip install flask
```

Nota. Elaboración propia.

- Creación de Base de Datos: Puede hacerse de dos formas, por comando (create database masmat\$masmat_bd) o por la interfaz que ofrece el servicio de Pythonanywhere en el apartado de **Databases** (ver Figura 37). En este punto se debe agregar un password para la base de datos. Ya implementada, se crean y/o ejecutan las querys que definirán la estructura tomando en cuenta el modelo relacional generado.

Figura 37

Interfaz de Pythonanywhere para crear la base de datos



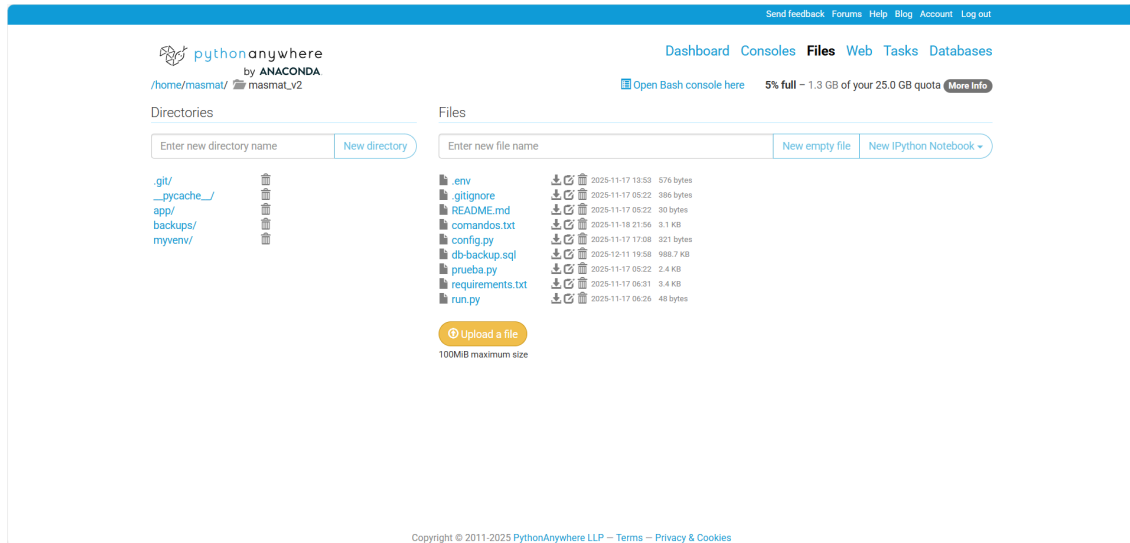
Nota. Elaboración propia.

- Creación y ajustes de la web: Antes de crear la web, dentro del apartado Files (ver Figura 38) se revisa y/o modifica el archivo principal, que para este sistema se denomina `run.py`, el cual no debe tener la condicional `if __name__=="__main__":` `app.run(debug=True)` ya que es usada en un ambiente de desarrollo y no en uno productivo o desplegado (ver Figura 39). Una vez configurado el archivo, mediante la opción `Add a new web app`, agregamos una nueva web que será usada para el Sistema Virtual Inteligente. Para los ajustes se debe considerar que el desarrollo fue trabajado sobre el framework Flask y con la versión 3.10 de Python. Luego, se deberá definir la ruta donde se ubica el archivo principal `run.py`. Posterior a ello, configuramos en Web (ver Figura 40) los static files, que para este proyecto se definen las carpetas `static` y `templates`, además de incorporar el entorno virtual `myenv` creado anteriormente. Finalmente, corremos el Sistema Virtual Inteligente con la opción `Reload`

masmat.pythonanywhere.com y listo.

Figura 38

Interfaz de Pythonanywhere para configurar los archivos del sistema



Nota. Elaboración propia.

Figura 39

Código incorporado para la ejecución del archivo principal run.py

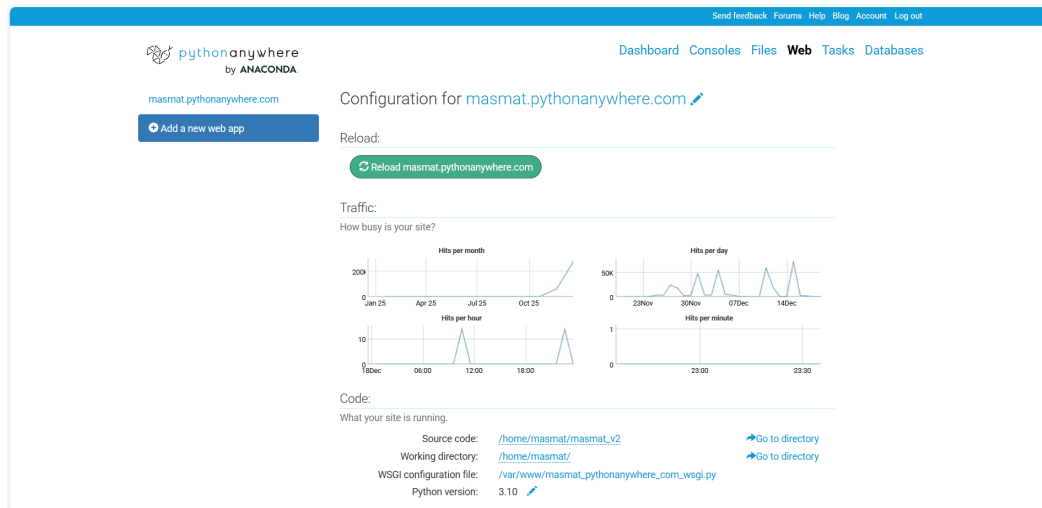
 `/home/masmat/masmat_v2/run.py`

```
1 from app import create_app
2
3 app = create_app()
4
5
```

Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Interfaz de Pythonanywhere para crear y configurar la web

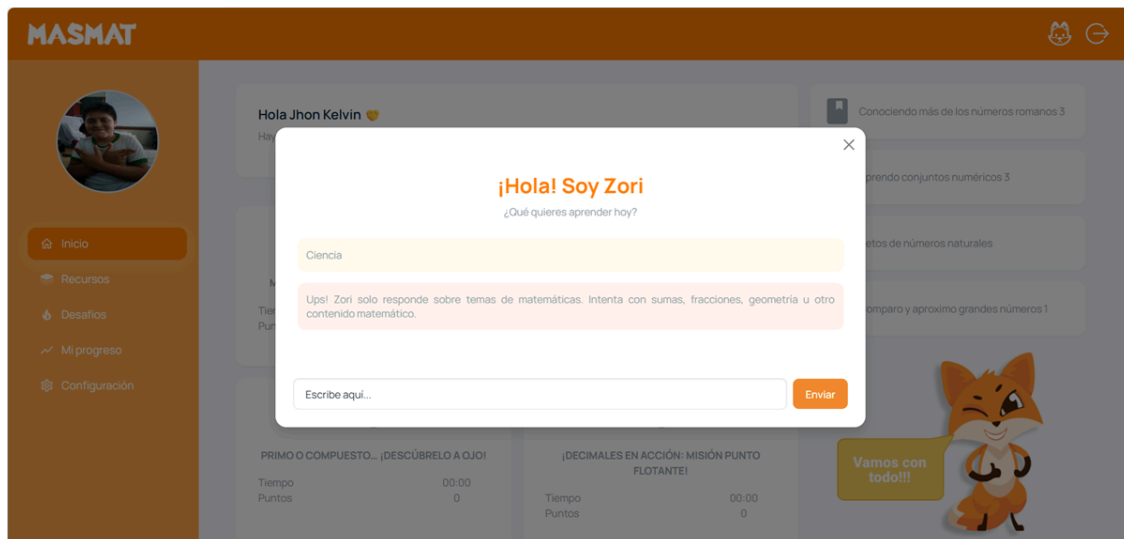


Nota. Elaboración propia.

Finalizada esta fase, el sistema queda alojado en la nube mediante el servidor de Pythonanywhere y listo para ser usado en el trabajo de campo.

Figura 41

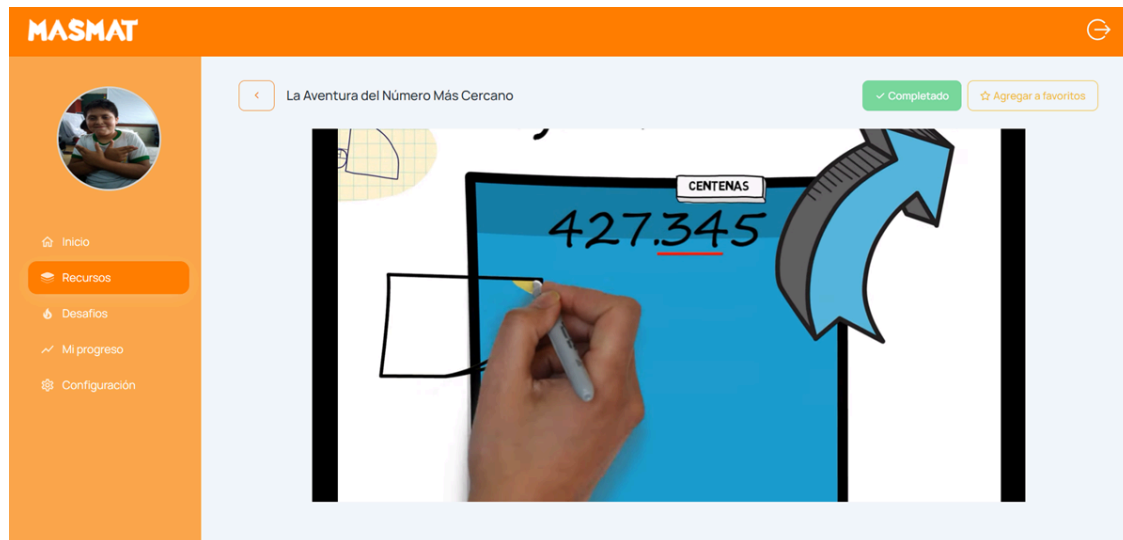
Vista de la ejecución del asistente Zori



Nota. Elaboración propia.

Figura 42

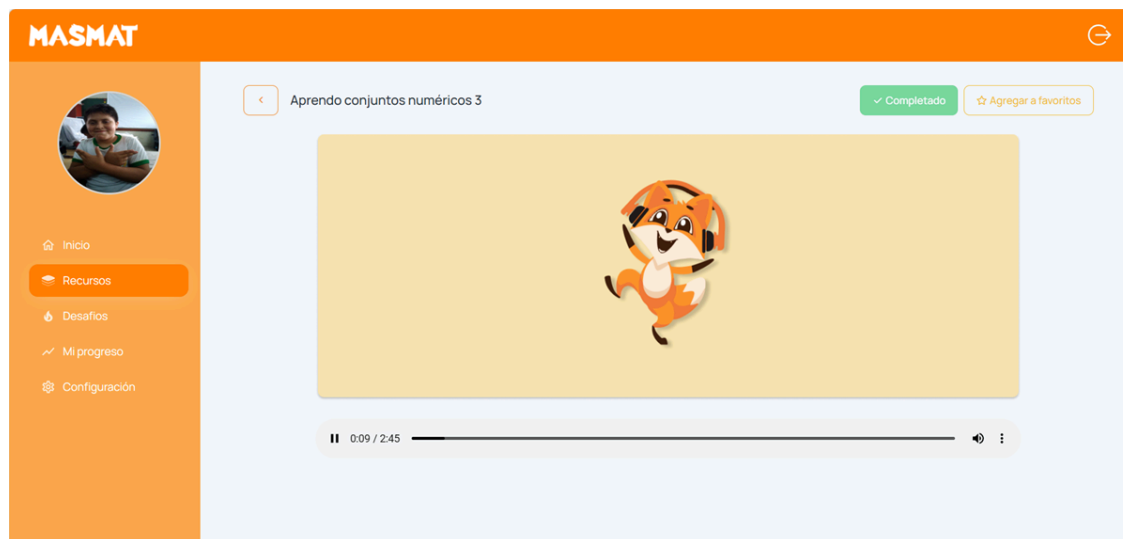
Vista de un recurso en formato video



Nota. Elaboración propia.

Figura 43

Vista de un recurso en formato audio



Nota. Elaboración propia.

Figura 44

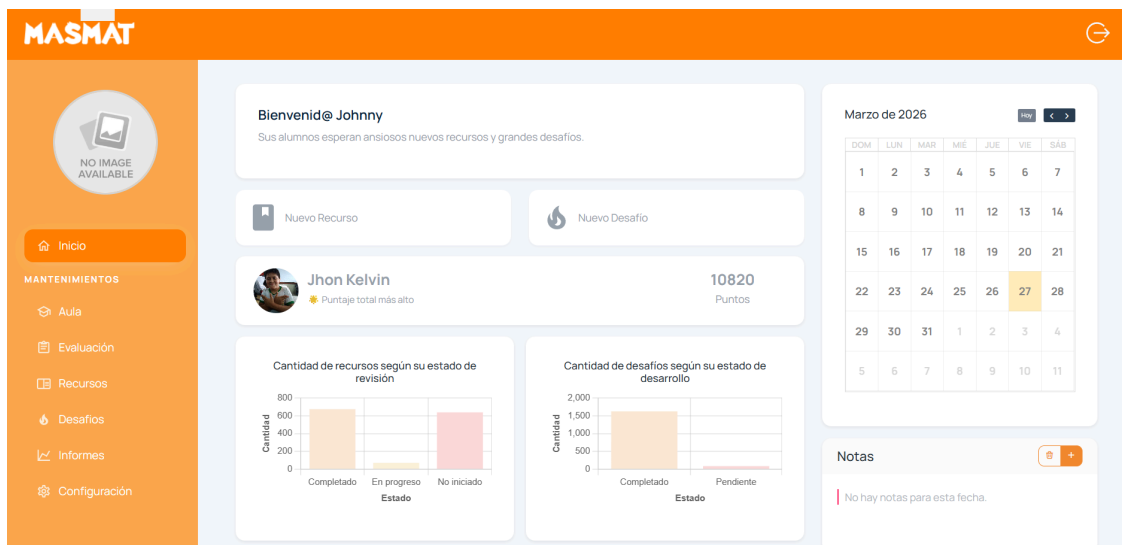
Vista del ejercicio de un desafío



Nota. Elaboración propia.

Figura 45

Vista principal del usuario Docente



Nota. Elaboración propia.

3.1.4. Evidencias Fase 4: Trabajo de Campo y Pruebas de Usuario (Implementación)

Podemos definir cuatro momentos importantes en esta fase:

A. Aplicación del Pre-test (Diagnóstico Inicial)

Antes de la primera interacción con el Sistema Virtual Inteligente, de manera presencial se logra aplicar el Pre-test a la muestra elegida de alumnos de quinto grado de la I.E. 10051 San Martín de Thours (ver Anexo 6). El test, enfocado en la competencia "Resuelve Problemas de Cantidad", se realiza bajo un entorno conocido y cotidiano dentro del aula, es decir, un examen tipo cuestionario de opción múltiple y única respuesta. El aplicarlo nos permitió establecer la base de conocimientos matemáticos de cada alumno antes de recibir cualquier estímulo por parte del Sistema Virtual Inteligente, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5

Resultados Pre Test

	5° B		5° C	
AD (18 - 20)	0	0%	4	14%
A (14 - 17)	5	17%	8	28%
B (11 - 13)	8	28%	6	21%
C (0 - 10)	16	55%	11	38%

Nota. Elaboración propia.

B. Uso del Sistema

Posterior al test aplicado en la fase anterior. Los alumnos del 5° C accedieron a la versión final del sistema alojado en la web mediante los dispositivos disponibles dentro (tablets y computadoras) y fuera (celular, tablet, laptop o computadora) de la institución (ver Anexo 7). Con esta etapa se logró evidenciar el funcionamiento correcto del flujo principal: Creación

de credenciales, resolución de evaluaciones VAK y clasificación del algoritmo de lógica difusa según su estilo de aprendizaje dominante (Visual, Auditivo o Kinestésico), asignando material correspondiente a cada perfil. Por otro lado, se logró ver la interacción con el asistente virtual “Zori” para absolver dudas sobre ejercicios o temas matemáticos en tiempo real.

C. Pruebas de Aceptación del Usuario (UAT) y ajustes Ágiles

Tomando en cuenta el enfoque iterativo de la metodología ágil, el intervenir o guiar en el uso del sistema a los alumnos y docente, ayudó a reducir los reportes de casos a revisar y/o corregir sobre los escenarios de las Pruebas de Aceptación de Usuario (UAT). En pleno uso sobre un entorno real, se logró monitorear el comportamiento del sistema y la experiencia de usuario, obteniendo lo siguiente:

- Usabilidad: Los usuarios no presentaron problemas para interactuar dentro del sistema ya que las interfaces propuestas facilitaron la navegación intuitiva.
- Rendimiento: Los flujos propuestos dentro del sistema tanto para las evaluaciones, presentación de contenidos (Recursos y Desafíos) y la conexión con la API del asistente “Zori” se mantuvieron bajo tiempos de respuesta óptimos. Además, el servidor se mantuvo estable aún con la conexión simultánea de 34 usuarios sin presentar bajas en la velocidad de procesamiento. Un punto importante para mencionar es que, las características del hardware de las tablets (2 GB RAM) usadas dentro de la institución son bajas, aún así el sistema no presentó complicaciones en su ejecución o navegación.
- Ajustes iterativos: Se realizaron correcciones sobre la marcha asociados a:
 - La asignación de recursos y desafíos de acuerdo con el nivel del alumno.
 - Conteo de puntos.

- Limitación del prompt de Zori en respuestas sobre temas matemáticos.
- Duplicidad de usuarios.
- Presentación de estadísticas.
- Inserción de la vista del historial de diagnósticos por alumno.

D. Aplicación del Post-test (Cierre de Campo)

Una vez finalizado el período de sesiones de aprendizaje usando el sistema, se aplicó el Post-test tanto al aula de control como a la experimental (ver Anexo 6). Lo que permitió recoger los datos necesarios para identificar el impacto, cerrando esta etapa y dando paso al análisis estadístico de resultados (Anexo 6). Producto de esta fase se obtienen los resultados siguientes:

Tabla 6

Resultados Post Test

	5° B		5° C	
AD (18 - 20)	0	0%	1	3%
A (14 - 17)	5	17%	11	38%
B (11 - 13)	7	24%	8	28%
C (0 - 10)	17	59%	9	31%

Nota. Elaboración propia.

Finalmente, se aplicó una encuesta al docente (ver Anexo 2) con el fin de saber su apreciación con respecto al uso del Sistema y el apoyo que el mismo brinda en el aprendizaje de matemática.

3.1.5. Evidencias Fase 5: Evaluación de Resultados, Mantenimiento y Escalabilidad

Una vez realizada la comparativa a nivel académico contrastando los resultados obtenidos de la aplicación del Pre Test y Post Test, se logra reflejar qué pasa cuando la enseñanza no se ve apoyada de herramientas personalizadas, Ya que de rendir temas básicos para luego pasar a ser evaluados con temas variados y con un cierto grado de dificultad, los resultados fueron los siguientes:

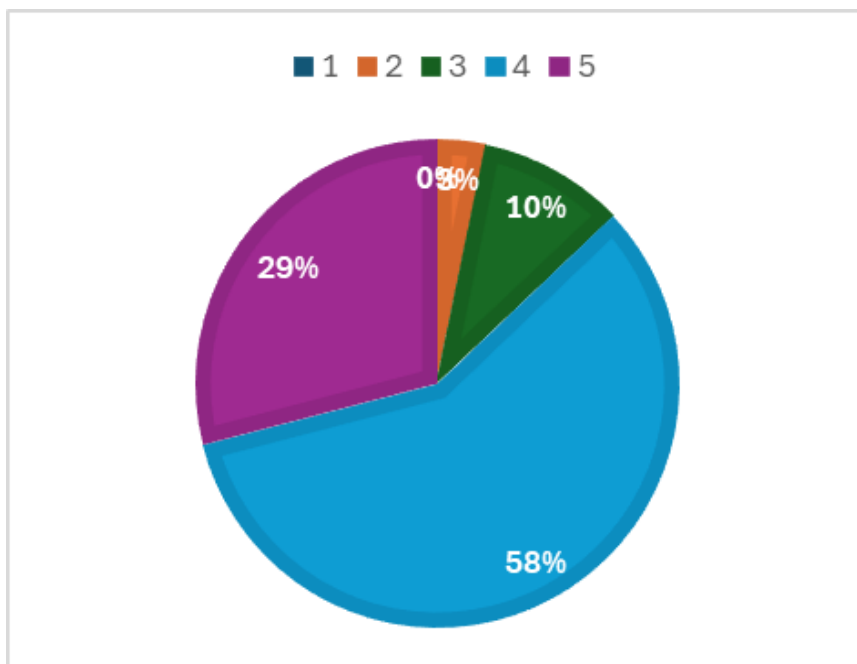
- **Aula de control (5 “B”):** Los alumnos no pudieron sostener su nivel, causando un aumento en la desaprobación del 55% al 59%. Esto nos lleva a la conclusión de que, al enfrentar a los alumnos a temas nuevos que tienen como base los básicos en los que se resaltan las operaciones como suma, resta, multiplicación y división, muestra que la enseñanza tradicional no logró cubrir en su totalidad la base del alumnado en el área de matemática, viendo una falta de comprensión y causando que se retrasen o bajen su nivel académico.
- **Aula experimental (5 “C”):** Los alumnos lograron reducir el índice de desaprobación del 38% al 31%. Además, los alumnos que se encontraban con un rendimiento de C (nivel alcanzado: En inicio) lograron subir a un rendimiento de A (nivel alcanzado: Logro esperado), esto se ve en el aumento del 28% al 38%. Esto nos lleva a la conclusión de que con el apoyo del Sistema Virtual Inteligente los alumnos lograron adquirir el aprendizaje de una mejor forma, y es que el sistema proporcionó a cada alumno el conocimiento tomando en cuenta su estilo de aprendizaje, lo que llevó a que aprendieran más rápido, reforzando las operaciones base y conociendo temas nuevos.

Finalizado el uso del Sistema Virtual Inteligente por los alumnos seleccionados como parte del aula experimental, se les pidió responder una serie de preguntas plasmadas en una encuesta (ver Anexo 3), con el fin de conocer el funcionamiento del Sistema Virtual Inteligente y la satisfacción o aceptación de los alumnos. En adelante, mostramos los resultados obtenidos.

En la Figura 46, se puede observar que el 29% de los alumnos puntuaron con 4 mientras que el 58% definieron una puntuación de 5, lo cual demuestra la facilidad en el uso del sistema.

Figura 46

¿Qué tan fácil fue ingresar al sistema?

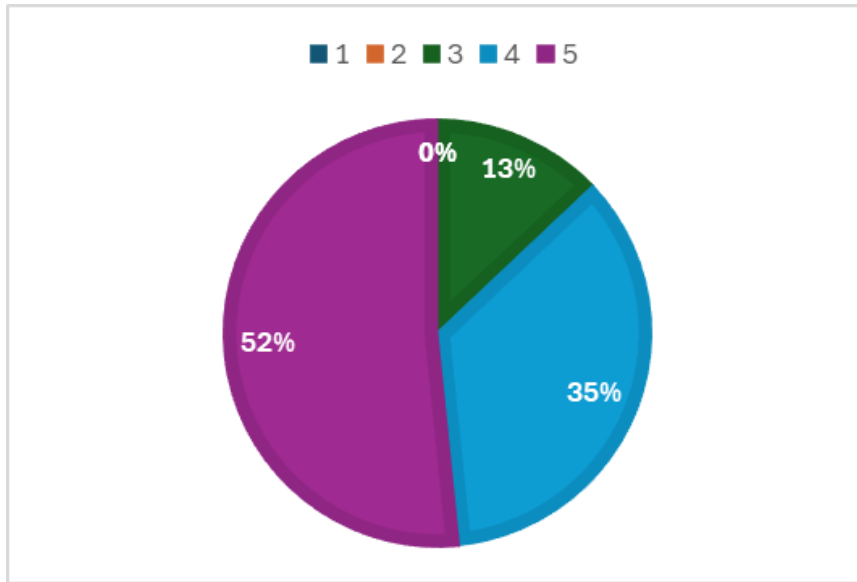


Nota. Elaboración propia

A la pregunta plasmada en la Figura 47, ¿Qué tan clara fue la explicación para usar el sistema?, podemos notar que la puntuación fue por encima de 3 lo que refleja que se proporcionaron instrucciones claras antes y durante el uso del Sistema Virtual Inteligente.

Figura 47

¿Qué tan clara fue la explicación para usar el sistema?

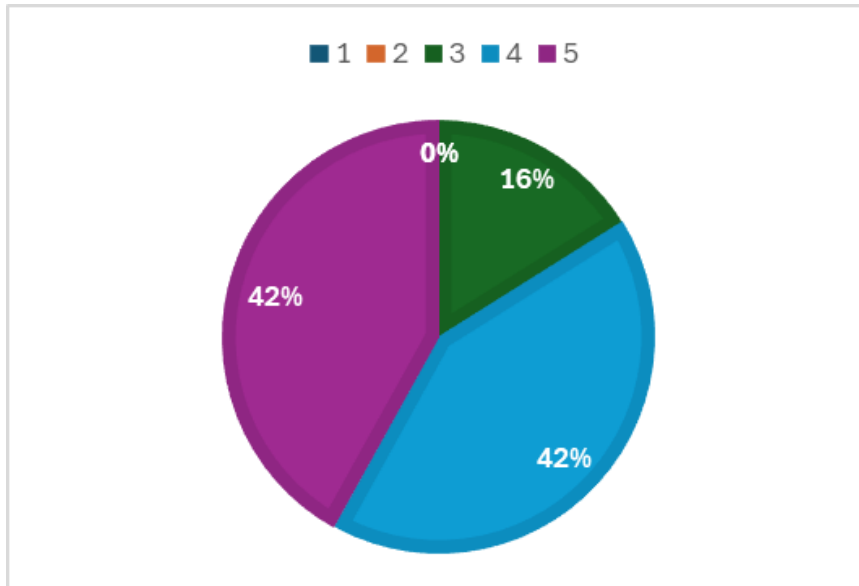


Nota. Elaboración propia

La Figura 48 nos muestra que, el funcionamiento del sistema fue óptimo en cualquier dispositivo, ya que refleja una puntuación de 3 o más, tomando en cuenta que fue usado por computadoras o tablets dentro de la institución y por otros fuera de ella.

Figura 48

¿Qué tan rápido funcionó el sistema en el dispositivo que usaste?

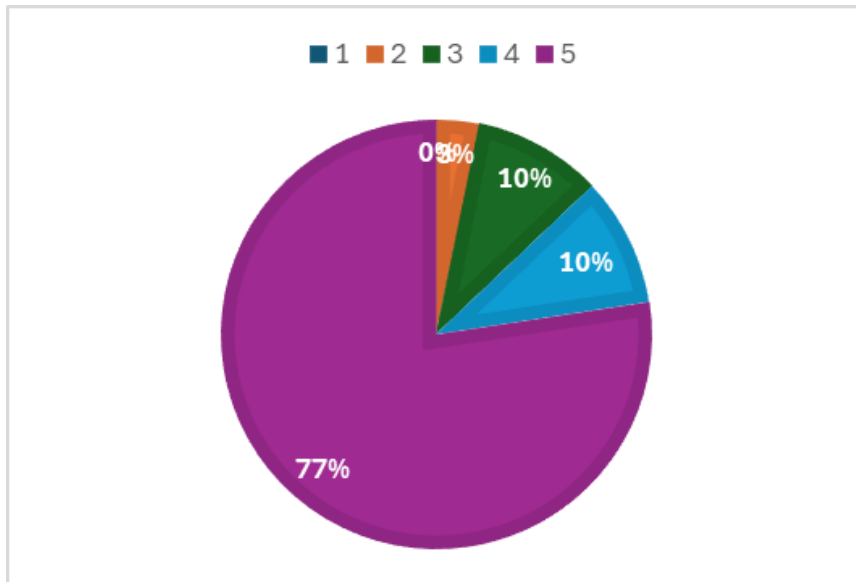


Nota. Elaboración propia

El 77% de los alumnos encuestados otorgó 5 puntos (puntuación máxima), demostrando que el diseño implementado fue el adecuado para su edad y sobre todo enfocado al apoyo de su aprendizaje, tal como se puede notar en la Figura 49.

Figura 49

¿Qué tan atractiva fue la presentación visual del sistema (colores, imágenes, diseño)?

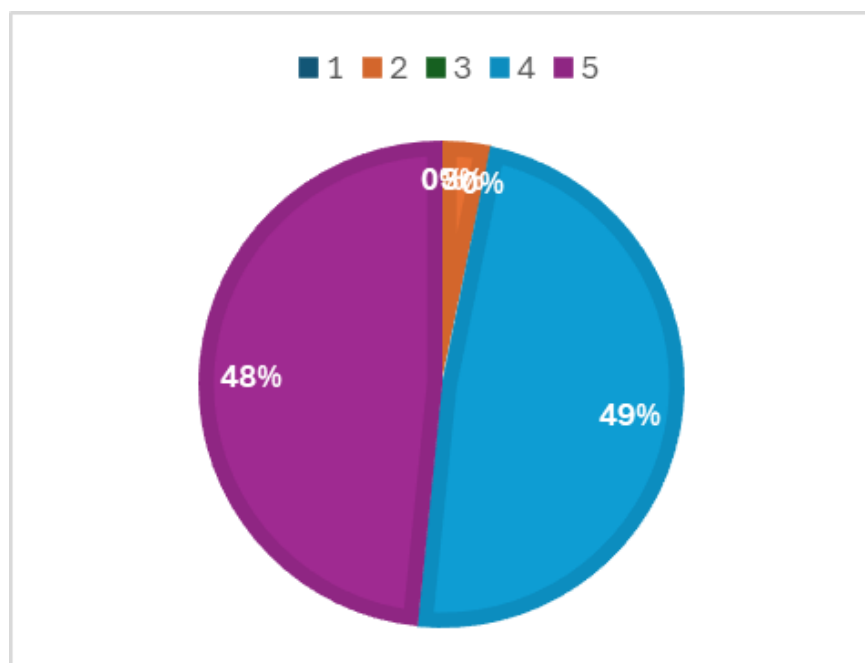


Nota. Elaboración propia

Para la pregunta, ¿Qué tan útil fue el sistema para tu aprendizaje?, la puntuación está dividida en 4 (49%) y 5 (48%), lo que nos hace ver que la mayoría de los alumnos encuestados consideran que el Sistema Virtual Inteligente es de utilidad para su aprendizaje.

Figura 50

¿Qué tan útil fue el sistema para tu aprendizaje?

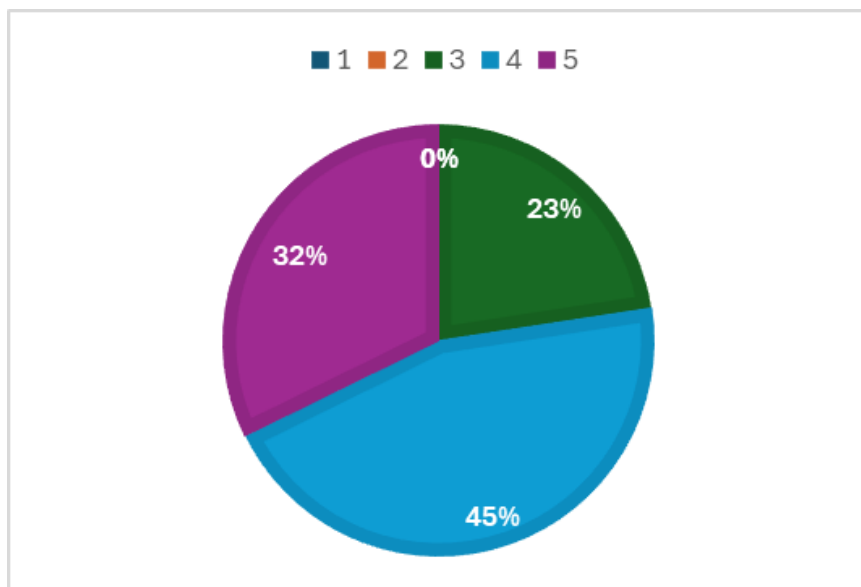


Nota. Elaboración propia

Al preguntar sobre la facilidad de navegación por el Sistema Virtual Inteligente en la Figura 51, las puntuaciones se dispersaron entre 3 (23%), 4 (45%) y 5 (32%), concluyendo que fue fácil para los alumnos encontrar o ubicar lo que necesitaran.

Figura 51

¿Qué tan fácil fue encontrar lo que necesitabas dentro del sistema?

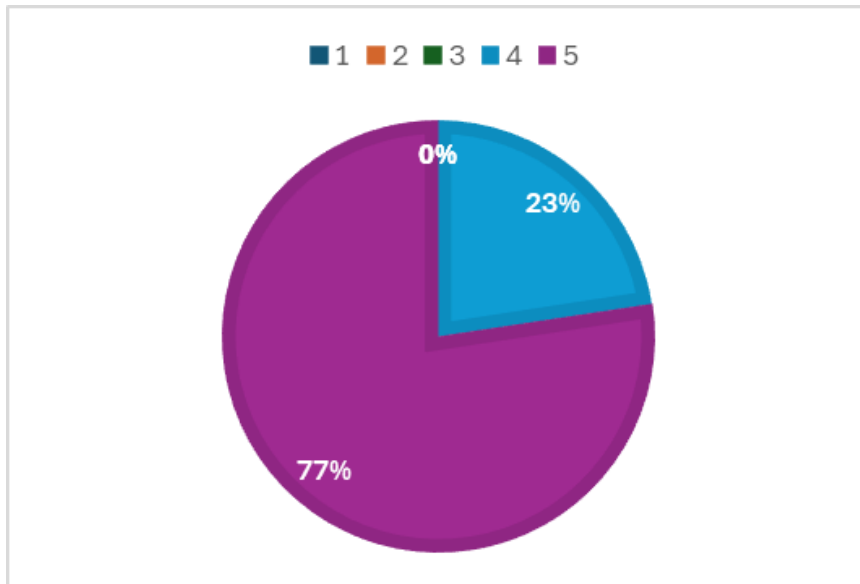


Nota. Elaboración propia

Al 77% de los alumnos encuestados les pareció divertido el uso del Sistema Virtual Inteligente, otorgando 5 puntos a la pregunta, mientras que el 23% restante sólo 4 puntos, lo que deja ver que se realizó un muy buen diseño y desarrollo (ver Figura 52).

Figura 52

¿Qué tan divertido fue usar el sistema?

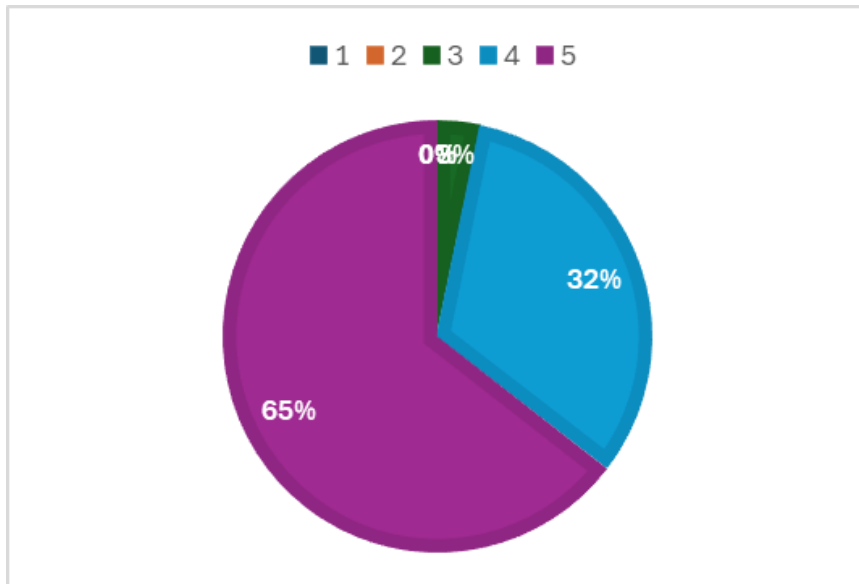


Nota. Elaboración propia

En la Figura 53 podemos observar que el 65% de los encuestados dio una puntuación máxima de 5 y el 32% con 4, lo que refleja su satisfacción por lo proporcionado dentro del sistema para su aprendizaje.

Figura 53

¿Qué tan satisfecho estás con lo que aprendiste usando el sistema?

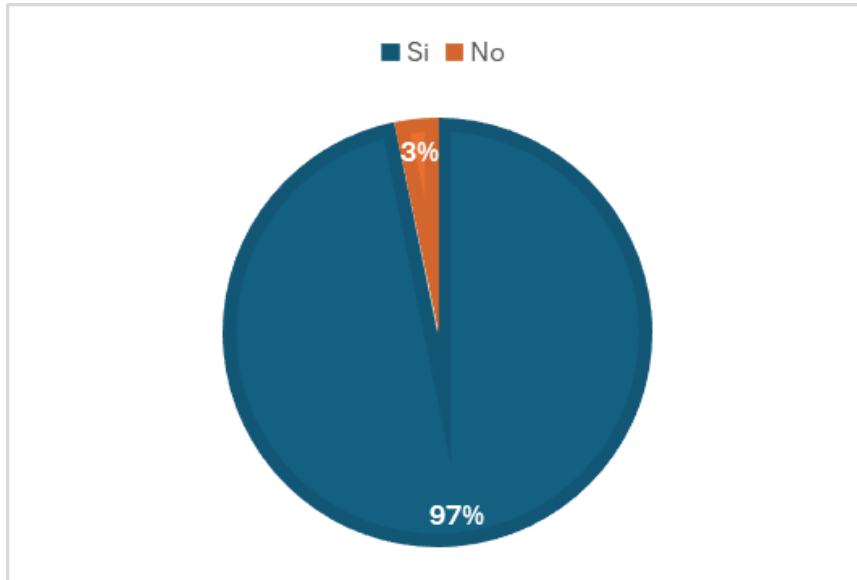


Nota. Elaboración propia

El 97% de los alumnos encuestados recomendaría el Sistema Virtual Inteligente a otros compañeros (ver Figura 54).

Figura 54

¿Recomendarías este sistema a otros compañeros?



Nota. Elaboración propia

Cabe mencionar que, la estrategia para la corrección y prevención de errores de aplicación o servidor se basa en el uso de las herramientas nativas que PythonAnywhere proporciona, lo que ayuda a revisarlos y controlarlos (ver Figura 55). Además, se estableció realizar una revisión trimestral para la actualización del modelo gpt-4o-mini que usa el asistente “Zori” dentro del código, así como una optimización en el uso de los tokens para asegurar que los costos sean estables. Por otro lado, se contemplaron puntos de actualización crítica como:

- Revisar la calibración de las reglas difusas, esto debido a que, puede darse el caso que se clasifique a una gran cantidad de alumnos (>85%) con un solo estilo de aprendizaje lo cual se puede detectar mediante el histórico de diagnósticos que se tendrán almacenados en la base de datos, incurriendo de esa forma en un sesgo algorítmico. Por lo que se deberán realizar ajustes sobre los rangos de las funciones de pertenencia.

- Actualizar las preguntas del diagnóstico, esto se puede realizar desde las opciones del perfil docente o administrador, con el fin de mantener tendencias actuales y efectividad sobre las preguntas.

Cabe mencionar que la escalabilidad del proyecto se ve reflejado en cómo fue la construcción del mismo, habiendo la posibilidad de que se tomen en cuenta otras competencias de la misma área trabajada actualmente (matemática) u otras áreas incluso (Ejemplo: Ciencias o Comunicación) con el fin de hacer crecer el Sistema. Incluso la lógica difusa y el chatbot Zori implementados pueden ser reutilizados en esas nuevas áreas. Finalmente, el haber desplegado el proyecto desarrollado en PythonAnywhere, nos brinda la ventaja de escalar verticalmente ante un aumento en la matrícula escolar, permitiendo incrementar la cantidad de Workers (procesos simultáneos) con la actualización del plan actual, sin migrar el código o la base de datos ya alojada.

Figura 55

Panel de administración de logs en PythonAnywhere

Log files:

The first place to look if something goes wrong.

Access log: [masmat.pythonanywhere.com.access.log](https://masmat.pythonanywhere.com/access.log)

Error log: [masmat.pythonanywhere.com.error.log](https://masmat.pythonanywhere.com/error.log)

Server log: [masmat.pythonanywhere.com.server.log](https://masmat.pythonanywhere.com/server.log)

Log files are periodically rotated. You can find old logs here: [/var/log](#)

Nota. Elaboración propia

3.2. Limitaciones del Sistema Virtual Inteligente

Los resultados de la implementación del Sistema Virtual Inteligente estuvo sujeto a distintas limitaciones que se detallan a continuación:

A. Técnicas

- La dependencia de conectividad a internet, se ve reflejada en algunos escenarios de intermitencia de red que podrían ocurrir en el Aula de Innovación Pedagógica (AIP) o en los hogares de los alumnos ocasionando de este modo la interrupción en el acceso a los módulos y al asistente virtual, esto debido a que no se ha desarrollado una versión de offline o de escritorio.
- La latencia en el asistente virtual (Zori) integrado bajo el modelo gpt-4o-mini, es un punto a considerar para estas limitaciones, debido a que existe una gran dependencia de la carga de los servidores de OpenAI. Si bien el código implementado fue optimizado, esto no asegura que no surjan retrasos al generar las respuestas que es lo que afecta directamente en la fluidez de la interacción con los alumnos.
- Los recursos del servidor (Hosting), ya que al haber realizado el despliegue en PythonAnywhere, el sistema queda sujeto al plan contratado (cuotas de CPU, ancho de banda, entre otros) lo que limitaría la concurrencia masiva si la cantidad de usuarios conectados simultáneamente excede la capacidad de los workers configurados causando lentitud en el procesamiento.

B. Económicas

- El usar el asistente “Zori” trae consigo costos por token procesado, si bien para el desarrollo de este proyecto se ha definido un límite de consumo mensual haciendo uso de una cuenta gratuita. La implementación a gran escala, traería consigo un presupuesto

y/o inversión, si el fin es mantener en continua actividad el servicio de inteligencia generativa implementado o potenciar el mismo.

- El aumento en los recursos del plan de hosting contratado debido al crecimiento del proyecto o al incremento de actividad, lo que traería como consecuencia el incremento del pago mensual.

C. Metodológicas

- La subjetividad en la solución de la evaluación diagnóstica, esto debido a que la lógica difusa justifica su inferencia en base a las respuestas obtenidas del propio alumno, en las que existe un margen de error asociado a su propia percepción o dependiente a que responda lo que cree que es correcto y no por sus preferencias reales, lo que podría ocasionar un sesgo leve en el diagnóstico resultante.
- Debido a que los resultados obtenidos de la aplicación de Pre y Post test fue realizado sobre un grupo específico, no se pueden generalizar hacia contextos demográficos, áreas distintas a la matemática u otros niveles educativos sin realizar nuevas validaciones o estudios.
- En cuanto al alcance curricular, el sistema no abarca todas las competencias del área de matemática por lo que lo limita a sólo uno de reforzamiento sobre temas específicos.

3.3. Aportes del Sistema Virtual Inteligente

El haber desarrollado e implementado un Sistema Virtual Inteligente contribuye de manera significativa en ámbitos como:

- **Tecnológico:** Al haber integrado indirectamente, la IA Difusa en la segmentación por estilo de aprendizaje y la IA Generativa (GPT-4o-mini) en el asistente conversacional “Zori”, dos grandes ramas de la Inteligencia Artificial, se demuestra que se pueden crear sistemas

robustos que se pueden adaptar al aprendizaje del alumno tomando en cuenta el uso de los chats de IA. Adicionalmente, se está aportando una metodología técnica que restringe un modelo de lenguaje enfocado a entornos escolares. Por medio del uso de los prompts y validaciones en el backend (Flask) implementados dentro del mismo sistema, transformando de ese modo un modelo que es de propósito general a uno restringido a temas matemáticos, logrando disminuir respuestas inapropiadas para los alumnos.

- **Educativo:** El desarrollo del diagnóstico VAK basado en preguntas de la vida cotidiana de los alumnos dejando de lado aquellas teóricas abstractas, permitió la reducción del sesgo cognitivo, otorgando precisión en la identificación de las preferencias de aprendizaje. Por lo que, lo antes mencionado junto con el contraste de los resultados del Pre-test vs. Post-test es evidencia clara de que personalizar el currículo haciendo uso de la lógica difusa, contribuye de forma positiva en el rendimiento de los alumnos.
- **Social:** La enseñanza enfocada en los estilos de aprendizaje o el hecho de contratar a un tutor privado es un costo que pocos pueden sobrellevar. El Sistema Virtual Inteligente desarrollado permite el acceso igualitario a una educación personalizada mediante la simulación de un tutor y accesible mediante web desde cualquier dispositivo, acortando de este modo la brecha digital. Asegurando que los alumnos de estratos socioeconómicos vulnerables tengan acceso a estas herramientas con alto nivel tecnológico.

3.4. Costos y Beneficios

3.4.1. Costos

A. Bienes

Tabla 7

Materiales y equipo de investigación

Materiales y Equipo de Investigación				
Denominación	Cantidad	Unidad de Medida	Precio	Total
Papel Bond (A4)	2	Paquete	S/.12.00	S/.24.00
Grapas	1	Caja	S/.3.90	S/.3.90
Post it	1	Unidad	S/.7.80	S/.7.80
Lapiceros	6	Unidad	S/.1.00	S/.6.00
Total				S/.41.70

Nota. Elaboración propia.

B. Servicios

Tabla 8

Material de impresión / servicio telefónico - internet

Material de Impresión / Servicio Telefónico - Internet			
Denominación	Cantidad	Precio	Total
Anillados	1	S/.5.00	S/.5.00
Luz	6	S/.30.00	S/.180.00
Impresión del Proyecto	4	S/.8.00	S/.32.00
Hosting + Dominio + Seguridad ID	1	S/.204.00	S/.204.00
Recargas de Celular	6	S/.5.00	S/.30.00
Internet	6	S/.80.00	S/.480.00
Total			S/.921.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9*Pasajes y Viáticos*

Pasajes y Viáticos			
Naturaleza del gasto	Cantidad	Precio	Total
Pasajes (ida y vuelta)	8	S/.2.50	S/.20.00
Alimentación	15	S/.10.00	S/.150.00
Total			S/.170.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10*Costos y presupuesto*

Total	
Costos	Presupuesto
S/.1132.70	S/.1,500.00

Nota. Elaboración propia.

C. Fuente de financiamiento

El proyecto de investigación tendrá financiamiento propio, por el grupo desarrollador del mismo:

- Guevara Pariatanta, Jose Maico
- Terrones Espino, Janina Alexa

3.4.2 Beneficios

A. Alumnos: El presente proyecto ofrece a los alumnos la oportunidad de potenciar su rendimiento académico mediante el Sistema Virtual Inteligente que fomenta el

aprendizaje autónomo. El sistema permite que cada estudiante progrese según su propio ritmo y nivel de competencia, facilitando tanto el refuerzo de los contenidos impartidos por el docente como el descubrimiento de nuevos conocimientos matemáticos de manera interactiva y motivadora.

B. Docentes / Instituciones Educativas:

- **Innovación y Transformación Digital:** El proyecto permite que las Instituciones Educativas y su plana docente se posicionen a la vanguardia tecnológica, al integrar un Sistema Virtual Inteligente que moderniza los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales.
- **Optimización de la Labor Pedagógica:** Actúa como una herramienta de apoyo que facilita la gestión del aprendizaje en el área de Matemática, permitiendo al docente identificar de manera precisa las brechas de conocimiento mediante el análisis de datos que el Sistema Virtual Inteligente le proporciona.
- **Cumplimiento de Objetivos Curriculares:** La implementación garantiza una alineación estratégica con el Currículo Nacional, específicamente en el desarrollo de la competencia "Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC", fortaleciendo así los indicadores de calidad educativa de la I.E.

C. Académicos: Este proyecto sirve como referencia para futuros proyectos académicos que tengan como propósito el implementar sistemas inteligentes en Instituciones Educativas o como guía para el desarrollo enfocado en otras áreas tomando en cuenta las competencias de las mismas, ya sea que se centren en el Currículo Nacional o temas fuera de este para proporcionar mayor nivel en el aprendizaje de alumnos.

Capítulo IV: Conclusiones

- Se ejecutó un Pre Test, evidenciando que el nivel de los alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours, permitiendo identificar sus dificultades en el área de matemática y establecer una base inicial para la investigación.
- Se diseñó el algoritmo enfocado en lógica difusa, mismo que permitió categorizar a los alumnos según su estilo de aprendizaje como “Visual”, “Auditivo” o “Kinestésico”, brindándole una retroalimentación constante mediante recursos y desafíos dinámicos, asociados a su estilo dominante identificado.
- Se desarrolló el Sistema Virtual Inteligente Masmat con el lenguaje de programación Python y la base de datos MySQL, logrando considerar el estilo de aprendizaje de cada alumno, así como la implementación de la IA generativa mediante la integración de la API bajo el modelo gpt-4o-mini (Asistente Zori), donde el uso correcto de los prompts y las restricciones de dominio (System Prompting) brindan apoyo seguro en la solución de las dudas en tiempo real, complementando la enseñanza con conversaciones dinámicas.
- Se logró aplicar una encuesta de satisfacción sobre el uso del Sistema realizada a los alumnos (ver Anexo 3) y otra al docente (ver Anexo 2), evidenciando que el sistema logró identificar y adaptarse al alumno de forma dinámica según su estilo de aprendizaje dominante. Además de facilitar el seguimiento constante de los alumnos por parte del docente, mediante la creación de aulas, la asignación de nuevos desafíos y recursos, así como el historial de cambios de estilos de aprendizaje de cada alumno,

propios de los resultados de las evaluaciones VAK.

- Se aplicó un post test y se compararon los resultados con el pre test, obteniendo lo siguiente: El Aula de Control (5° B), que continuó con la enseñanza tradicional, no pudo sostener su nivel, lo que provocó que su índice de desaprobación aumentara críticamente del 55% al 59%. En contraste absoluto, nuestra Aula Experimental (5° C), tras interactuar con el sistema Masmart, logró quebrar esa tendencia negativa, reduciendo su índice de desaprobación del 38% al 31%. Pero el éxito más significativo no es solo que dejaron de reprobar, sino la movilidad académica lograda: los alumnos que se encontraban estancados en el rendimiento 'C' (En inicio) lograron dar un salto cualitativo hacia el rendimiento 'A' (Logro esperado), reflejándose en un aumento del 28% al 38% en esta categoría superior. Por lo que podemos decir que, el Sistema Virtual Inteligente mejoró e incrementó el nivel de los alumnos en el área de matemática, demostrando una ganancia de aprendizaje, reduciendo el porcentaje de desaprobación y validando la hipótesis planteada, ya que el sistema no solo generó el diagnóstico sino que actuó sobre el mismo.

Capítulo V: Recomendaciones

En base a lo encontrado y a las limitaciones definidas para este proyecto, se propone lo siguiente:

- Implementar elementos como medallas o tablas de clasificación que tomen en cuenta el progreso del alumno, lo que podría incrementar la motivación y retención complementando de ese modo la personalización.
- Evolucionar hacia una PWA (Progressive Web App) offline con el fin de reducir la dependencia de acceso a internet que tiene el sistema, permitiendo de ese modo que los alumnos puedan descargar los recursos propuestos o incluso que realicen el diagnóstico desde sus dispositivos móviles sin acceso a conexión para que al recuperar el acceso se puedan sincronizar los datos con el servidor.
- Abarcar otras competencias, áreas e incluso otros grados, ya que actualmente el sistema está enfocado únicamente a matemáticas de quinto grado. Lo planteado sería posible, debido a que la estructura aplicada para los módulos de Flask lo permite sin necesidad de realizar una reestructuración de código.
- Dirigir una capacitación a los docentes para que realicen una correcta interpretación de los reportes mostrados y/o generados por el sistema para aumentar el impacto del mismo. Es importante aclarar que el Sistema Virtual Inteligente no sustituye al docente sino que sirve como una herramienta de apoyo para la mejora del rendimiento académico del alumno.
- Aumentar el tiempo de estudio para reafirmar los resultados obtenidos con respecto a la mejora en el rendimiento académico. Además, verificar si existe una evolución o cambio del estilo de aprendizaje, si es así, se deberá realizar una recalibración en las reglas difusas implementadas.

- Incorporar el reconocimiento de voz en el asistente “Zori”, esto con la intención de incrementar la interacción entre el sistema y los alumnos, logrando así una comunicación más natural, dinámica y accesible, promoviendo de ese modo, una mayor participación, motivación e inclusión en el proceso de aprendizaje.

Bibliografía referenciada

- *¿Qué tipos de sistemas web existen?* (s/f). Creasystem.net. Recuperado el 2 de noviembre de 2025, de <https://www.creasystem.net/posts/que-tipos-de-sistemas-web-existen>
- Bedendo Verza, M., & Rospigliosi Palao, V. E. (2024). *Percepción de los docentes de las áreas de matemática y ciencias sociales sobre las TIC en una institución educativa privada de Chiclayo*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13053>
- BoK, S. M. (2024, 20 junio). *El manifiesto ágil - Scrum Manager BoK*. Scrum Manager BoK. https://scrummanager.com/bok/index.php/El_manifiesto_%C3%A1gil
- Casiano Inga, S. M. (2022). *Tutor Inteligente para apoyar en el aprendizaje de la escritura del idioma quechua a profesores hispanohablantes en un colegio de Incahuasi*. Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Ingeniería de Sistemas y Computación, Chiclayo. <https://repositorio.usat.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0fcdd108-8877-47bf-9f77-36ad66d147b8/content>
- Castro Quijano, O. (2023). *Plataforma Virtual de matemáticas como estrategia de aprendizaje del nivel superior*. Tesis de Grado, Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, México. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/6150/1/TESIS%20POSGRADO%20CastroQuijanoOsvaldo.pdf>
- Cazau, P. (s.f.). *Estilos de Aprendizaje: Generalidades*. Obtenido el 10 de octubre de 2022, desde <https://cursa.ihmc.us/rid%3D1R440PDZR-13G3T80-2W50/4.%20Pautas-%20evaluar-Est>

ilos-de-Aprendizajes.pdf

- Chapa Pazos, Y. G. (2022). *Enseñando matemáticas a través del aula invertida en primer grado de primaria*. Tesis de Grado, Universidad de Ciencias y Humanidades, Los Olivos. https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/669/Chapa_YG_tesis_educacion_primaria_inteculturalidd_2022.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Concepto, E. (s.f.). *Matemáticas: Concepto*. Obtenido el 12 de junio de 2022, desde Concepto: <https://concepto.de/matematicas/>
- Condori Siñani, J. D. (2016). *Tutor inteligente para la enseñanza de lenguaje y comunicación a estudiantes de la primera sección del nivel inicial para la Unidad Educativa "BOLIVIANO ALEMÁN BICHITO DE LUZ"*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9944>
- D'Negri, C. E., & De Vito, E. L. (2006). Introducción al razonamiento aproximado: lógica difusa. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, 6(3), 126-136. <https://www.redalyc.org/pdf/3821/382138367007.pdf>
- Danestves. (2018). *¿Flask o Django para desarrollo web con Python?: Platzi*. Obtenido el 25 de febrero de 2022, desde Platzi: <https://platzi.com/blog/flask-django-desarrollo-web-python/>
- Desarrolloweb.com (19 de noviembre de 2003). *Qué es cada tecnología: desarrolloweb.com*. Obtenido el 10 de julio de 2022, desde desarrolloweb.com: <https://desarrolloweb.com/articulos/1325.php>
- DiagramasUML. (s.f.). *¿Qué es UML? ¿Qué diagramas componen UML?: DiagramasUML*. Obtenido el 20 de agosto de 2022, desde DiagramasUML:

<https://diagramasuml.com/>

- Epitech-it. (8 de julio de 2021). *Qué es Flask (Python) y cuáles son sus principales ventajas: epitech-it*. Obtenido el 21 de agosto de 2022, desde epitech-it: <https://www.epitech-it.es/flask-python/>
- Erwin. (s.f.). *Erwin Data Modeler*. Retrieved 21 de agosto de 2022, from <https://www.erwin.com/products/erwin-data-modeler/>
- Estrada Tangarife, L. E. (2024). *El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica secundaria: una revisión crítica*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/29048b48-33bd-40e0-ad84-5b9b3fe62eba/content>
- Guevara Alburqueque, L. B., & Jiménez Salvador, R. (2020). *Aplicación móvil recomendadora de planes alimenticios personalizados para la mejora de hábitos de alimentación de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Computación e Informática de la UNPRG*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8699>
- Iberdrola. (s.f.). *Innovación: Iberdrola S.A.* Iberdrola S.A.: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial#:~:text=La%20Inteligencia%20Artificial%20%28IA%29%20es%20la%20combinaci%C3%B3n%20de,d%C3%ADa%20a%20todas%20horas.%20TIPOS%20DE%20INTELIGENCIA%20ARTIFICIAL>
- Cris, & Cris. (2023, 6 agosto). *Las mejores plataformas educativas para aprender matemáticas* • *cristic*. Cristic.

<https://www.cristic.com/las-mejores-plataformas-educativas-para-aprender-matematicas/>

- León, J., & León, J. (2023, 6 diciembre). PISA 2022: Perú retrocede en aprendizaje de matemáticas. *La República.pe*.
<https://larepublica.pe/sociedad/2023/12/06/pisa-2022-peru-retrocede-en-aprendizaje-de-matematicas-minedu-miriam-ponce-educacion-251208>
- Mamani Chile, R. (2022). *Sistema de recomendación de libros basado en algoritmos de similaridad para el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación de la Universidad Peruana Unión*. Tesis de Grado, Universidad Peruana Unión, Unidad de Posgrado de Ingeniería y Arquitectura, Lima.
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5916/Rogelio_Tesis_Maestro_2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Mamani Huallpa, A. (2020). *Tutor Inteligente para el aprendizaje de matemáticas en el sexto de secundaria*. Tesis de grado, Universidad Pública de el Alto, Ingeniería de Sistemas, El Alto.
<https://repositorio.upea.bo/jspui/bitstream/123456789/202/1/TESIS-ALFREDO%20MANI%20HUALLPA.pdf>
- Matific | *Math games & worksheets online*. (s. f.). Matific v6.8.0.
<https://www.matific.com/pe/es-ar/home/maths/grade-5/>
- Mendoza Apaza, J. (2020). *Tutor Inteligente Móvil para la enseñanza de la estática y dinámica en estudiantes de quinto de secundaria caso: Unidad Educativa Dionicio Morales*. Tesis de Grado, Universidad Pública de el Alto, Ingeniería de Sistemas, El Alto.
<http://repositorio.upea.bo/bitstream/123456789/128/1/PDG%20-%20JUSTINIANO%20MENDOZA%20APAZA%202020.pdf>

- Mesonero Rodríguez, D. (2021). *Memoria de Seguimiento Avanza Mobility*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/66330/1/TFG_DAVID_MESONERO_RODRIGUEZ.pdf
- Ministerio de Educación del Perú. (2024, febrero). *El Perú en PISA 2022: Informe nacional de resultados*. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/7725>
- Muñoz Rodrigo, J. F. (2025). *Software educativo con lógica difusa para mejorar el aprendizaje de geometría de los sólidos en estudiantes de 5° de secundaria*. Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Ingeniería de Sistemas y Computación, Chiclayo. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/9001/1/TL_Mu%c3%blzRodrigoJeremy.pdf
- Niixer. (15 de octubre de 2020). *MySQL: Bases de datos relacionales: Niixer*. Obtenido el 12 de junio de 2022, desde Niixer: <https://niixer.com/index.php/2020/10/15/mysql-bases-de-datos-relacionales/>
- Paz Vilchez, N. P. (2021). *Sistema Tutor Inteligente para reforzar el aprendizaje de geometría en estudiantes de una I.E.P. secundaria del distrito de Tumbay*. Tesis de Grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Ingeniería de Sistemas y Computación, Chiclayo. <https://repositorio.usat.edu.pe/server/api/core/bitstreams/afc11975-b327-4176-9075-341561a866fb/content>
- Periche Huarcaya, K. O. (2021). *Aplicación de la metodología Buchanan al desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de la diabetes (tipo II)*. Universidad César Vallejo. Piura: Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74805>

- Robledano, A. (18 de junio de 2019). *Qué es un algoritmo informático*. OpenWebinars: <https://openwebinars.net/blog/que-es-un-algoritmo-informatico/>
- Roger, S. P. (2002). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico* (Vol. 98). New York: McGraw Hill
- Rosales Linares, L. E. (2025). *Uso de TIC y logros de aprendizaje en el área de matemática en estudiantes del quinto ciclo de primaria de la IE N° 61014 Horacio Zevallos Gamez de Iquitos en el año 2024*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. <https://api-repositorio.unapiquitos.edu.pe/server/api/core/bitstreams/14141b0a-6241-49f2-85cf-0f8ef1e5a78d/content>
- Runebook.dev. (s.f.). *Jinja: Runebook.dev*. Obtenido el 12 de junio de 2022, desde Runebook.dev: <https://runebook.dev/es/docs/jinja/>
- Sánchez, I., Cabrera, J., & Martínez, J. (2015). Ayudas virtuales como apoyo al aprendizaje inclusivo en la ingeniería. *17*(2), 104-116. <https://horizontespedagogicos.iberco.edu.co/article/view/18108>
- Silva Berrospi, D. S. & Jaimes Barrionuevo, F. (2024). *Uso de tablets y los aprendizajes de matemática en estudiantes de la Institución Educativa Integrada N° 32404 Urpish, Huánuco, 2024*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Educación, Lima. <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ff5b15fb-3c98-44f8-a160-c91a81070ced/content>
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software* (9a. ed.). Pearson Educación.
- Sotelo Mera, V. A. (2020). *Ambiente virtual de aprendizaje para el desarrollo de habilidades lógico matemáticas mediante proyectos tecnológicos en los estudiantes de*

grado 6° de la IE La Planada. Tesis de grado, Fundación Universitaria Los Libertadores, Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Bogotá D.C.
<https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/4c00bae4-b254-4bb1-894f-826527e352fb/content>

- UNESCO. (2022). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
<https://es.fundacion-sm.org/wp-content/uploads/sites/12/2023/08/Reimaginar-juntos-nuestros-futuros-%E2%80%93-UNESCO.pdf>
- Vidal Retuerto, S. V. (2022). *Programa “Matedidac” en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de cantidad en estudiantes de primaria, Lima – 2022*. Tesis de Grado, Universidad César Vallejo, Lima.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/97266/Vidal_RSV-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Yirda, A. (1 de febrero de 2021). *Definición de Virtual*.
<https://conceptodefinicion.de/virtual/>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta a los alumnos de quinto grado de la I.E. 10051 San Martín de Thours

Encuesta - Sistema Virtual Inteligente

Este formulario servirá para analizar la frecuencia de uso de internet, dispositivos y herramientas tecnológicas por los alumnos del 5º de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours.

Privacidad de datos: La información recopilada en esta encuesta será utilizada estrictamente con fines académicos y de investigación para el desarrollo del Sistema Virtual Inteligente (Masmat). Tus datos personales serán tratados con absoluta confidencialidad y no serán compartidos con terceros.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES O TUTORES LEGALES

Título del estudio:

"Sistema Virtual Inteligente para incrementar el aprendizaje de Matemática en alumnos del quinto grado de primaria de la I.E. 10051 San Martín de Thours, Reque – 2021"

Investigador(a):

Guevara Pariatanta, Jose Maico / Terrones Espino, Janina Alexa

Institución:

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Propósito del estudio: El presente estudio tiene como objetivo analizar el uso de internet y herramientas tecnológicas en estudiantes de nivel primaria, con fines estrictamente académicos.

Procedimiento: Si usted autoriza la participación de su menor hijo(a), este(a) responderá una encuesta breve relacionada con el uso de tecnologías digitales.

Confidencialidad: La encuesta es completamente anónima. No se solicitarán datos personales como nombres, apellidos, DNI u otra información que permita identificar a los participantes. Toda la información recolectada será utilizada únicamente con fines académicos y será tratada de manera confidencial.

Riesgos: La participación en este estudio no representa ningún riesgo físico, psicológico o social para los estudiantes.

Participación voluntaria: La participación es totalmente voluntaria. Usted puede decidir no autorizar la participación de su menor hijo(a) o retirarlo del estudio en cualquier momento sin ningún tipo de consecuencia.

* Indica que la pregunta es obligatoria

Consentimiento Informado *

- ☐ Sí, cuento con el permiso de mis padres/docente y acepto participar voluntariamente en esta encuesta.
- ☐ No acepto participar.

Nombre completo *

Tu respuesta

Grado y sección *

- ☐ 5° B
- ☐ 5° C

¿Cuentas con internet en casa? *

- ☐ Sí
- ☐ No

¿Cómo te conectas a internet? *

- ☐ Realizando recargas
- ☐ Usando el WIFI de casa
- ☐ Otro:

¿Con qué dispositivos cuentas en casa? (Puedes marcar más de una opción) *

- ☐ Laptop
- ☐ Computadora
- ☐ Tablet
- ☐ Smartphone (celular)

¿Compartes los dispositivos que usas? *

- ☐ Sí
- ☐ No

¿Qué dispositivo compartes? (Si eliges otros menciona el/los dispositivos. Ejemplo: Sólo la tablet, sólo el celular, el celular y la tablet, etc.) *

- ☐ Ninguno
- ☐ Todos
- ☐ Otro:

Quando tienes clases o tareas virtuales, ¿Qué medios usas para su desarrollo? *
(Puedes marcar más de una opción)

- ☐ WhatsApp
- ☐ Plataforma Zoom
- ☐ Plataforma Meet
- ☐ Classroom
- ☐ Otro:

¿Envías a tiempo tus tareas escolares? *

- ☐ Siempre
- ☐ A veces
- ☐ Nunca

¿Con qué frecuencia repasas tus cursos? *

- ☐ Diariamente
- ☐ Cada dos días
- ☐ Una vez por semana
- ☐ Solo fines de semana
- ☐ No repaso

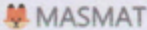
Coloca el tiempo aproximado en horas o minutos *

Tu respuesta

Enviar

Borrar formulario

Anexo 2: Encuesta sobre el uso del Sistema Virtual Inteligente realizada al docente

 Matemática – Quinto Grado

Encuesta sobre el uso del Sistema Virtual Inteligente

Objetivo: Conocer la percepción de los docentes sobre el uso del sistema web por parte de sus alumnos y su utilidad pedagógica.

Instrucciones: Marque con una **X** la alternativa que mejor represente su opinión en cada pregunta.

♦ **Bloque 1: Observación del uso por parte de los alumnos**

1. ¿Cómo evalúa la facilidad de los alumnos para ingresar al sistema?

☐	Muy mala	☐	Mala	☐	Regular	☒	Buena	☐	Muy buena
--------------------------	----------	--------------------------	------	--------------------------	---------	-------------------------------------	-------	--------------------------	-----------

2. ¿Qué tan clara fue para los estudiantes la explicación inicial sobre cómo usar el sistema?

☐	Muy mala	☐	Mala	☐	Regular	☒	Buena	☐	Muy buena
--------------------------	----------	--------------------------	------	--------------------------	---------	-------------------------------------	-------	--------------------------	-----------

3. ¿Qué tan motivados estuvieron los alumnos al interactuar con el sistema?

☐	Nada	☐	Poco	☐	Algo	☐	Bastante	☒	Mucho
--------------------------	------	--------------------------	------	--------------------------	------	--------------------------	----------	-------------------------------------	-------

4. ¿Con qué frecuencia los estudiantes fueron autónomos al navegar y usar las funciones del sistema?

☐	Nunca	☐	Casi nunca	☐	A veces	☒	Casi siempre	☐	Siempre
--------------------------	-------	--------------------------	------------	--------------------------	---------	-------------------------------------	--------------	--------------------------	---------

5. ¿Cómo califica la participación de los alumnos durante las actividades realizadas en el sistema?

☐	Muy mala	☐	Mala	☐	Regular	☐	Buena	☒	Muy buena
--------------------------	----------	--------------------------	------	--------------------------	---------	--------------------------	-------	-------------------------------------	-----------

♦ **Bloque 2: Impacto en el aprendizaje**

6. ¿Qué tan útil considera que fue el sistema para reforzar los contenidos trabajados en clase?

	Nada		Poco		Algo	☒	Bastante		Mucho
--	------	--	------	--	------	-------------------------------------	----------	--	-------

7. ¿Cómo evalúa la comprensión de los alumnos después de usar el sistema?

	Muy mala		Mala		Regular	☒	Buena		Muy buena
--	----------	--	------	--	---------	-------------------------------------	-------	--	-----------

8. ¿Qué tan satisfecho está con los aprendizajes logrados por los estudiantes mediante el sistema?

	Nada		Poco		Algo	☒	Bastante		Mucho
--	------	--	------	--	------	-------------------------------------	----------	--	-------

9. ¿Con qué frecuencia percibió mejoras en el rendimiento académico gracias al sistema?

	Nunca		Casi nunca		A veces	☒	Casi siempre		Siempre
--	-------	--	------------	--	---------	-------------------------------------	--------------	--	---------

10. ¿Qué tan significativo fue el sistema para apoyar diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico)?

	Nada		Poco		Algo		Bastante	☒	Mucho
--	------	--	------	--	------	--	----------	-------------------------------------	-------

◆ **Bloque 3: Experiencia docente**

11. ¿Qué tan fácil fue para usted integrar el sistema en su planificación de clases?

	Nada		Poco		Algo	☒	Bastante		Mucho
--	------	--	------	--	------	-------------------------------------	----------	--	-------

12. ¿Cómo califica la utilidad del sistema como herramienta pedagógica?

	Muy mala		Mala		Regular		Buena	☒	Muy buena
--	----------	--	------	--	---------	--	-------	-------------------------------------	-----------

13. ¿Qué tan sencillo fue para usted guiar a los alumnos en el uso del sistema?

	Nada		Poco		Algo		Bastante	☒	Mucho
--	------	--	------	--	------	--	----------	-------------------------------------	-------

14. ¿Qué tan satisfecho está con el apoyo técnico recibido durante la aplicación del sistema?

	Muy mala		Mala		Regular		Buena	☒	Muy buena
--	----------	--	------	--	---------	--	-------	-------------------------------------	-----------

15. ¿Cómo evalúa la relación entre el tiempo invertido y los resultados obtenidos?

	Muy mala		Mala		Regular	☒	Buena		Muy buena
--	----------	--	------	--	---------	-------------------------------------	-------	--	-----------

◆ Bloque 4: Proyección y mejora

16. ¿Qué tan dispuesto estaría a seguir usando el sistema en futuras clases?

	Nada		Poco		Algo		Bastante	X	Mucho
--	------	--	------	--	------	--	----------	---	-------

17. ¿Recomendaría el uso del sistema a otros docentes de la institución?

	Nunca		Casi nunca		A veces		Casi siempre	X	Siempre
--	-------	--	------------	--	---------	--	--------------	---	---------

18. ¿Qué tan útil considera que sería ampliar el sistema a otras áreas o cursos?

	Nada		Poco		Algo		Bastante	X	Mucho
--	------	--	------	--	------	--	----------	---	-------

19. ¿Cómo califica la experiencia general de uso del sistema en su aula?

	Muy mala		Mala		Regular		Buena	X	Muy buena
--	----------	--	------	--	---------	--	-------	---	-----------

20. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorarse en el sistema? (Respuesta abierta)

No en el sistema, porque puede ir adaptándose a las necesidades educativas de los estudiantes, pero tuvo algunas limitaciones porque todos los estudiantes no cuentan con dispositivos y conexión a internet. para que trabajen y refuercen en casa los aprendizajes de las Matemáticas.

Anexo 3: Encuesta de satisfacción sobre el uso del Sistema realizada a los alumnos

Encuesta de satisfacción – Sistema Virtual Inteligente

Instrucciones: Marca con una **X** la carita que mejor represente tu opinión en cada pregunta. Los valores para cada una son:

1	2	3	4	5
				

Cuestionario:

Nº	Pregunta					
1	¿Qué tan fácil fue ingresar al sistema?					
2	¿Qué tan clara fue la explicación para usar el sistema?					
3	¿Qué tan rápido funcionó el sistema en el dispositivo que usaste?					
4	¿Qué tan atractiva fue la presentación visual del sistema (colores, imágenes, diseño)?					
5	¿Qué tan útil fue el sistema para tu aprendizaje?					
6	¿Qué tan fácil fue encontrar lo que necesitabas dentro del sistema?					
7	¿Qué tan divertido fue usar el sistema?					
8	¿Qué tan satisfecho estás con lo que aprendiste usando el sistema?					

➔ ¿Recomendarías este sistema a otros compañeros?

☐ Sí

☐ No



¿Cómo responder las preguntas?

- Lee atentamente el enunciado y **marca con una "X" solo una respuesta**.
- Emplea los espacios en blanco para **realizar los procedimientos** que consideres necesarios.
- Usa solo **lápiz** para responder las preguntas.

Ejemplo:

1 **María tenía 8 mangos. Si su mejor amiga le regala 3 mangos. ¿Cuántos mangos tiene María en total?**

☐ a 12 mangos.

☒ b 11 mangos.

☐ c 13 mangos.

☐ d 10 mangos.

Recuerda:

- Resolver en silencio y sin mirar las respuestas de tus compañeros.
- Si tienes dudas, puedes pasar a la siguiente. Luego, si todavía tienes tiempo, puedes regresar a las preguntas que no has respondido.



Tienes 60 minutos
¡Haz tu mejor esfuerzo!



1. Pregunta: En la biblioteca del colegio había dos estantes nuevos: uno con 120 libros y otro con 180. Durante la semana, se prestaron varios libros a los estudiantes, y al final del viernes quedaron solo 70 libros en los estantes. ¿Cuántos libros fueron prestados en total?
 - a) 150
 - b) 200
 - c) 230
 - d) 250

2. Pregunta: En un refugio de animales había dos zonas: una con 36 perros y otra con 48 gatos. Durante una jornada de adopciones, varias familias se llevaron mascotas a sus hogares. Al final del día, en el refugio quedaron solo 29 animales. ¿Cuántos animales fueron adoptados?
 - a) 45
 - b) 50
 - c) 55
 - d) 60

3. Pregunta: En una granja se recolectaron 650 huevos de gallina y 350 de codorniz durante la semana. El domingo, el granjero vendió casi todos, quedándose solo con 120 huevos para consumo propio. ¿Cuántos huevos vendió en total?
 - a) 780
 - b) 820
 - c) 850
 - d) 880

4. Pregunta: Una tienda de electrónica tenía 150 laptops y 250 celulares en stock. Durante una campaña de descuentos, vendieron gran parte de ellos y al final quedaron solo 120 equipos en total. ¿Cuántos dispositivos vendió la tienda?
 - a) 200
 - b) 250
 - c) 280
 - d) 300

5. Pregunta: El centro de cómputo del colegio de Carlos, cuenta con: 38 computadoras y 45 tablets. Durante una revisión, se encontraron 17 equipos en mal estado. ¿Cuántos equipos entre computadoras y tablets está en buen estado?
- a) 46
 - b) 83
 - c) 56
 - d) 66
6. Pregunta: María participó en una jornada de voluntariado en su colegio. Llegó al local a las 8:10 a. m. para ayudar a organizar los materiales antes de que llegaran los demás. Durante la mañana, colaboró en la limpieza del patio y la decoración de las aulas. Luego almorzó con sus compañeros y continuó ayudando en una campaña de donación hasta que todo terminó. Cuando finalmente salió del colegio, el reloj marcaba las 3:40 p. m. ¿Cuánto tiempo estuvo María en el colegio durante la jornada de voluntariado?
- a) 5 horas y 30 minutos
 - b) 6 horas y 10 minutos
 - c) 7 horas y 30 minutos
 - d) 8 horas y 40 minutos
7. Pregunta: Los alumnos del quinto grado de primaria, realizaron un viaje de estudios a un museo. El bus partió del colegio a las 6:45 a. m. y llegó al museo a las 9:10 a. m. Luego, después de visitar las salas y almorzar, salieron del museo a las 2:25 p. m. y regresaron al colegio a las 4:50 p. m. ¿Cuántas horas en total duró toda la salida escolar, desde que salieron hasta que regresaron al colegio?
- a) 6 horas y 25 minutos
 - b) 8 horas y 5 minutos
 - c) 10 horas y 5 minutos
 - d) 12 horas y 15 minutos

8. Pregunta: En una panadería, el maestro repostero preparó dos tipos de masa:

- Con la primera, usó 4,5 kg de harina.
- Con la segunda, usó 7,8 kg de harina.
- Luego, al finalizar el día, le quedaron 3,3 kg sin usar.

¿Cuántos kilogramos de harina utilizó en total?

- a) 12,3 kg
- b) 13,5 kg
- c) 13,3 kg
- d) 12,5 kg

9. Pregunta: En una carrera de ciclismo, los competidores iniciaron la prueba a las 7:30 a. m. El primer grupo llegó a la meta a las 10:05 a. m., mientras que el último grupo llegó a las 10:50 a. m. ¿Cuánto tiempo tardó el primer grupo en completar la carrera?

- a) 2 horas 25 minutos
- b) 2 horas 35 minutos
- c) 2 horas 45 minutos
- d) 3 horas 20 minutos

10. Pregunta: En la feria del colegio, Valeria vendió 25 sándwiches a S/. 4 cada uno y 15 refrescos a S/. 3 cada uno. Con el dinero recaudado, compró materiales por S/. 110. ¿Cuánto dinero le quedó a Valeria después de hacer su compra?

- a) S/. 45
- b) S/. 55
- c) S/. 35
- d) S/. 25

11. Pregunta: El domingo, la familia Ramos salió de casa a las 9:30 a. m. para pasar el día en la playa. Llegaron a las 11:10 a. m. y permanecieron allí disfrutando del sol, el mar y un almuerzo familiar. Por la tarde, emprendieron el regreso a las 4:25 p. m. y llegaron nuevamente a casa a las 6:00 p. m. ¿Cuántas horas duró toda la salida familiar, desde que salieron hasta que regresaron a casa?
- a) 6 horas y 10 minutos
 - b) 7 horas y 20 minutos
 - c) 8 horas y 30 minutos
 - d) 8 horas y 45 minutos
12. Pregunta: Nicolás tiene dos rollos de cable y los usa para realizar un trabajo. En uno de los rollos, hay 47 m de cable. En el otro rollo, hay 53 m de cable. Luego de realizar el trabajo, le quedaron en total 13 m de cable. ¿Cuántos metros de cable usó Nicolás en el trabajo que realizó?
- a) 97 m de alambre.
 - b) 73 m de alambre.
 - c) 87 m de alambre.
 - d) 113 m de alambre.
13. Pregunta: Para poder sembrar rabanito en su huerta, la familia Rosales ha preparado un terreno con 24 surcos. En cada surco, se sembrarán 15 plantas de rabanito. ¿Cuántas plantas de rabanito necesitan en total?
- a) 320 plantas.
 - b) 360 plantas.
 - c) 260 plantas.
 - d) 460 plantas.

14. Pregunta: Los estudiantes del quinto grado de primaria realizarán un paseo al museo Señor de Sipán. Para ello, los profesores deberán contratar buses para su traslado. Cada bus puede llevar 30 personas. En total, entre profesores, estudiantes y alumnos, irán 268 personas al paseo. ¿Cuántos buses necesitarán contratar?
- a) 6 buses.
 - b) 8 buses.
 - c) 9 buses.
 - d) 90 buses.
15. Pregunta: Carlos llegó a su escuela a las 7:15 a. m. Por la tarde, al finalizar sus clases, el salió cuando el reloj marcaba esta hora:

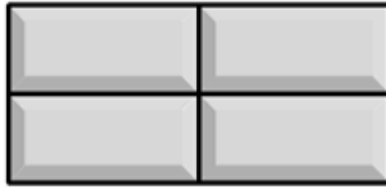


- ¿Cuánto tiempo estuvo Carlos en la escuela?
- a) 12 horas.
 - b) 8 horas y 45 minutos.
 - c) 12 horas y 4 minutos.
 - d) 4 minutos.
16. Pregunta: Martha compró un paquete de agua por S/. 37 y medio saco de arroz por S/. 68. Si pagó con S/. 200, ¿cuánto dinero le devolvieron?
- a) S/. 130
 - b) S/. 95
 - c) S/. 85
 - d) S/. 93

17. Pregunta: En una caja hay 81 naranjas, pero 9 de ellas están en mal estado. Si se desea repartir en partes iguales entre 6 niños sólo las naranjas en buen estado, ¿cuántas naranjas recibirá cada uno?

- a) 6 naranjas.
- b) 11 naranjas.
- c) 9 naranjas.
- d) 12 naranjas.

18. Pregunta: Tania repartió este chocolate entre sus mejores amigas.



Ella le dio $\frac{1}{2}$ del chocolate a Carla, $\frac{1}{4}$ del chocolate a Diana y el resto a Sofía. ¿Qué parte del chocolate le tocó a Sofía?

- a) $\frac{1}{8}$ del chocolate.
- b) $\frac{1}{2}$ del chocolate.
- c) $\frac{1}{4}$ del chocolate.
- d) $\frac{1}{6}$ del chocolate.

19. Pregunta: Cuatro padres de familia deciden comprar desayunos para los estudiantes del quinto de primaria por el día del niño. Observa la información de la siguiente tabla:

	Botella de soya	Sándwich
María	6	10
Carlos	7	15
Esteban	9	12
Nicolás	3	13

Cada botella de soya costó a S/. 1 y cada sándwich a S/. 2. En total, ¿Cuánto dinero gastaron los padres de familia comprando los desayunos?

- a) S/. 125
b) S/. 130
c) S/. 110
d) S/. 135
20. Pregunta: Durante una tarde de repostería, Lucía preparó tres pasteles y utilizó las siguientes cantidades de azúcar:

- En el primero usó $\frac{1}{2}$ kg.
- En el segundo $\frac{3}{4}$ kg.
- Para el tercero sólo $\frac{2}{3}$ kg.

Si al finalizar tenía $\frac{1}{2}$ kg de azúcar sin usar, ¿Cuántos kilogramos de azúcar tenía al comenzar?

- a) $1\frac{5}{4}$ kg
b) $5\frac{2}{12}$ kg
c) $2\frac{5}{12}$ kg
d) $12\frac{2}{5}$ kg

Anexo 5: Evaluación Post-Test desarrollada



¿Cómo responder las preguntas?

- Lee atentamente el enunciado y **marca con una "X" solo una respuesta.**
- Emplea los espacios en blanco para **realizar los procedimientos** que consideres necesarios.
- Usa solo **lápiz** para responder las preguntas.

Ejemplo:

1

María tenía 8 mangos. Si su mejor amiga le regala 3 mangos. ¿Cuántos mangos tiene María en total?

☐ a 12 mangos.

☒ b 11 mangos.

☐ c 13 mangos.

☐ d 10 mangos.

Recuerda:

- Resolver en silencio y sin mirar las respuestas de tus compañeros.
- Si tienes dudas, puedes pasar a la siguiente. Luego, si todavía tienes tiempo, puedes regresar a las preguntas que no has respondido.



**Tienes 60 minutos
¡Haz tu mejor esfuerzo!**



1. ¿Qué número completa esta serie ascendente? 2 400, ____, 2 600
 - a) dos mil quinientos
 - b) dos mil cincuenta
 - c) dos mil cuatrocientos
 - d) dos mil seiscientos
2. $A = \{\text{🍎}, \text{🍌}, \text{🍇}\}$, $B = \{\text{🍇}, \text{🍉}, \text{🍍}\}$. ¿Cuál es la intersección $A \cap B$?
 - a) 🍎
 - b) 🍌
 - c) 🍇
 - d) 🍍
3. Redondea 3 899 a la centena más cercana:
 - a) 3 800
 - b) 3 900
 - c) 3 990
 - d) 4 000
4. ¿Cuál número romano representa la década del 40?
 - a) XL
 - b) XX
 - c) LX
 - d) XXX
5. En la sala hay 14 cofres. Zori abre 6. ¿Cuántos siguen cerrados?
 - a) 7
 - b) 8
 - c) 9
 - d) 6
6. Zori recolecta 15 semillas y las distribuye en 5 madrigueras. ¿Cuántas semillas hay en cada una?
 - a) 4
 - b) 5
 - c) 2
 - d) 3
7. En un videojuego, Mario tiene 30 monedas. Luego encontró 3 cofres, y cada cofre tenía 5 monedas. Pero perdió 9 monedas porque un enemigo lo sorprendió. ¿Cuántas monedas tiene Mario ahora?
 - a) 26
 - b) 41
 - c) 45
 - d) 36
 - e) 51

8. Observa los bloques: ■ = 9, ▲ = 3. Calcula: (■ + ▲) + ■
- 9
 - 6
 - 3
 - 15
 - 12
9. ¿Cuál de estos números es divisible por 4? (Mira sus últimos dos dígitos) → 5 2, 7 6, 8 4
- 52
 - 76
 - 84
10. 🍷 En un vaso marcado en 4 partes iguales, el líquido llega hasta la tercera marca. ¿Qué fracción está llena?
- 3/4
 - 2/4
 - 1/4
11. Observa el diagrama: Conjunto M: ★ ★ 🌙, Conjunto N: ★ ☀ 🌙. ¿Cuál es el complemento de M respecto de N? (Elementos que están en N pero NO en M)
- ☀
 - ★
 - ★ ☀
 - 🌙
12. Observa este conjunto de símbolos romanos dibujados: X – V – I – I. ¿Qué número forman si los unes correctamente?
- 13
 - 17
 - 12
 - 23
13. Mira el siguiente "mapa de operaciones": (8 🟡 2) 🔵 3, donde 🟡 = × y 🔵 = +. ¿Cuál es el resultado?
- 14
 - 19
 - 26
 - 8
 - 10
14. Observa los números en los bloques y calcula el MCM: 9, 12, 18
- 18
 - 36
 - 54
 - 72

15. Observa las tarjetas: 0.5, 0.05, 0.055. Ordena de mayor a menor.

- a) $0.5 > 0.055 > 0.05$
- b) $0.5 > 0.05 > 0.055$
- c) $0.055 > 0.5 > 0.05$

16. En una tabla visual aparece el número 900 004. ¿Cuál opción coincide con su lectura?

- a) noventa mil cuatro
- b) nueve mil cuatro
- c) novecientos mil cuatro
- d) nueve millones cuatro

17. Observa las tarjetas:  4 9 2 8 7,  4 9 3 1 2,  4 8 9 9 9. ¿Cuál es el menor?

- a) Tarjeta azul
- b) Tarjeta verde
- c) Tarjeta naranja

18. Observa la recta numérica:  Los puntos representan, en orden: A, B, C, D. Si A = 38 950 y D = 39 500, ¿cuál es el valor aproximado de C?

- a) 39000
- b) 39250
- c) 39350
- d) 39450

19. ¿Cuál es el valor de esta expresión romana? $(DCLX + X) + XV$

- a) 81
- b) 81.5
- c) 78

20. Imagina la expresión: 2^5 dividido entre 2^2 , como torres de cubitos que se reducen.

¿Cuál es el resultado?

- a) 4
- b) 8
- c) 16
- d) 32

Anexo 6: Aplicación del Pre-Test y Post-Test



Anexo 7: Aplicación del Sistema Virtual Inteligente



Anexo 8: Respuesta a Permiso para realizar trabajo de investigación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10051 "SAN MARTÍN DE THOURS"



Código local: 280374 - Código Modular: Inicial: 1528223, Primaria: 0345306, Secundaria: 1158708
Dirección: Av. Balta cuadra 2 - S/N - La Esperanza - Reque email: iesmt10051@gmail.com, Teléfono: 074470686

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Asunto: Respuesta a Permiso para realizar
trabajo de investigación.

Srta.

Janina Alexa Terrones Espino

Sr.

Jose Maico Guevara Pariatanta

De mi consideración:

Es grato dirigirme a ustedes y a la vez hacerles conocer mi aceptación para que logren realizar los procedimientos correspondientes, en la **Institución Educativa 10051 - San Martin de Thours**, lo cual les permitirá poder desarrollar su Proyecto de Tesis para la obtención de su título en la carrera de INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA.

Por tal efecto, se les brindará las facilidades a nuestro alcance, garantizando así el apoyo correspondiente.

POR TANTO:

Firmo la presente dando conformidad a lo estipulado.

Chiclayo, 7 de Septiembre del 2021

 
Lc. Frey Richard Carrasco Mendo
DIRECTOR
C.M. N° 106610320

Anexo 9: Respuesta a solicitud de Autorización para recopilar Información para Proyecto de Investigación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10051 "SAN MARTÍN DE THOURS"



Código local: 280374 - Código Modular: Inicial: 1528223, Primaria: 0345306, Secundaria: 1158708
Dirección: Av. Balta cuadra 2 - S/N - La Esperanza - Reque email: iesmt10051@gmail.com, Teléfono: 074470686

"Año del Bicentenario del Perú: 200 Años de Independencia"

Chiclayo, Septiembre 7 de 2021

CARTA VIRTUAL

Señor,

M.Sc. Ing. Luis Alberto Reyes Lescano

Director de la Escuela de Ingeniería en Computación e Informática

Presente.-

Asunto: Respuesta a solicitud de Autorización para recopilar Información para Proyecto de Investigación.

Por medio de la presente le hago llegar el saludo a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a la vez notificarle la aceptación de la Srta. **TERRONES ESPINO JANINA ALEXA** con DNI 73887197 y al Sr. **GUEVARA PARIATANTA JOSÉ MAICO** con DNI 75756839, ambos egresados de la Carrera Profesional de Ingeniería en Computación e Informática, con el fin de que realicen los procedimientos correspondientes en la Institución Educativa 10051 - San Martín de Thours, para el desarrollo de su Proyecto de Tesis.

Saludos cordiales.

Atentamente,



Lk. Frey Richard Carrasco Mendo
DIRECTOR
C.M. N° 106610320