

UNIVERSIDAD NACIONAL “SIGLO XX”

ÁREA DE TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA INFORMÁTICA



***“TUTOR INTELIGENTE WEB PARA LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DEL IDIOMA QUECHUA UTILIZANDO
LA METODOLOGÍA MeISE”***

**PROYECTO DE GRADO PARA
OPTAR EL GRADO
ACADÉMICO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INFORMÁTICA**

POSTULANTE UNIV.: Limbert Lipiri Villca

TUTOR: M. Sc. Lic. Jose Luis Arturo Torrico Villarroel

LLALLAGUA-POTOSÍ-BOLIVIA

2023

DEDICATORIA.

A mis padres Nicolas y Gladdys por el infinito apoyo. A mi amada esposa Eliana Pacheco por su espíritu inquebrantable. A mi hijo Abdiel mi eterna fuente de inspiración. A mi eterno amigo Fabian Sierra, siempre estuvimos batallando y ayudándonos.

AGRADECIMIENTO.

A mis padres

Un grande agradecimiento a mis padres por darme todo su apoyo en todos los momentos difíciles por las que tuve que atravesar.

A la universidad

A mi querida UNIVERSIDAD NACIONAL “SIGLO XX” por acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de estudiar.

A mi carrera

INGENIERÍA INFORMÁTICA por acogerme en sus aulas en las cuales adquirí muchos conocimientos los cuales me servirán para defenderme en este mundo.

A mi tutor

A mi tutor M. Sc. Lic. Jose Luis Arturo Torrico Villarroel por ser un gran guía, y compartir sus conocimientos, tener disposición de tiempo y paciencia como un gran profesional.

Al docente

Lic. Eliodoro López por compartir sus conocimientos del idioma quechua, y tener disposición de tiempo y paciencia.

RESUMEN

El presente proyecto tiene la finalidad de fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del idioma quechua, que imparte el departamento de idiomas de la Universidad Nacional “Siglo XX”, además como factor preponderante existe en la actualidad un gran crecimiento de estudiantes en esta casa de estudio superior, de manera que influye en el proceso del desarrollo de la cátedra de manera significativa.

El proyecto propone una manera diferente de aprender el idioma quechua, desarrollando un tutor inteligente web que integra la lógica difusa inteligencia artificial, que fortalezca la enseñanza y aprendizaje del idioma quechua.

Para fortalecer el aprendizaje el tutor inteligente web contemplara todo lo necesario para la enseñanza y aprendizaje. Con el uso de la lógica difusa inteligencia artificial y un examen retroalimentativo, interactivo y correctivo el tutor inteligente web obtendrá el aprendizaje del estudiante, con el propósito de tomar la decisión de un avance del estudiante al siguiente nivel en temas y módulos. Además, con la lógica difusa se obtendrá el nivel de conocimiento del estudiante.

Para la implementación del tutor inteligente web se desarrolló con la metodología de ingeniería de software educativo (MeISE). Y el gestor de base de datos MySQL, lenguaje de programación PHP y para el diseño de interfaz HTML, CSS3, Ajax, JavaScript y el uso del framework como Bootstrap. La calidad del sistema se lo realizó bajo el estándar ISO 9126 que evalúa aspectos como usabilidad, funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad y portabilidad.

Se desarrolló el tutor inteligente web para el departamento de idiomas de la UNSXX con todas las funcionalidades necesarias para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes, el objetivo general que se planteó se pudo cumplir.

ABSTRACT

The purpose of this project is to improve the process of teaching and learning the Quechua language, which is taught by the department of languages of the National University "Siglo XX", in addition, as a predominant factor, there is currently a great growth of students in this house. higher education, in a way that significantly influences the development process of the Chair.

The project proposes a different way of learning language Quechua, developing an intelligent web tutor that integrates artificial intelligence fuzzy logic, which improves the teaching and learning of language Quechua.

To strengthen learning, the intelligent web tutor will contemplate everything necessary for teaching and learning. With the use of artificial intelligence fuzzy logic and a feedback, interactive and corrective exam, the intelligent web tutor will obtain the student's learning, with the purpose of making the decision of a student's advancement to the next level in topics and modules, in addition, with fuzzy logic will obtain the level of knowledge of the student.

For the implementation of the intelligent web tutor it was developed with the educational software engineering methodology (MeISE), and the MySQL database manager, PHP programming language was used and for the interface design HTML, CSS3, Ajax, JavaScript and the use of the framework such as Bootstrap. The quality of the system was carried out under the ISO standard. 9126 that evaluates aspects such as usability, functionality, reliability, maintainability and portability.

The intelligent web tutor will be developed for the language department of the UNSXX with all the necessary functionalities to strengthen student learning, the general objective that was raised could be me.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	6
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
APORTES DEL PROYECTO	8
Aporte práctico	8
Aporte teórico	9
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
Justificación técnica	9
Justificación económica	9
Justificación social	9
FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	9
Factibilidad Operativa	9
Factibilidad Económica	10
Factibilidad técnica	10
ALCANCES DEL PROYECTO	10

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	14

1.3 EVALUACIÓN.....	15
1.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	15

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	17
2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN	17
2.3 TÉCNICAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	18
2.4 LÓGICA DIFUSA	18
2.4.1 Aplicación de lógica difusa.....	19
2.4.2 Universo discurso	19
2.4.3 Conjuntos difusos y funciones características	20
2.4.4 Función de pertenencia	20
2.4.5 Inferencia difusa	22
2.4.6 Estructura mamdani	22
2.5 AGENTES INTELIGENTES	26
2.5.1 Diferencia de agentes inteligentes y software convencional	27
2.5.2 Características de un agente inteligente	27
2.5.3 Estructura de un agente inteligente	28
2.5.4 Tipos de agentes.....	29
2.6 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (STI).....	30
2.6.1 Características de los sistemas tutores inteligentes.....	30
2.6.2 Arquitectura de un sistema tutor inteligente	31
2.7 PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.....	32
2.7.1 Teoría o modelos de aprendizaje	32
2.7.2 Enseñanza	33

2.7.3	Aprendizaje	33
2.8	IDIOMA QUECHUA	34
2.8.1	¿Dónde se habla la lengua quechua?	34
2.8.2	¿Dónde se habla la lengua quechua en Bolivia?	35
2.8.3	¿Cómo está el quechua en la actualidad?.....	35
2.8.4	¿Cómo es la escritura en la lengua quechua?.....	36
2.9	METODOLOGÍA DE DESARROLLO MeISE: METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO	36
2.9.1	Etapa conceptual	37
2.9.2	Análisis y diseño inicial	38
2.9.3	Plan de iteraciones	39
2.9.4	Diseño computacional.....	40
2.9.5	Desarrollo.....	40
2.9.6	Fase de despliegue	41
2.10	LENGUAJE DE MODELADO UNIFICADO (UML).....	42
2.11	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA LA WEB	43
2.11.1	HTML	43
2.11.2	CSS	43
2.11.3	Bootstrap.....	44
2.11.4	Javascript	44
2.11.5	AJAX	45
2.11.6	PHP	45
2.12	MODELO VISTA CONTROLADOR (MVC)	46
2.13	SERVIDORES DE APLICACIÓN WEB.....	47
2.14	GESTORES DE BASE DE DATOS	47
2.14.1	Sistemas gestores de bases de datos relacionales (SQL)	47

2.14.2	MYSQL	47
2.15	ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE)	48
2.15.1	Sublime text	48
2.16	VIOLET UML EDITOR	48
2.17	MÉTRICAS DE CALIDAD DE SOFTWARE	49
2.17.1	La Norma ISO-9126	49
2.17.2	Características de calidad.....	49
2.18	MODELO COCOMO	51

CAPITULO III

MARCO APLICATIVO

3.1	DESARROLLO DEL TUTOR UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MeISE....	55
3.1.1	Fase conceptual.....	55
3.1.2	Análisis y diseño inicial	72
3.1.3	Plan de iteraciones	79
3.1.4	Fase de diseño computacional	80
3.1.5	Fase de desarrollo	82
3.1.6	Fase de despliegue	98

CAPITULO IV

ESTIMACIÓN Y CALIDAD DE SOFTWARE

4.1	CALIDAD DE SOFTWARE	100
4.1.1	Usabilidad	100
4.1.2	Funcionalidad.....	100
4.1.3	Confiabilidad	103
4.1.4	Mantenibilidad	104
4.1.5	Portabilidad	105

4.1.6	Resultados.....	106
4.2	ESTIMACIÓN DE COSTO.....	107
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
5.1	CONCLUSIONES	111
5.2	RECOMENDACIONES	111
6	BIBLIOGRAFÍA.....	113
7	ANEXOS	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problemas	7
Figura 2 Organigrama del Departamento de Idiomas de la UNSXX	14
Figura 3 Función de pertenencia (formulas).....	21
Figura 4 Tipos de funciones de pertenencia	21
Figura 5 Grado de pertenencia.....	22
Figura 6 Procesamiento general de un sistema difuso Mamdani	23
Figura 7 Fuzzificación	23
Figura 8 Formula para hallar el centro de gravedad	24
Figura 9 Función $f(x)$, el área bajo la curva, se puede aproximar mediante n trapecios	25
Figura 10 formula de la regla de Trapecio.....	25
Figura 11 Aproximación de la integral mediante Método de Simpson	25
Figura 12 Formula de Simpson $1/3$	25
Figura 13 Visión esquemática de un Agente Inteligente	26
Figura 14 Estructura de los Agentes	28
Figura 15 Arquitectura de Sistemas Tutores Inteligentes, según Kaplan	31
Figura 16 Ciclo de la metodología MeISE	37
Figura 17 Estructura HTML	43
Figura 18 Modelo Instruccional del software	56
Figura 19 Diagrama de casos de usos del tutor inteligente web para la enseñanza- aprendizaje del idioma quechua.....	61
Figura 20 Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente	73
Figura 21 Interfaz de registro de usuario	74
Figura 22 Interfaz de inicio de sesión.....	75
Figura 23 Interfaz de módulo	75

Figura 24 Interfaz de temas	75
Figura 25 Interfaz de contenido.....	76
Figura 26 Interfaz de evaluación	76
Figura 27 Interfaz de examen	77
Figura 28 Interfaz material de apoyo.....	77
Figura 29 Interfaz de agregar material de apoyo	77
Figura 30 Interfaz de historial de aprendizaje	78
Figura 31 Diagrama de navegación	78
Figura 32 Prototipo principal para el usuario	79
Figura 33 Diagrama de clases del tutor inteligente web.....	81
Figura 34 Diagrama de navegación refinado.....	82
Figura 35 Autenticación de usuario	83
Figura 36 Interfaz de registro de nuevo usuario	83
Figura 37 Interfaz módulo	84
Figura 38 Interfaz contenido.....	84
Figura 39 Interfaz de preguntas del examen.....	85
Figura 40 Interfaces que permiten medir el nivel de conocimiento y con la lógica difusa .	85
Figura 41 Universo de entrada nivel de conocimiento	86
Figura 42 Universo de salida módulo.....	86
Figura 43 Interfaces que demuestran el aprendizaje del estudiante utilizando la lógica difusa.....	87
Figura 44 Universo de entrada examen	88
Figura 45 Universo de entrada estudio	88
Figura 46 Universo de salida aprendizaje.....	89
Figura 47 Interceptación de examen = 4.21	90
Figura 48 Interceptación de estudio = 6.6	90

Figura 49 regla si entonces	91
Figura 50 Cortes en el universo de aprendizaje.....	92
Figura 51 Área del corte	93
Figura 52 Área en intervalos de $h = 0.3333$	94
Figura 53 interfaz de historial de aprendizaje.....	95
Figura 54 Interfaz diccionario.	95
Figura 55 Menú del tutor inteligente web.....	98
Figura 56 Formula de punto función	101
Figura 57 Conjunto difusos de lógica difusa implementado en PHP	119
Figura 58 Base de conocimiento implementado en PHP	119
Figura 59 Buscando grado de pertenencia.....	120
Figura 60 Calculando el grado de pertenencia trapezoidal y triangular	120
Figura 61 Calculando el área total y áreas preliminares con regla de Trapecio	121
Figura 62 Proyectistas explicando el manejo del tutor inteligente web	122
Figura 63 Estudiantes ingresando mediante sus celulares al tutor inteligente web	122
Figura 64 Estudiantes interactuando con el tutor inteligente quechua	123
Figura 65 Docente utilizando el tutor inteligente como apoyo.....	123
Figura 66 Visualizándose temas con el data.....	124
Figura 67 Estudiantes y docente interactuando con el tutor inteligente web.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros de evaluación del Departamento de Idiomas de la UNSXX.....	15
Tabla 2	Actividades y Artefactos de la fase Conceptual	38
Tabla 3	Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y Diseño Inicial	39
Tabla 4	Actividades y Artefactos de la Fase del Plan de Iteraciones	39
Tabla 5	Actividades y Artefactos de la Fase de Diseño Computacional.	40
Tabla 6	Actividades y Artefactos de la Fase de Desarrollo	41
Tabla 7	Actividades y Artefactos de la Fase de Despliegue	42
Tabla 8	Esquema de modos de desarrollo de software	52
Tabla 9	Valores constantes por modo de desarrollo	53
Tabla 10	Ecuación por tipo de modelo COCOMO: Básico e intermedio.....	53
Tabla 11	Alternativas de solución a posibles riesgos	57
Tabla 12	Equipo técnico del proyecto en llevar adelante el proyecto	58
Tabla 13	Lista de actividades.....	59
Tabla 14	Actores que interactuaran con el sistema.....	60
Tabla 15	Descripción de caso de uso: Iniciar sesión	62
Tabla 16	Descripción de Caso de Uso: Registrarse en el sistema	62
Tabla 17	Descripción de caso de uso: Gestión de usuarios	64
Tabla 18	Traducir palabras unitarias.....	64
Tabla 19	Descripción de caso de uso: Gestión de traductor	65
Tabla 20	Descripción de caso de uso: Visualizar módulos.....	65
Tabla 21	Descripción de caso de uso: Visualizar temas	66
Tabla 22	Descripción de caso de uso: Visualizar contenido.....	66
Tabla 23	Descripción de caso de uso: Visualizar material de apoyo.....	67
Tabla 24	Descripción de caso de uso: Visualizar evaluación	67

Tabla 25 Medir el aprendizaje (examen)	68
Tabla 26 Descripción de caso de uso: Historial de aprendizaje del estudiante.....	68
Tabla 27 Descripción de caso de uso: Gestión de temas	69
Tabla 28 Descripción de caso de uso: Gestión de contenidos	70
Tabla 29 Descripción de caso de uso: Gestión de material de apoyo	71
Tabla 30 Descripción de caso de uso: Evaluar nivel de conocimiento	71
Tabla 31 Plan de iteración para el desarrollo del software	79
Tabla 32 Priorizar las iteraciones.....	80
Tabla 33 Plan de trabajo de iteraciones	80
Tabla 34 Regla de inferencia difusa.....	91
Tabla 35 Lista de casos de prueba	96
Tabla 36 Caso de prueba Login (acceso al sistema)	96
Tabla 37 Caso de prueba registro nuevo de tema	97
Tabla 38 Encuesta	98
Tabla 39 Factor de ponderación, valores estándar (IFPUG).....	101
Tabla 40 Conteo de P.F.....	102
Tabla 41 Factor de evaluación	102
Tabla 42 Ajuste de complejidad	102
Tabla 43 Portabilidad.....	106
Tabla 44 Ajuste de complejidad	106
Tabla 45 Coeficiente a y c y los exponentes b y d.....	108
Tabla 46 Conversión de puntos de función siguiente	108

INTRODUCCIÓN

La ciencia de la informática se complementa muy bien con la disciplina de la educación. Para la cual se están realizando muchas investigaciones, esto con el propósito de contar con ambientes cómodos y que se acoplen a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Se están desarrollando los sistemas tutores inteligentes, que son sistemas que actúan como un tutor o como un guía de las personas durante el proceso de aprendizaje. Los sistemas tutores inteligentes utilizan las técnicas de la inteligencia artificial con el propósito de emular el comportamiento de un tutor humano, donde el tutor es el que interactúa con el estudiante y cuenta con los conocimientos.

Para la inteligencia artificial del tutor inteligente web se utilizará la lógica difusa, que es una forma de procesamiento de la información en la que los datos podrían tener asociados un grado de pertenencia parcial a conjuntos. En el año 1970 se empezó a aplicar esta teoría en los sistemas de control y, desde entonces, el número de aplicaciones industriales y su ejecución ha aumentado exponencialmente.(Bello, 2021)

Los sistemas tutores inteligentes utilizan la arquitectura general que está estructurada en cuatro componentes, modelo de dominio, modelo del alumno, modelo instruccional y modelo de interfaz, cada uno de estos componentes asume distintas funciones interactuando entre sí.(Miguel, Luís, 2010)

El proyecto surge a partir de verse situaciones problemáticas que impiden la enseñanza y aprendizaje correcta del idioma quechua en los estudiantes de la UNSXX, que a futuro se ven los efectos de no saber el quechua. El aprendizaje del idioma quechua es una necesidad ya sea porque es un requisito laboral en Bolivia o para comunicarse con personas hablantes del idioma quechua y conservar conocimientos ancestrales.

Por tanto, el objetivo del proyecto es desarrollar un tutor inteligente web para la enseñanza y aprendizaje del idioma quechua para el Departamento de Idiomas de la Universidad Nacional “Siglo XX” utilizando la inteligencia artificial lógica difusa, con el propósito de fortalecer el proceso de aprendizaje y el proceso de enseñanza.

La lógica difusa inteligencia artificial ayudara a decidir el nivel de conocimiento que tiene el estudiante acerca del idioma quechua, además, con la lógica difusa el tutor inteligente web sabrá el aprendizaje del estudiante en cada tema y módulo. El tutor inteligente web tomará decisiones basándose en el aprendizaje del estudiante, para decidir el avance al siguiente tema o módulo.

El Tutor inteligente web se desarrollará con las tecnologías web, html, css3, javascript, Ajax, framework bootstrap, como lenguaje de programación php, también usaremos modelo vista controlador en el desarrollo del tutor inteligente web y como gestor de base de datos MySQL. Para el desarrollo del software la Metodología MeISE (metodología de ingeniería de software educativo). El editor de texto a utilizarse es Sublime text y como editor de UML (lenguaje unificado de modelado) VioletUML (Pellegrin, 2022), también se utilizará la lógica difusa una técnica de la inteligencia artificial implementada en lenguaje php.

ANTECEDENTES

El quechua es la lengua indígena más hablada en la actualidad. el quechua sigue siendo el idioma autóctono más hablado en Sudamérica, y también en Bolivia, es la “lengua de mayor difusión”, ya que se habla en: Bolivia, Ecuador, Perú principalmente, además de Colombia, Argentina y Brasil, también hay algunos hablantes en el Norte de Chile. La lengua quechua se ubica territorialmente en los departamentos del occidente del país, principalmente en los departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca, aunque también en zonas de colonización en Santa Cruz.(Martínez, 2009)

El quechua como todas las lenguas indígenas de la región ha estado sometida a las presiones del castellano desde el mismo momento en que se establecen las desiguales relaciones entre europeos (conquistadores, republicanos, ciudadanos) y pueblos americanos. En todo caso, a partir del contacto con los europeos el uso de la lengua quechua queda afectado por la presencia del castellano. En 1900 casi el 90% son hablantes de lenguas indígenas en Bolivia. En 1950, hay 987.700 hablantes quechuas, un 36,5% de la población total; en 1976, 1.593.900 personas hablan el quechua, haciendo un 38,4% en 2006, estas cifras disminuyen ligeramente.(Martínez, 2009)

Los sistemas tutores inteligentes (STI)¹ comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Se buscó emular el comportamiento de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera.(Cataldi & Lage, 2009)

Según (Cataldi & Lage, 2009) asume que los sistemas tutor Inteligente son “Sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”.

Según (González, 2004) los sistemas tutores inteligentes se puede distinguir dos categorías: a) Simuladores y entornos realistas de aprendizaje y b) Tutores, donde lo que pretenden es que el alumno adquiriera un tipo de conocimiento relacionado con el tema que se está estudiando y que el alumno logre habilidades y destrezas procedimentales relacionadas a este tema. Sin embargo, de acuerdo a la perspectiva cognitiva (estado en la adquisición de las habilidades y destrezas asociadas a un objetivo de enseñanza) se categoriza a los sistemas tutores inteligentes en diferentes generaciones:

- a) 1ª generación: Constraint Based Tutors (Tutores basados en restricciones): Se centran en el estado de la interface, en relación a la información que se muestra/oculta, gráficos, ayudas, etc.
- b) 2ª generación: Model-Tracing Tutors / Cognitive Tutors (Tutores basados en modelos cognitivos). Se centran en las acciones del estudiante y las reglas que generan la solución correcta a una tarea propuesta basada en un modelo mental del estado cognitivo (y de la memoria de trabajo) del alumno.
- c) 3ª generación: Dialogue Based Tutors (Tutores basados en diálogo-lenguaje natural): Se centran en la comunicación con el alumno a través del dialogo. Las ayudas, las

¹ Abreviación de sistemas tutores inteligentes

explicaciones a los ejercicios, críticas y discusiones sobre un tema o problema que se realizan por medio del diálogo entre el sistema y el alumno.

Un sistema tutor inteligente actúa como un tutor particular del estudiante ya que, como un entrenador humano, posee libertad para actuar de acuerdo a las necesidades más complejas del estudiante. Los sistemas tutores inteligentes aún no proveen de un modo de aprendizaje lo suficientemente adaptables de acuerdo a los conocimientos previos y a la capacidad de evolución de cada estudiante y las concepciones epistemológicas que subyacen en las prácticas de enseñanza.(Cataldi & Lage, 2009)

El desarrollo de algunas tecnologías de IA², como el reconocimiento automático de habla y el procesamiento de lenguajes naturales, ha facilitado el desarrollo de los sistemas de tutor inteligentes, que han pasado rápidamente del laboratorio al uso real. Estos tutores cognitivos imitan el rol del profesor y guían el aprendizaje y la ejercitación en distintas disciplinas. Ofrecen pistas a los estudiantes cuando están atascados en un problema, les proporcionan un comentario inmediato en función de sus errores o respuestas, e incluso diseñan secuencias de aprendizaje personalizadas para cada alumno. Sus aplicaciones son muchas y se han traducido en distintas herramientas de aprendizaje adaptativo. Por ejemplo, Duolingo, enfocada al aprendizaje de lenguas extranjeras, detecta los errores del estudiante, los corrige y le ayuda a progresar a su ritmo. Los expertos creen que este tipo de herramientas “van a convertirse en uno de los núcleos del proceso de enseñanza en la educación superior”, ya que ayudarán a mantener los costes al dar servicio a un mayor número de alumnos y permitir que estos pasen por la escuela más rápidamente.(ASOCOLDEP, 2019)

El sistema tutor inteligente CircSim, fue desarrollado en conjunto por el Departamento de Ciencias de la Computación del Illinois Institute of Technology y el Departamento de Fisiología del Rush College of Medicine. Este tutor es el más avanzado actualmente en su tipo, y se lo utiliza en el Rush College of Medicine para complementar las clases teóricas sobre problemas cardiovasculares. (Cataldi & Lage, 2009)

² Abreviatura de inteligencia artificial

AGT (Advanced Geometry Tutor), es un proyecto que tiene como objetivo, construir un sistema tutor inteligente para el uso en clases de geometría avanzada en la University of Pittsburgh a través de la National Science Foundation through y el Center for Interdisciplinary Research on Constructive Learning Environments de la University of Pittsburgh y Carnegie Mellon University. AutoTutor: es un sistema tutor inteligente basado en la web por un grupo interdisciplinario de la Office of Naval Research and the National Science Foundation. (Cataldi & Lage, 2009)

El Computer Tutoring Group, que trabaja en el University's Computer Science and Software Engineering Department, en la University of Canterbury ha desarrollado una serie de sistemas tutores inteligentes: Aspire (Mitrovic et al.; 2006), Sql-Tutor es un sistema de enseñanza basado en el conocimiento que enseña Sql a los estudiantes Kermit; EER-Tutor, ERM-Tutor: (Milik, Marshall, y Mitrovic, 2006) y Normit en aplicaciones informáticas. (Cataldi & Lage, 2009)

Se tiene proyectos similares de Universidades Nacionales.

Entre los trabajos similares se pudo encontrar los siguientes:

- **Título:** “TUTOR INTELIGENTE WEB PARA LA ENSEÑANZA DE LA LENGUA QUECHUA EN NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS DE EDAD (NIVEL BÁSICO)”

Autor: VILMA PATRICIA QUISPE CASTAÑETA

Tesis de Grado (UMSA)

Año 2017

Este documento describe el análisis, diseño e implementación implicados en el desarrollo del prototipo de un tutor inteligente para la enseñanza de la lengua quechua que apoya el proceso de enseñanza y aprendizaje de la misma. En los sistemas de educación asistida por computadora (EAC), la maquina puede jugar el papel de herramienta, estudiante o maestro. Los mismos modelan a un experto, un instructor y estudiante, para realizar un diálogo educativo personalizado e inteligente.

- **Título:** “TUTOR INTELIGENTE MÓVIL PARA LA ENSEÑANZA DE COMPUESTOS BINARIOS EN ESTUDIANTES DE 1° DE SECUNDARIA BASADO EN REDES BAYESIANAS”

Autor: Luis Roberto Cuellar Quispe

Tesis de grado (UMSA)

Año 2017

La presente tesis hace referencia al desarrollo de un prototipo “Tutor Inteligente Móvil para la enseñanza de Compuestos Binarios en estudiantes de 1° de Secundaria basado en redes bayesianas”, considerando que existe dificultad en gran porcentaje de estudiantes en el área de Ciencias Naturales Química que presentaron problemas en las combinaciones binarias que sirven de base para próximos cursos y estudios superiores, que fueron motivo para el desarrollo de la investigación.

- **Título:** “APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA PARA EL APOYO DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA”

Autor: David Cali Agudo

Proyecto de grado (UNSXX)

Año 2015

El presente proyecto de grado es sobre una aplicación utilizando la tecnología de realidad aumentada para el apoyo en la enseñanza de química.

En los proyectos similares se pudo constatar que no se usó la lógica difusa.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

En la Universidad Nacional “Siglo XX” se tiene la asignatura de quechua impartida por el Departamento de idiomas.

El proceso de enseñanza y aprendizaje impartido por el Departamento de idiomas, es de la siguiente manera. Cada docente de idiomas presenta a dirección un plan global de la materia sobre los temas a impartir a los estudiantes. Los docentes preparan los temas de acuerdo al plan establecido. Para su preparación el docente de idiomas utiliza materiales visuales como libros, diccionarios, revistas y otros. Al momento de la enseñanza a los estudiantes el docente expone o presenta el tema mediante la pizarra, también comparte sus conocimientos de

experiencia con los estudiantes, el docente de idiomas (quechua) enseña la correcta pronunciación y la correcta escritura de las palabras en quechua y además está siempre detectando las falencias que tiene el estudiante en el proceso de aprendizaje y corrige estas falencias. Prepara evaluaciones esto con el propósito de saber qué nivel de formación han alcanzado los estudiantes, la evaluación es siempre sobre el avance que dio el docente en cada parcial. Cada estudiante tiene cuatro parciales para poder aprobar la materia.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El aprendizaje nuevo, siempre es complicado y más cuando no se tienen las bases necesarias para aprender algo nuevo. Esto también ocurre en el aprendizaje de un idioma nuevo como en este caso del idioma quechua, que tiene su propia pronunciación y escritura.

Los estudiantes en ocasiones en el proceso de aprendizaje no asimilan el avance de un tema muy bien, por diferentes razones, como los problemas emocionales, diferentes capacidades de aprendizaje de los estudiantes, estudiantes que tienen miedo a preguntar al docente sobre el avance del tema, poco tiempo para el avance de un tema, falta de aplicación de nuevos métodos didácticos para la enseñanza y aprendizaje.

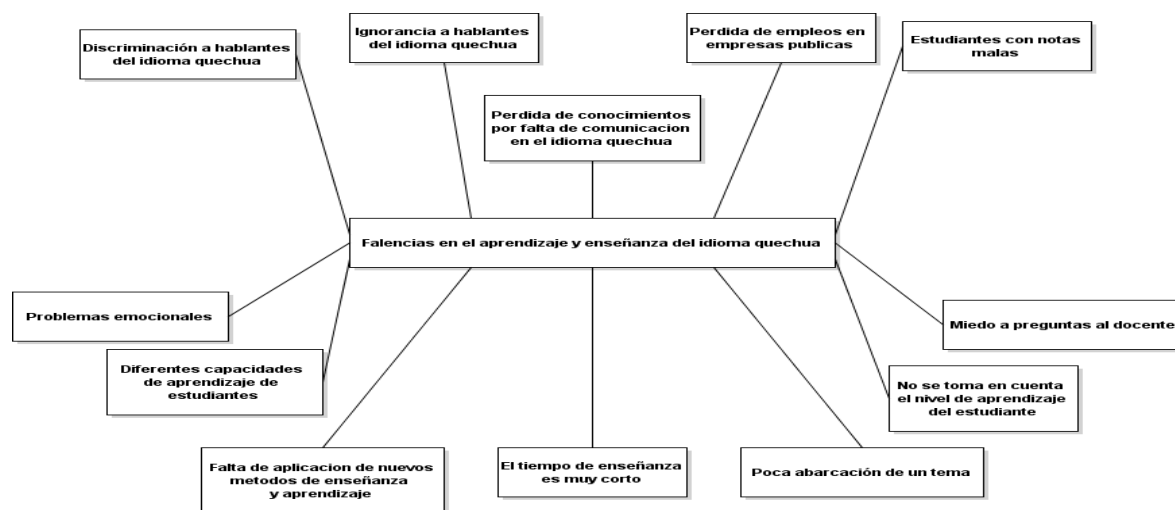


Figura 1 Árbol de problemas
Fuente: Elaboración propia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo fortalecer el aprendizaje del idioma quechua en estudiantes de la Universidad Nacional “Siglo XX”?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un tutor inteligente web, para fortalecer el aprendizaje del idioma quechua en estudiantes de la Universidad Nacional “Siglo XX”, mediante la utilización de la metodología MeISE y lógica difusa inteligencia artificial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información documental sobre la problemática del proyecto, delimitar el alcance y evaluar riesgos.
- Establecer la arquitectura del tutor inteligente web a desarrollarse.
- Crear un plan de iteraciones para el desarrollo del tutor inteligente web, priorizar las iteraciones con el objetivo de tener un mejor control en el desarrollo.
- Elaborar un diseño computacional detallado, de modo que sirva de base para el desarrollo del tutor inteligente web.
- Implementar la arquitectura de manera que se tenga que obtener una versión del software lista para que sea utilizada por los usuarios finales.
- Realizar la transición del producto a los usuarios para que realicen las pruebas necesarias.

APORTES DEL PROYECTO

Aporte práctico

El aporte práctico del presente proyecto será desarrollar un tutor inteligente web quechua con el fin de fortalecer la enseñanza-aprendizaje del Idioma quechua, utilizando la lógica difusa inteligencia artificial, esto será de gran beneficio para los estudiantes de la UNSXX.

Aporte teórico

La relevancia del proyecto es bastante impactante para toda la comunidad que no habla o quiere aprender el idioma quechua.

El aporte teórico es investigar sobre la lógica difusa (inteligencia artificial) y la metodología MeISE, para aplicar al presente proyecto. Esto con el propósito de fortalecer la enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Universidad Nacional “Siglo XX”.

El proyecto ofrece bases para nuevos proyectos como un, tutor inteligente afectivo para el aprendizaje del idioma quechua (nos referimos a un tutor que detecte las emociones del estudiante mediante una cámara fotográfica).

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Justificación técnica

Los beneficios técnicos de este proyecto será el contar con un tutor inteligente web, que fortalezca en la enseñanza y aprendizaje del idioma quechua, fácil de acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento, el mismo utilizará la lógica difusa para tomar decisiones sobre el nivel de aprendizaje del estudiante, también se utilizará la metodología MeISE.

Justificación económica

El beneficio económico estaría dirigido para personas que no cuenta con los recursos y el tiempo necesario para poder realizar los cursos sobre el idioma quechua.

Justificación social

El presente proyecto será de gran ayuda para la comunidad estudiantil de la Universidad Nacional “Siglo XX” y de alguna manera fortalecer la enseñanza y aprendizaje del idioma quechua en los estudiantes y evitar situaciones de desigualdad a futuro contra indígenas hablantes del idioma quechua.

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Factibilidad Operativa

El proyectista cuenta con las condiciones de relacionamiento con los beneficiarios como son los estudiantes de la UNSXX, y la total disponibilidad para que se nos facilite con un espacio para las pruebas del tutor inteligente web con los estudiantes.

Factibilidad Económica

El proyecto es factible realizarlo ya que la mayoría de las tecnologías no tienen un costo, son de Software Libre, pero si existe alguna inversión económica en la implementación del tutor Inteligente web, el proyectista cubrirá todos los gastos para la realización del proyecto.

Factibilidad técnica

La Carrera de Ingeniería Informática cuenta con un servidor donde se puede instalar el tutor inteligente web para su funcionamiento en línea.

ALCANCES DEL PROYECTO

El tutor Inteligente se encontrará en el internet, se podrá acceder mediante un buscador web para esto necesitaremos tener conexión a internet, el tutor inteligente funcionará en modo cliente/servidor y se usará la arquitectura Pedagógico de los sistemas tutores inteligentes.

En cuanto a su funcionalidad permitirá realizar:

- El registro de usuarios (administrador, docente y estudiante).
- Traducir palabras unitarias de quechua a español y viceversa.
- Agregación de palabras al traductor por parte del administrador.
- Visualizar tres módulos que representa el nivel de enseñanza del idioma quechua (Inicial, Intermedio y Avanzado).
- Agregar temas a los módulos, por ejemplo, el nivel inicial podría contener (saludos, presentaciones, etc.), nivel intermedio podría contener los temas de (Animales, Números, colores, etc.) y el nivel avanzado podría contener (Frasas de uso cotidiano y oraciones).

- Evaluación al usuario en cada módulo y mediante la lógica difusa saber el nivel de aprendizaje del módulo.
- Evaluar al estudiante en cada tema. Y mediante la lógica difusa inteligencia artificial saber el nivel de aprendizaje del estudiante sobre el tema.
- La visualización de imágenes y escuchar audios en cada tema del módulo para una mejor enseñanza.

El tutor Inteligente web quechua tendrá las siguientes limitaciones.

- El tutor no será de mucha ayuda para personas que sufran de problemas de sordera y ceguera.
- El tutor inteligente no será como un educador que hable o remplazarlo.
- El traductor básico quechua no contara con audios de palabras en quechua.
- El traductor no traducirá textos, frases, oraciones completas solo palabras unitarias.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1 ANTECEDENTES

El Departamento de idiomas nació conjuntamente con la creación de la “U.N.S.XX”, con el propósito de cualificar EL PROPÓSITO ENSEÑANZA APRENDIZAJE de las lenguas tanto nacionales como extranjeras con un plan operativo de materia de servicio hacia a las distintas carreras de la UNSXX.(Alvarado et al., 2021)

El desarrollo del Departamento de Idiomas esta interrelacionado principalmente con el respeto a la identidad cultural de los pueblos indígenas del Norte Potosí que contiene todo un pasado histórico prehispánico, por un lado, pero por otro lado tengan la capacidad del desarrollo jerárquico de las lenguas con una ideología homogenizada. Es decir, que las lenguas Europeas como el inglés y otras no transmitan un mensaje de dominación sino sean una vía de desarrollo, actualización y principalmente de desafío y empuje para las políticas de planificación lingüística de las lenguas nacionales. (Alvarado et al., 2021)

El Departamento de Idiomas nace principalmente con un fin ideológico que sobre una atmosfera pluricultural multiétnica del Estado Plurinacional que abstraiga conocimiento científico para encarar la solución de los diversos problemas tanto nacionales como internacionales a través de la lengua. (Alvarado et al., 2021)

El Departamento de idiomas nace con la creación de la Universidad Nacional “Siglo XX”, en el Estatuto Orgánico del CAPITULO III, ARTICULO 128, manifiesta.

“El laboratorio de idiomas es el medio de apoyo educativo que lleve adelante los planes de enseñanza complementaria para idiomas nacionales como el Quechua y el Aymara, con la finalidad de que el alumno pueda desenvolverse sin ningún problema social en su medio circundante y las lenguas extranjeras necesarias para la actualización edénica y científica que requieren los estudiantes”. (Alvarado et al., 2021)

MISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE IDIOMAS

El Departamento de Idiomas hace suyo los postulados de modelo académico curricular ³(T. I. E.) de la Universidad Nacional “Siglo XX” constituyéndose en el programa que garantiza en las 15 carreras de manera curricular transversal con eficacia y eficiencia en la formación de profesionales orgánicos integrales comprometidos con la sociedad Boliviana Multilingüe Pluricultural a través del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las lenguas tanto nacionales (Quechua y Aymara) como extranjera (Ingles) que les permita desenvolverse en su campo laboral con cantidad, calidez, tolerancia, equidad y compromiso social. (Alvarado et al., 2021)

VISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE IDIOMAS

El Departamento de Idiomas es un referente regional, nacional que desarrolla el Proceso Enseñanza – Aprendizaje, tanto de las lenguas nacionales (quechua, Aymara) como extranjera (Ingles) contribuyendo en la formación de profesionales críticos e idóneos para el desarrollo económico, social y cultural de la región y del Estado Plurinacional de Bolivia. (Alvarado et al., 2021)

OBJETIVO

Formar una cultura general integral a partir del dominio de las lenguas nacionales y extranjeras y sus manifestaciones asumiendo su identidad cultural reconociendo al otro conviviendo y coexistiendo en la interculturalidad de los pueblos originarios que contribuyan a que los profesionales de la UNSXX se integren al desarrollo de la cultura regional, americana y universal desde posiciones y actitudes críticas, reflexivas y constructivas en una sociedad incluyente. (Alvarado et al., 2021)

³ Teoría, investigación y extensión

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

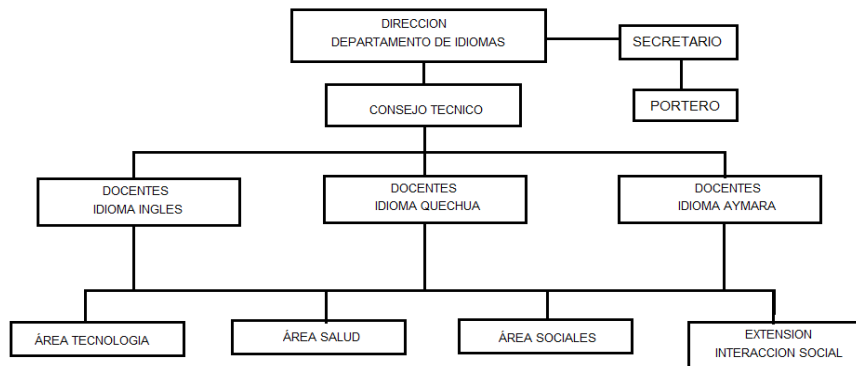


Figura 2 Organigrama del Departamento de Idiomas de la UNSXX

Fuente: (Alvarado et al., 2021)

ENFOQUES Y MÉTODOS EN LA ENSEÑANZA DE LENGUAS

Existe una gran variedad de enfoques y métodos en la enseñanza de lenguas las que emergen de las teorías lingüísticas y porque no decir de las distintas corrientes psicopedagógicas como viraje general citamos las siguientes: Enfoque gramariano – traducción, el método directo, enseñanza de un lenguaje situacional, Audio – Lingüístico, Enseñanza del Lenguaje Comunicativo, respuesta físico total, el enfoque Natural, etc.

El presente Diseño Curricular se suscribe a todos los enfoques sin embargo prioriza en enfoque comunicativo influenciado por la Gramática generativa de Chomsky y la gramática funcional y nocional por lo cuanto el subprograma de lenguas tanto nacionales como extranjeras serán orientadas en niveles específicos de acuerdo a las áreas del conocimiento del participante. (Alvarado et al., 2021)

El enfoque de las competencias comunicativas que permiten a través del método comunicativo desarrollar las competencias porque el desarrollo de una competencia evidentemente significa un cambio de comportamiento al pasar de un estado actual en que la persona no cuenta con las destrezas necesarias para desenvolverse en determinada situación a la adquisición y desarrollo de estas destrezas logrando un aprendizaje productivo y significativo.

El departamento de idiomas en cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje utilizan métodos, el enfoque comunitario, el pensamiento crítico y el uso de las tecnologías educativas en el proceso de aprendizaje. (Alvarado et al., 2021)

Pero no se cuenta con un tutor web inteligente en el departamento de idiomas por lo cual los estudiantes tienen que acudir a traductores que se encuentran en el internet el cual solo traduce palabras del español al quechua, pero no realizan un seguimiento de los estudiantes en cuanto a su aprendizaje o decirle cómo va en su aprendizaje del idioma, en este caso del idioma quechua. (Alvarado et al., 2021)

Y es imposible para un docente realizar un seguimiento minucioso del estudiante o darle una ayuda en su aprendizaje de un idioma, esto por la cantidad considerable de estudiantes que se tiene en la UNSXX y también por el poco tiempo que tienen los docentes ya que abarcan todas las carreras de la UNSXX en cuanto al aprendizaje de idiomas. (Alvarado et al., 2021)

1.3 EVALUACIÓN

El criterio de evaluación en el proceso docente-educativo de lenguas del Departamento de Idiomas de la “UNSXX” tiene el enfoque de la CEUB y del Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional “Siglo XX” será un proceso permanente, formativa y sumativa, que consiste en medir el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de las evaluaciones parciales y un final sujeto al (T. I. E.) Teoría, Investigación y Extensión. (Alvarado et al., 2021)

Parámetros de evaluación del Departamento de Idiomas

Teoría	Investigación	Extensión	Promedio total
50%	25%	25%	100%

Tabla 1 Parámetros de evaluación del Departamento de Idiomas de la UNSXX
Fuente: (Alvarado et al., 2021).

1.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La UNSXX cada año va titulando nuevos profesionales de las diferentes carreras que tiene. El Departamento de idiomas de la UNSXX cuenta con los métodos, enfoques y el uso de las tecnologías educativas para llevar adelante una mejor enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, pero se ve en la actualidad que muchos profesionales demuestran desigualdad contra las personas hablantes del idioma quechua, podríamos decir la discriminación e ignorancia. El estudiante tiene deficiencias al momento de su aprendizaje, muchos estudiantes no aprenden al mismo ritmo, no tienen la misma capacidad de captación, o tienen

miedo a preguntar al docente, todo lo mencionado perjudica en el aprendizaje al estudiante. La UNSXX tiene una gran cantidad de estudiantes por lo cual se hace muy difícil para el docente realizar un seguimiento personalizado del aprendizaje, los docentes cuentan con poco tiempo para ayudar, realizar un seguimiento, corregir, etc. en cuanto al aprendizaje del estudiante.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Según (Prieto et al., 2015) La inteligencia es la capacidad de relacionar conocimientos que se poseen para resolver una determinada situación. Por lo que podemos deducir que ser inteligente es saber elegir la mejor opción entre las que se brindan para resolver un problema.

La inteligencia artificial es la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana. Pero, podríamos decir que la inteligencia artificial es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Sin embargo, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en I. A.⁴ no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez. Asimismo, la proporción de errores es significativamente menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas.(Lasse, 2018)

Podemos definir que la inteligencia artificial es la creación de máquinas inteligentes creadas por el ser humano, máquinas que puedan desenvolverse y razonar en el mundo real por si solas. Maquinas que ayuden a resolver problemas complejos que para el ser humano en ocasiones son muy peligrosas, repetitivos, cansador, etc.

2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

La inteligencia artificial permite crear planes y actividades educativas eficientes e innovadoras que ayuden a los estudiantes a aprender de forma práctica y teórica al mismo tiempo, agilizar la atención a los estudiantes e incluso detectar posibles casos de abandono escolar para actuar desde la prevención. Gracias a la inteligencia artificial se pueden ofrecer

⁴ Inteligencia artificial

programas educativos adaptados a las necesidades de los estudiantes y que fomentan las capacidades de cada alumno.(ARROYO, 2022)

2.3 TÉCNICAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Las técnicas más aplicadas en la inteligencia artificial son:

- Sistemas Expertos,
- Redes neuronales,
- Algoritmos Genéticos,
- Lógica Difusa.

Estas técnicas pueden combinarse para obtener una solución más adecuada del problema en estudio.(Carranza Bravo, 2010)

2.4 LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa es un método de razonamiento que se asemeja al razonamiento humano. Este enfoque es similar a cómo los humanos realizan la toma de decisiones. E involucra todas las posibilidades intermedias entre SÍ y NO.(ciberseguridad, 2022)

La teoría de la lógica difusa se establece en 1965 por el profesor Lofti, A Zadeh de la Universidad de Berkeley. El éxito de esta teoría se encuentra en la facilidad de toma de decisiones, el hacerle saber al sistema lo que el individuo desea y que se cumplan las condiciones tal cual se le indicó. (Salvador, 2006)

La lógica difusa en relación a la inteligencia artificial es un sistema lógico computacional para procesar datos obtenidos del mundo real, con el objetivo de categorizar cierta información en un rango de dos polos opuestos, generalmente se indica como aquellos valores entre lo verdadero y falso.

La complejidad en utilizar ciertas características del lenguaje humano en sistemas computacionales, radica en la falta de precisión, Términos típicos como pequeño o grande, no pueden ser medibles con exactitud debido a la variabilidad que existe en un rango que cada individuo le asigna a dichos términos. Además, el contexto en el que se expresa estas

palabras son altamente importantes para tener una referencia de la magnitud de cada término.(Chavez, 2017)

2.4.1 Aplicación de lógica difusa

Según (Castillo, 2015) las aplicaciones que se da a la lógica difusa pueden ser algunas:

- Sistemas de control de acondicionadores de aire.
- Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas.
- Electrodomésticos familiares (frigoríficos, lavadoras).
- Optimización de sistemas de control industriales.
- Sistemas de escritura.
- Mejora en la eficiencia del uso de combustible en motores.
- Sistemas expertos del conocimiento (simular el comportamiento de un experto humano).
- Tecnología informática.
- y, en general, en la gran mayoría de los sistemas de control que no dependen de un Sí/No.

2.4.2 Universo discurso

El dominio discurso, también llamado universo discurso, o simplemente dominio, es el conjunto de cosas acerca de las cuales se habla en un determinado contexto. Dependiendo del dominio de discurso, una misma proposición podrá ser verdadera o falsa. Por ejemplo, al decir “todos son amigos”, si se está hablando acerca de un pequeño grupo de personas, la proposición quizás sea verdadera, pero si se está hablando acerca de todo el mundo, entonces es falsa.(Wikipedia, 2020)

El universo de discurso o conjunto universal. En él se definen las características de los conjuntos. Se especifica un universo de discurso para una variable de entrada y/o salida, como el rango de valores posibles que puede tomar la variable en cuestión para una aplicación específica.(Tellez, 2018)

Definiremos al universo de discurso en lógica difusa como aquel que contiene conjuntos difusos relacionados con el universo de discurso.

2.4.3 Conjuntos difusos y funciones características

El conjunto difuso es una colección de elementos que existen dentro de un universo donde cada uno de sus elementos puede o no pertenecer a este conjunto en cierto grado. Este grado de pertenencia es definido mediante una función llamada función de pertenencia. A diferencia de los conjuntos clásicos, donde sus elementos pertenecen o no, ha dicho conjunto y no se definen situaciones intermedias, en los conjuntos difusos un elemento puede pertenecer parcialmente a más de un conjunto.(MEJÍA, 2019)

La lógica difusa parte del hecho de que conceptos como alto, bajo, ruidoso, dulce, caro, amargo, barato, delgado, etc. son percibidos de manera diferente por cada persona. Por ejemplo, para una persona de Alaska el concepto de caliente puede ser arriba de 10 °C, mientras que para un mexicano caliente es arriba de 30 °C o en un proceso de fundición caliente es arriba de 300°C. Por esta razón los conjuntos CALIENTE, TIBIO y FRÍO son llamados conjuntos difusos. Un conjunto difuso es un conjunto con límites borrosos o “no muy bien” definidos.(D. Guzmán, 2006)

2.4.4 Función de pertenencia

Las funciones de pertenencia o membresía representan el grado de pertenencia de un elemento a un conjunto difuso, el cual tiene un valor en un rango de 0 a 1. El empleo de una función de pertenencia dependerá del contexto de su aplicación. Por lo general, es de preferencia utilizar funciones de pertenencias simples, debido a la facilidad de computación, simplifican muchos cálculos y no pierden la exactitud; pues precisamente definen al conjunto difuso asociado (definen un concepto difuso). Existen muchas funciones de pertenencia, de las cuales las más comunes son las de tipo triangular, trapezoidal, gaussianas.(MEJÍA, 2019)

Las funciones de pertenencia o membresía representan el grado de pertenencia de un elemento a un subconjunto definido por una etiqueta. Existe una gran variedad de formas

para las funciones de membresía, las más comunes son del tipo trapezoidal, triangular, singleton, etc.(Vidal, 2014)

$$\text{triangulo}(x: a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x < b \\ (c - x)/(c - b) & b \leq x < c \\ 0 & x \geq c \end{cases}$$

$$\text{trapecio}(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x < b \\ 1 & b \leq x < c \\ (d - x)/(d - c) & c \leq x < d \\ 0 & x > d \end{cases}$$

$$\text{gaussiana}(x: m, \sigma) = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2}$$

$$\text{sigmoidal}(x: a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$$

Figura 3 Función de pertenencia (formulas)
Fuente: (MEJÍA, 2019)

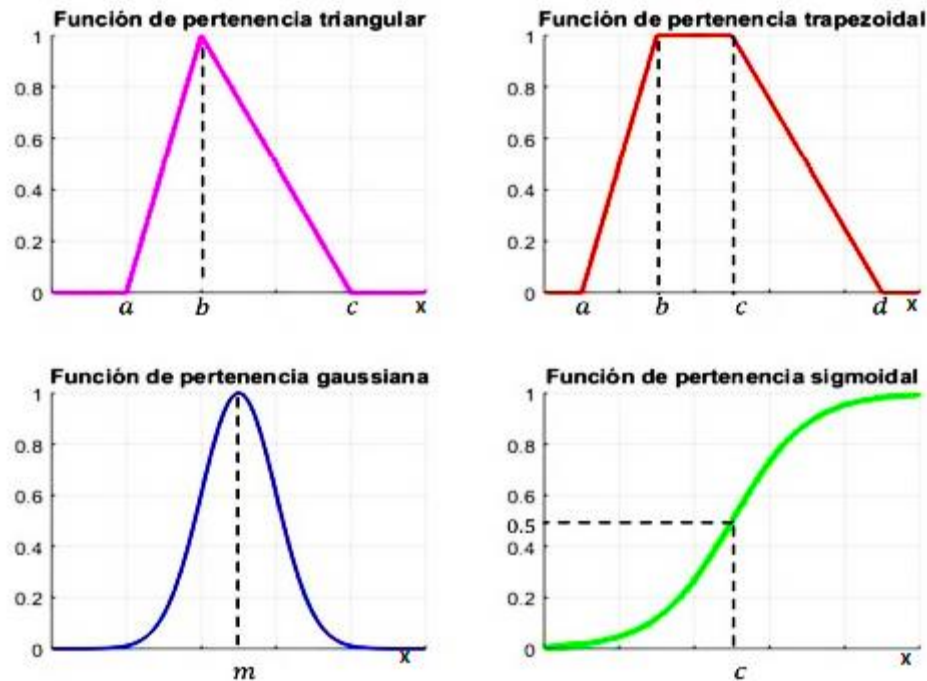


Figura 4 Tipos de funciones de pertenencia
Fuente: (MEJÍA, 2019)

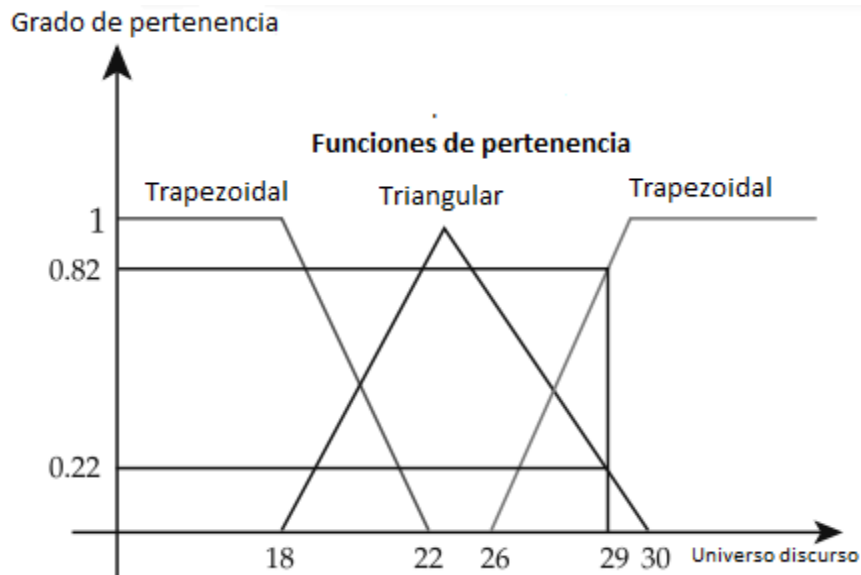


Figura 5 Grado de pertenencia

Fuente: (D. Guzmán, 2006)

El grado de pertenencia puede tomar valores de 0 a 1, donde el 1 representa pertenencia total al conjunto y 0 ninguna pertenencia al conjunto. De esta manera, al igual como razonamos los humanos podemos incluir en los conjuntos conceptos como: “está poco menos que caliente” o “está demasiado frío” o “está medio tibio”, etc.(D. Guzmán, 2006)

2.4.5 Inferencia difusa

El mecanismo de inferencia es la parte medular de un controlador lógico difuso ya que simula la capacidad para tomar decisiones de los seres humanos, basada en conceptos y acciones de control aprendidas y empleando implicaciones y reglas de inferencia. Este proceso se resuelve mediante operaciones lógicas de disyunción, conjunción e implicación, de tal forma que la evaluación de una regla vendrá dada por un antecedente y un consecuente.

En lógica difusa existen dos tipos de estructuras de implicación, Mamdani y Takagi-Sugeno-Kang.(Plaza. et al., 2012)

2.4.6 Estructura mamdani

El modelo fue propuesto por Ebrahim Mamdani en 1974; en este sistema difuso las reglas están dadas por expresiones lingüísticas.

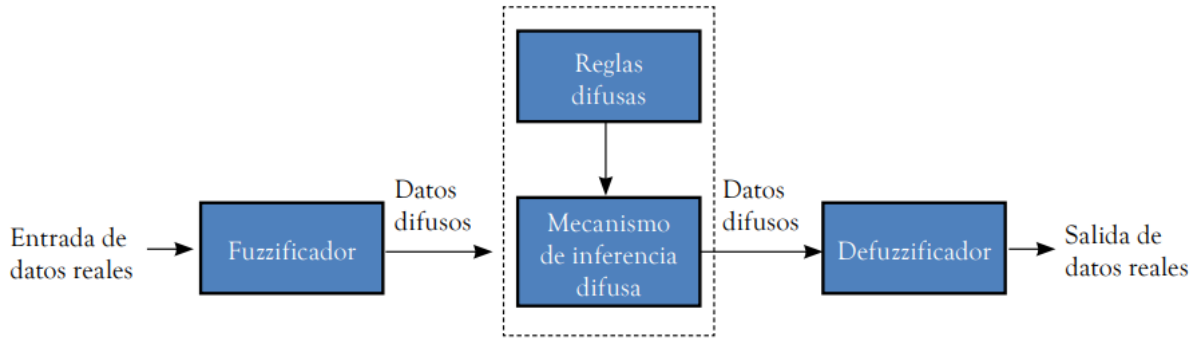


Figura 6 Procesamiento general de un sistema difuso Mamdani

Fuente: (Ferreira et al., 2012)

Los componentes principales de este sistema se explican a continuación:

Fuzzificador o fuzzificación

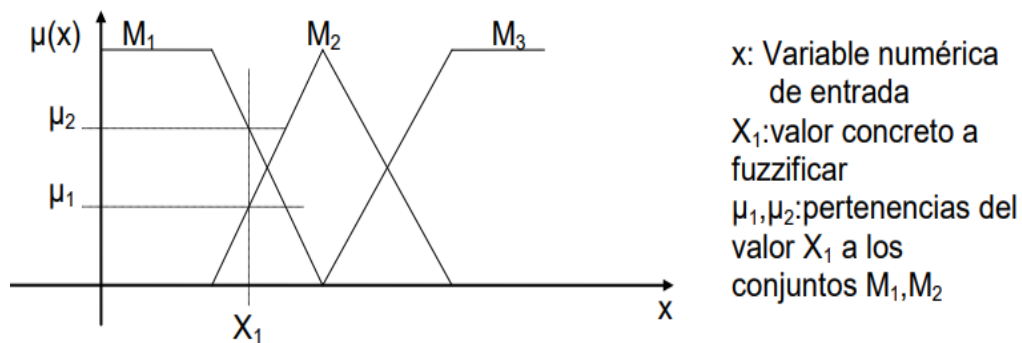


Figura 7 Fuzzificación

Fuente: (Arístides et al., 1997)

La entrada al sistema es un valor numérico y es necesario convertir este valor numérico en un valor difuso para que pueda ser interpretado por el mecanismo de inferencia. (Serna et al., 2012)

Mecanismo de inferencia difusa

Una vez que el fuzzificador arroja los valores difusos, el mecanismo de inferencia los procesa para obtener el grado de pertenencia a un determinado subconjunto difuso. Posteriormente, utilizando dicho grado de pertenencia se realiza la búsqueda de la regla más adecuada con la base de reglas difusas para obtener la salida difusa más apropiada. (Serna et al., 2012)

Base de reglas difusas (base de conocimiento)

Es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permite resolver el problema para el cual está diseñado. Estas reglas son del tipo SI-ENTONCES, el cual está formado por dos partes: el antecedente y el consecuente.(Fallis, 2013)

Defuzzificador

La salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, la cual no puede ser interpretada por una entidad externa que solo manipula información numérica. Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada, es necesario convertirla al tipo de salida que entienda la entidad externa. Existen varias opciones para realizar dicha conversión.(Fallis, 2013)

Para calcular el centroide de una figura compleja, se debe dividir la figura en varias partes para después combinar mediante la fórmula. (Hernandez, 2011)

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i (x_i + x_{i+1})/2}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Figura 8 Formula para hallar el centro de gravedad

Fuente: (Hernandez, 2011)

C: variable de salida.

A_i : Área parcial.

x_i, x_{i+1} : puntos de la recta en el universo de discurso (centros parciales).

Método de Trapecio

La regla del trapecio compuesta o regla de los trapecios es una forma de aproximar una integral definida utilizando n trapecios.(Google Sites, 2013)

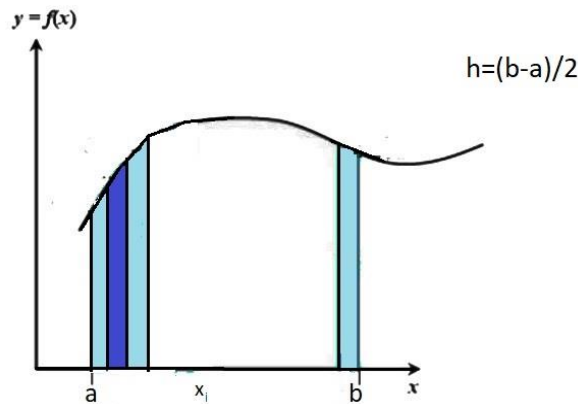


Figura 9 Función $f(x)$, el área bajo la curva, se puede aproximar mediante n trapecios

Fuente: (MORENO & OJEDA, 2015)

$$\int_a^b f(x) dx = \frac{h}{2} \left(f(a) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + f(b) \right)$$

Figura 10 formula de la regla de Trapecio

Fuente: (Google Sites, 2013)

Método Simpson 1/3

La Regla de Simpson 1/3 es uno de los métodos más aplicado en la práctica ya que nos proporciona un resultado apropiado con un error suficientemente bajo. (MARFIL, 2017)

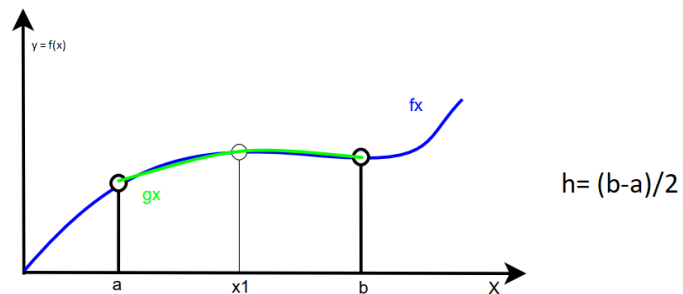


Figura 11 Aproximación de la integral mediante Método de Simpson

Fuente: (MARFIL, 2017)

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3} (f(a) + 4f(x_1) + f(b))$$

Figura 12 Formula de Simpson 1/3

Fuente: (MARFIL, 2017)

2.5 AGENTES INTELIGENTES

Según (Kérastase, 2020) Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medio ambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores (elementos que reaccionan a un estímulo realizando una acción). Un agente inteligente puede ser una entidad física o virtual.

Como ejemplos de entidades físicas pueden nombrarse: Un robot de comportamiento variable autorregulado (ya sea que su comportamiento sea determinado por software o incorporado directamente en la electrónica), Una computadora que ejecuta un software de diagnóstico médico y muestra resultados en una pantalla para ayudar a decidir a un médico, Una computadora especializada que controla un helicóptero en maniobras peligrosas para un hombre. (Kérastase, 2020)

Entidades puramente virtuales serían: Un software de descubrimiento de patrones en Internet que sólo interactúa con otro software. Un software softbot⁵ que simula a una persona en un juego de computadora, tal como un jugador de ajedrez, un jugador de fútbol contrincante o un conductor de carreras de automóviles, etc. (Kérastase, 2020)

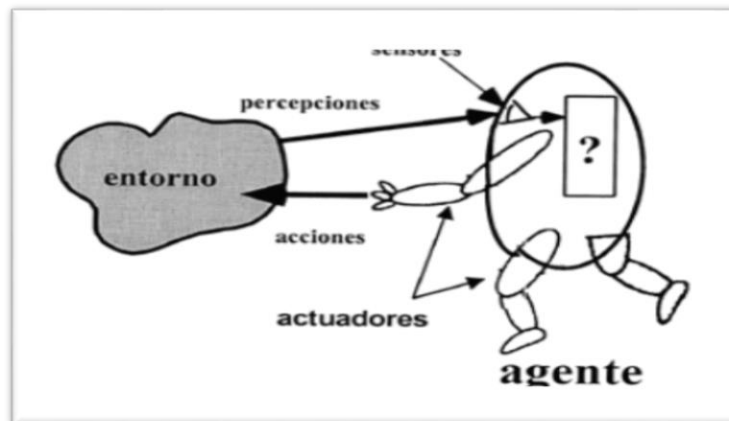


Figura 13 Visión esquemática de un Agente Inteligente

Fuente: (Yancato, 2012)

⁵ Softbot es un gestor de consulta

2.5.1 Diferencia de agentes inteligentes y software convencional

Hay dos principales características que distinguen a los agentes inteligentes del desarrollo de software tradicional y estas son la inteligencia y la agencia.

1. La dimensión de inteligencia se refiere al grado en el cual la aplicación utiliza razonamiento, aprendizaje y otras técnicas para interpretar la información o conocimiento al cual tiene acceso. Se puede decir que hay tres niveles de formas de inteligencia
 - La forma más modesta de inteligencia permite al usuario expresar sus preferencias.
 - Una forma intermedia podría formalizar un conjunto de reglas de razonamiento que, combinadas con conocimiento a corto y largo plazo, siguiendo un proceso de inferencia puede conducir a la toma de alguna acción.
 - Y un nivel superior es la capacidad del agente de modificar su capacidad de razonamiento en la base de nuevo conocimiento derivado de muchas fuentes, es decir, aprender.
2. La agencia es el grado en el cual el agente puede percibir su entorno y actuar en él. Define al agente, en otras palabras, para que un programa sea un agente debe poseer autonomía, habilidad social, reactividad y pro actividad.(Yancato, 2012)

2.5.2 Características de un agente inteligente

Según (Hípola & Vargas, 1999) los agentes inteligentes sí o sí tiene que poseer las siguientes características:

Autonomía: actuar sin ningún tipo de intervención humana directa, y tener control sobre sus propios actos.

Sociabilidad: comunicarse por medio de un lenguaje común con otros agentes, e incluso con los humanos.

Capacidad de reacción: percibir su entorno, y reaccionar para adaptarse a él.

Iniciativa: emprender las acciones para resolver un problema.

2.5.3 Estructura de un agente inteligente

Los agentes tienen una estructura básica o mínima o esquelética igual, y esta debe estar acorde con la función que realiza el agente.



Figura 14 Estructura de los Agentes

Fuente: (ESTEFANIA, 2015)

En general, la arquitectura hace que las percepciones de los sensores estén disponibles para el programa, ejecuta los programas, y se encarga de que los actuadores pongan en marcha las acciones generadas.(ESTEFANIA, 2015)

La arquitectura utilizada por el programa esqueleto de un agente le permite ejecutarse. A todos estos elementos de percepciones, acciones y metas que lleve a cabo el agente, así como el tipo de ambiente en que tal agente actúa se lo denomina PAMA.

Dónde:

$$\text{pama} = \text{percepciones} + \text{acciones} + \text{meta} + \text{ambiente}$$

Percepciones: Es la secuencia de información de los distintos estados del mundo exterior.

Acciones: Las acciones dependen de la “secuencia de percepciones” que percibe el agente y son una representación de las decisiones que pueden asumir para alcanzar su meta.

Meta: Es la guía por la cual el agente puede discernir sobre lo que quiere lograr y las acciones que quiere desarrollar, en función de las percepciones recibidas y las acciones emprendidas.

Ambiente: Es donde habilitan los agentes, este limita y condiciona al agente.(ARISMENDI, 2016)

2.5.4 Tipos de agentes

- **Cooperativos:** Se coordinan con otros agentes para conocer el entorno de información en el que se mueven.
- **Móviles:** Realizan las búsquedas basándose en la programación remota, de manera que se desplazan a través de los servidores, y ejecutan programas en éstos por orden de los usuarios.
- **Agentes de búsqueda:** Son agentes especializados en la búsqueda de datos, que realizan búsquedas conceptuales en base a los términos solicitados por los usuarios y las expanden añadiendo sinónimos o términos relacionados.
- **Agentes de consulta:** Realizan las consultas originando más agentes como respuesta a las peticiones del usuario. Éstos recogen información de las bases de datos, y si no consiguen la información solicitada, generarán nuevos agentes que ampliarán la búsqueda hasta obtener lo que busca el usuario.
- **Agentes de bases de datos:** Son agentes especializados en hacer consultas en una base de datos concreta, que conocen la información almacenada en ella.
- **Agentes de usuario:** Son agentes asociados a un individuo, a quien aportan información sobre las búsquedas de los usuarios.
- **Compradores web o ShopBots:** Son agentes que buscan información sobre productos en venta y comparan características y precios entre ellos para ofrecer al usuario los productos más adecuados a sus necesidades. (Nuñez et al., 2013)
- **Agentes pedagógicos:** Los agentes pedagógicos no son más que agentes especializados que “residen” en entornos interactivos de aprendizaje. Estos entornos son utilizados por alumnos para formarse en una materia particular, y el objetivo de los agentes pedagógicos es potenciar ese aprendizaje. Para ello, adaptarán su comportamiento según las necesidades del estudiante y el estado actual del entorno, proporcionando una realimentación continua a sus acciones. Sistemas más sofisticados pueden admitir varios estudiantes simultáneamente en el mismo entorno de aprendizaje, e incluso un número variable de agentes pedagógicos, creando así un escenario de aprendizaje colaborativo. (Choque Aspauzu, 2009)

2.6 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (STI)

Los sistemas tutores inteligentes. Es un sistema de enseñanza asistida por computadora, que utilizan técnicas de Inteligencia Artificial, principalmente para representar el conocimiento y dirigir una estrategia de enseñanza; y es capaz de comportarse como un experto, tanto en el dominio del conocimiento que enseña (mostrando al alumno cómo aplicar dicho conocimiento), como en el dominio pedagógico, donde es capaz de diagnosticar la situación en la que se encuentra el estudiante y de acuerdo a ello ofrecer una acción o solución que le permita progresar en el aprendizaje.(Robles & ROBLES, 1997)

2.6.1 Características de los sistemas tutores inteligentes

Según (Robles & ROBLES, 1997) nos dice que todo Sistema Tutor Inteligente debe cumplir las siguientes características:

- En primer lugar, se les da el calificativo de "Inteligentes" para contrastarlo con los sistemas tradicionales de instrucción por computadora, siendo la diferencia el uso de técnicas de la Inteligencia Artificial.
- Una razón para atribuir "inteligencia" a estos sistemas, está en su capacidad de resolver los problemas que presenta a los estudiantes, y explicar cómo lo hizo.
- Al igual que los sistemas tradicionales de instrucción por computadora, permiten un mayor grado de individualización en la instrucción; en particular, un sistema tutor inteligente relaciona la instrucción con el entendimiento de las metas y creencias del estudiante.
- En un sistema de CAI⁶ no inteligente, el orden y plan de interacción están más bien predefinidos; mientras que, en sistemas tutores inteligentes, se usan técnicas de Inteligencia Artificial tales como la planeación, optimización y búsquedas, dejando que el sistema decida "inteligentemente" el orden de presentación del contenido al alumno.
- La interacción puede ser muy variada en un sistema tutor inteligente; desde los pasivos o reactivos, que dependen completamente de esperar a que el alumno realice

⁶ Abreviatura que significa sistemas tradicionales de instrucción por computadora

una acción bien determinada; hasta los que constantemente presentan nueva información (tutor oportunista), pasando por los asesores, caracterizados por observar al alumno mientras que realiza una tarea, sin interferir constantemente, pero explicando o enseñando un concepto en un momento importante o cuando el alumno lo pide.

- Recientemente, se ha ampliado el uso de interfaces más sofisticadas, que refuerzan la disponibilidad y facilidad de uso de los tutores inteligentes. Dos tendencias importantes en este sentido, son la utilización de multimedia y del World Wide Web.

2.6.2 Arquitectura de un sistema tutor inteligente

La arquitectura general de un sistema tutor inteligente está estructurada en cuatro componentes: a) modelo de dominio, b) modelo del alumno, c) modelo instruccional y d) modelo de interfaz. Cada uno de estos componentes asume distintas funciones interactuando entre sí (B. Miguel & Luís, 2010).

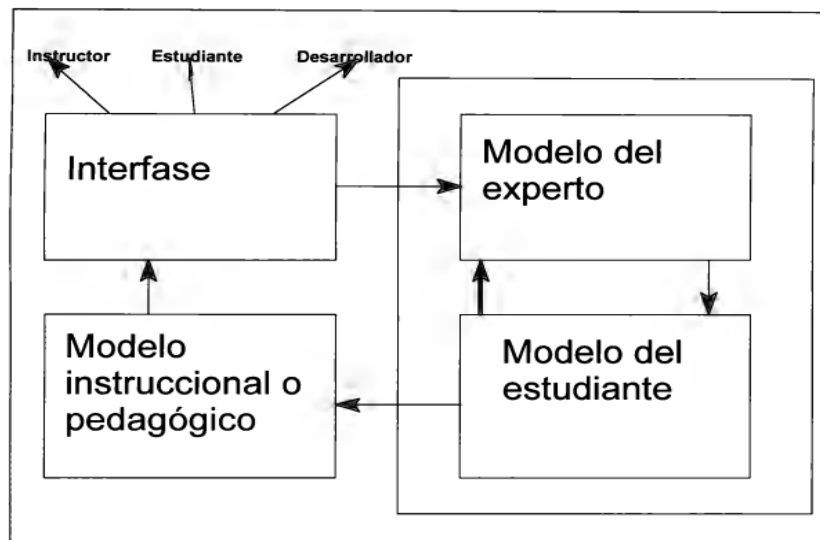


Figura 15 Arquitectura de Sistemas Tutores Inteligentes, según Kaplan

Fuente: (Robles & ROBLES, 1997)

- **La interfase**, que permite a los usuarios interactuar con el sistema. Se distinguen tres tipos específicos de usuarios: el Estudiante, el Instructor, y el Desarrollador del sistema.

- **El modelo instruccional o pedagógico**, el que se encarga de definir la estrategia para transmitir el conocimiento a los usuarios.
- **El modelo experto o del dominio**, el cual versa sobre la materia o curso que se impartirá.
- **El modelo del estudiante**, que refleja cuánto conoce el estudiante sobre el dominio, así como las experiencias cognitivas y de aprendizaje que ha llevado, del cual puede obtenerse un diagnóstico.(Robles & ROBLES, 1997)

2.7 PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

El aprendizaje y la enseñanza son procesos que se dan continuamente en la vida de todo ser humano, por eso no podemos hablar de uno sin hablar del otro. Ambos procesos se reúnen en torno a un eje central, el proceso de enseñanza-aprendizaje, que los estructura en una unidad de sentido. (Master, 2017)

El proceso de enseñanza-aprendizaje está compuesto por cuatro elementos: el profesor, el estudiante, el contenido y las variables ambientales (características de la escuela/aula). Cada uno de estos elementos influencia en mayor o menor grado, dependiendo de la forma que se relacionan en un determinado contexto.

Al analizar cada uno de estos cuatro elementos, se identifican las principales variables de influencia del proceso enseñanza-aprendizaje:

1. Estudiante: capacidad (inteligencia, velocidad de aprendizaje); motivación para aprender; experiencia anterior (conocimientos previos); disposición; interés y; estructura socioeconómica
2. Conocimiento: significado/valor, aplicabilidad práctica
3. Escuela/aula: comprensión de la esencia del proceso educativo
4. Docente: relación docente-estudiante; dimensión cognoscitiva (aspectos intelectuales y técnico-didácticos); actitud del docente; capacidad innovadora; compromiso con el proceso de enseñanza-aprendizaje.(Master, 2017)

2.7.1 Teoría o modelos de aprendizaje

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes teorías de aprendizaje. Estas se orientan a describir como se aprenden nuevas ideas y conceptos. La teoría de aprendizaje que

predominan hoy en día son: conductismo, cognitivismo y constructivismo, cuya característica general se describen a continuación:

- **Conductismo:** Considera que el aprendizaje da por resultado cambios observables en la conducta del sujeto. Se enfoca hacia la recepción de patrones de conducta, hasta que estos se realicen de manera automática. Sostiene que la conducta humana consiste en un gran conjunto de reflejos innatos y adquiridos. Algunos autores relevantes en desarrollo de esta teoría han sido: Watson, Skinner, Pavlov, Thorndike y Gagné.
- **Cognitivismo:** Considera que el aprendizaje ocurre cuando los aprendices son capaces de incorporar nuevos conceptos e ideas a su estructura cognitiva, al reconocer una relación entre algo que ya conocen y aquello que están aprendiendo. Los cambios en conducta les sirven como indicadores para entender lo que está pasando en la mente del aprendiz.
- **Constructivismo:** Se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que lo rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. Se enfoca hacia la preparación del aprendiz para resolver problemas en condiciones ambiguas. (ARISMENDI, 2016)

2.7.2 Enseñanza

En esta parte del proceso la tarea más importante del docente es acompañar el aprendizaje del estudiante. La enseñanza debe ser vista como el resultado de una relación personal del docente con el estudiante.

El docente debe tomar en cuenta el contenido, la aplicación de técnicas y estrategias didácticas para enseñar y aprender y la formación de valores en el estudiante.(Master, 2017)

2.7.3 Aprendizaje

De acuerdo a la teoría de Piaget (1969), el pensamiento es la base en la que se asienta el aprendizaje, es la manera de manifestarse la inteligencia.

La inteligencia desarrolla una estructura y un funcionamiento, ese mismo funcionamiento va modificando la estructura. La construcción se hace mediante la interacción del organismo con el medio ambiente. (Master, 2017)

En este proceso de aprendizaje, las ideas principales que plantea esta teoría son:

1. El encargado del aprendizaje es el estudiante, siendo el profesor un orientador y/o facilitador.
2. El aprendizaje de cualquier asunto o tema requiere una continuidad o secuencia lógica y psicológica.
3. Las diferencias individuales entre los estudiantes deben ser respetadas.

Como docentes, es necesario comprender que el aprendizaje es personal, centrado en objetivos y que necesita una continua y constante retroalimentación. Principalmente, el aprendizaje debe estar basado en una buena relación entre los elementos que participan en el proceso: docente, estudiante y compañeros.(Master, 2017)

2.8 IDIOMA QUECHUA

Según las investigaciones realizadas por los arqueólogos estadounidenses Richard Schaedel y el francés Frederic Engel, la lengua quechua habría llegado con los inmigrantes asiáticos que se establecieron en Perú, exactamente en el río Chankay, en el cañadón de Huaylas, Marañón y Huaylas, en el valle de Supe. Se dice que los incas se habrían desarrollado también en esas tierras. El lingüista Alfredo Torero sostiene esa hipótesis, indicando también que hay vestigios de palabras quechuas por esas regiones. Es posible que desde Caral se expandieran a lo largo del Tawantinsuyu y paulatinamente crecieran de número, construyeran sus casas, se apropiaran las tierras que trabajaban y acabaran por ponerse nombre.

El Estado Plurinacional de Bolivia se caracteriza por presentar una diversidad étnica y lingüística en los nueve departamentos que lo conforman; el idioma oficial es el castellano y también se hablan otros idiomas de las naciones y pueblos indígena originario campesinos.(Llanos, 2017)

2.8.1 ¿Dónde se habla la lengua quechua?

En Ecuador hay 451.783 hablantes de la lengua quechua, mientras que en Perú hay 3.360.331 hablantes y en Bolivia 2.283.465. El número de hablantes es menor en Argentina, donde hay 206.739 hablantes, y en Chile (6.175). De acuerdo a esos datos, Perú es el país con más hablantes, seguido por Bolivia y Ecuador.(Llanos, 2017)

2.8.2 ¿Dónde se habla la lengua quechua en Bolivia?

Bolivia está dividida en nueve departamentos y aunque en todos ellos se habla la lengua quechua, ésta es especialmente expresiva en tres departamentos: Cochabamba, Potosí y Chuquisaca. Puede sorprender que también sea una lengua muy utilizada en el departamento de Santa Cruz. Esto se debe sobre todo a los fenómenos de migración hacia las tierras bajas desde el altiplano, donde las tierras son menos fértiles y extensas. (Llanos, 2017)

2.8.3 ¿Cómo está el quechua en la actualidad?

Los ancianos y las ancianas aún hablan la lengua quechua medianamente pura, posiblemente porque muchos de ellos no entraron a la escuela o porque sólo cursaron unos pocos años. Como no aprendieron el castellano todavía tienen la facilidad de acuñar términos nuevos en lengua quechua, ya sea por analogía o por onomatopeyas. En consecuencia, hay muchos términos nuevos para la lengua quechua.

Por ejemplo:

Pukachana = Labial (en su mayoría es rojo), Parlana = Celular (en el campo utilizan más para hablar)

Ninri pichana = Cotonetes Americanía.

Asnachana = Perfume

Uyarina = Audífonos

Así podríamos enumerar muchos otros términos que se han acuñado. Y es que no podemos evitar que una lengua se mezcle con otras, por más que sus hablantes vivan ocultos, lejos del desarrollo, por más que no emigren a las grandes urbes. Por eso encontramos cantidad de términos castellanos en el discurso del quechua hablante.

Este fenómeno se da porque la lengua castellana tiene más poder frente a la lengua quechua, por tanto, es subordinante. Por otra parte, la lengua castellana engloba muchos pensamientos en una sola palabra, mientras que la lengua quechua es más descriptiva. Entonces, cuando queremos expresar una idea en quechua las palabras se multiplican y para expresar una idea de manera rápida el quechua hablante recurre a préstamos del castellano, adoptando raíces (tanto verbales como sustantivas) a las cuales se las sufixa.

Por ejemplo:

Está trabajando = trabajachkan

Sigue trabajando = trabajachkallanpuni

La violencia femenina = violencia ñisqa

Los niños ya no quieren trabajar, solo quieren estudiar = Wawakunaqa mañana trabajayta munankuchu paykunaqa estudiayllata munanku.(Llanos, 2017)

2.8.4 ¿Cómo es la escritura en la lengua quechua?

Antiguamente, los primeros que escribieron en la lengua quechua lo hicieron recurriendo a la grafía castellana, a la que añadieron fonemas explosivos (ch'', k'', p'', q'', t'') y fonemas aspirados (chh, kh, ph, qh, t''). Ya en los primeros congresos se debatió sobre el pentavocalismo y el trivocalismo, adoptando finalmente la decisión americana. De estandarizar el uso de tres vocales en la lengua quechua. Otro debate importante sobre la lengua fue la cuestión de las variantes regionales. Mientras que cada población quechua hablante deseaba graficar tal como hablaban, en los congresos de especialistas se proponía unificar o normalizar la lengua quechua. De hecho, la unificación de la lengua de los tres países fue muy ardua, ya que el aspecto fonológico, semántico o la incorporación de otros términos hacían que la lengua quechua pareciera ajena al hablante de otra región. En algunas regiones de Bolivia, los quechua hablantes incluso echaron a los profesores con el siguiente argumento: “ustedes están enseñando a nuestros hijos el quechua peruano.(Llanos, 2017)

2.9 METODOLOGÍA DE DESARROLLO MeISE: METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE EDUCATIVO

Según (Figueroa, 2009) la Metodología de Ingeniería de Software Educativo MeISE propone un ciclo de vida dividido en dos etapas.

Etapas de definición: La fase conceptual, durante la cual se identifican los requerimientos del sistema, se conforma el equipo de trabajo y se elabora el plan de desarrollo; La fase de análisis y diseño inicial, en la que se propone la arquitectura que servirá de base para la solución del problema y se establecen las características pedagógicas y de comunicación que regirán el desarrollo del software; Fase de plan de iteraciones, en la cual se divide el proyecto en partes funcionales que permitan mejor control en su desarrollo;

Etapa de desarrollo: la fase de diseño computacional, en la que se realizará un diseño computacional detallado de un incremento específico del software; La fase de desarrollo, durante la cual se implementa la arquitectura en forma incremental (iteración por iteración).

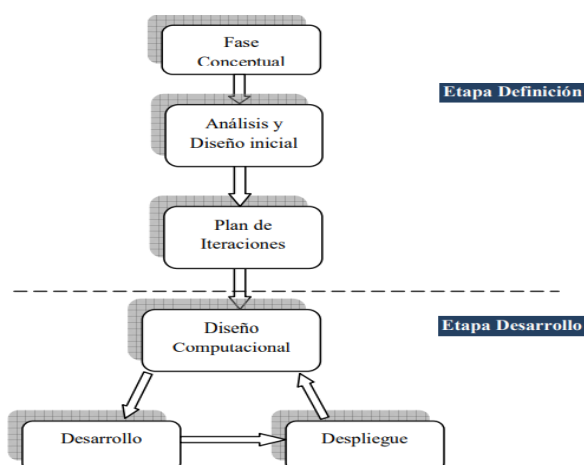


Figura 16 Ciclo de la metodología MeISE

Fuente: (Figuerola, 2009)

2.9.1 Etapa conceptual

Esta etapa inicia con una investigación sobre los requerimientos que se cubrirán con el producto a desarrollar, delimitando su alcance. Se desarrolla el plan del proyecto, se evalúan riesgos y se establecen los criterios de éxito.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Analizar las necesidades educativas	<p>Modelo instruccional (incluye temática a atender, objetivos, conocimientos previos, fuentes de información, modelo educativo a utilizar, elementos de motivación y formas de evaluación).</p> <p>Glosario (descripción de los términos que pueden causar confusión o duda).</p>
Revisar alternativas de solución	<p>Estudio de alternativas (establece las diferentes alternativas que se tienen para el desarrollo del software, se determina el tipo de modelo educativo y se justifica la elección).</p>
Elaborar un estudio de riesgos	<p>Lista de riesgos (establece los riesgos relativos al desarrollo y a los aspectos pedagógicos y la forma de atenderlos).</p>

Conformar el equipo de trabajo y el plan inicial de desarrollo	Plan Inicial (se conforma el equipo de trabajo, se elabora la programación de actividades, se asignan responsables a cada una y se determinan los tiempos estimados para llevarlas a cabo)
Identificar la funcionalidad que se pretende alcanzar con el software	Modelo de actores (identifica los tipos de usuario que utilizarán el software y describe sus características). Modelo de casos de uso (establece un modelo general de las funciones que cubrirá el sistema a través de diagramas de casos de uso y su especificación)
Establecer los criterios de medición de calidad del proceso, considerando aspectos tanto técnicos como pedagógicos	Modelo de aceptación (incluye las características mínimas que deben cumplirse para que el producto se acepte).

Tabla 2 Actividades y Artefactos de la fase Conceptual

Fuente: (Figuerola, 2009)

2.9.2 Análisis y diseño inicial

En la fase de análisis y diseño inicial se analiza el dominio del problema y se establece la arquitectura del sistema. En este punto se describen a detalle los requisitos del software y las características educativas y de comunicación que el producto debe contemplar.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Identificar los requisitos funcionales y no funcionales que se cubrirán con el software	Modelo de requisitos (Se determinan los requisitos que debe cumplir el software en cuanto a funcionalidad, comunicación, interfaz y docencia).
Establecer la arquitectura del software	Descripción de la arquitectura (establecer la arquitectura base sobre la cual se desarrollará el software; se debe considerar que dicha arquitectura sea capaz de atender adecuadamente las tareas de aprendizaje que se van a manejar)

Elaborar el diseño educativo	Modelo educativo (Se definen el objetivo terminal y los Subobjetivo, y en base a éstos se establecen las tareas de aprendizaje apegadas al tipo de modelo educativo).
Elaborar el diseño de comunicación general del product	Modelo de interfaz (diseño de las zonas de comunicación y pantallas que se seguirán a lo largo del desarrollo). Modelo de navegación (diseño de los caminos de navegación generales que se presentarán al usuario) Prototipo de la interfaz de usuario (establecer las plantillas de diseño que se seguirán a lo largo del desarrollo).

Tabla 3 Actividades y Artefactos de la Fase de Análisis y Diseño Inicial
Fuente: (Figueroa, 2009)

2.9.3 Plan de iteraciones

Una vez identificados los requisitos a cubrir con el software se procede a analizar cuántos subproductos funcionales pueden producirse de modo que se puedan liberar partes operativas del sistema final, con el objetivo de llevar un mejor control en el desarrollo. Una vez identificados los incrementos se priorizan y se colocan con mayor prioridad aquellos que cubren los conocimientos base.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Diseñar las iteraciones de forma que las versiones ejecutables cubran objetivos didácticos bien planeados, de acuerdo a la Secuencia de temas.	Plan de iteraciones (dividir el desarrollo en iteraciones, cuidando de que cada iteración cubre requisitos y objetivos educativos completos).
Priorizar las iteraciones, de modo que las que contienen conocimientos básicos que se requieren como base para aprendizajes posteriores se Ejecuten primero.	Lista de Iteraciones Priorizadas (ordenar las iteraciones programadas de forma lógica de acuerdo a los contenidos).

Tabla 4 Actividades y Artefactos de la Fase del Plan de Iteraciones
Fuente: (Figueroa, 2009)

2.9.4 Diseño computacional

Para cada iteración se debe elaborar el diseño computacional detallado, de modo que sirva de base para el desarrollo.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Realizar el plan de trabajo de la iteración	Plan de trabajo (se determinan las tareas que se realizarán en el diseño del software, se asignan a los miembros del equipo y se calendarizan).
Elaborar el diseño computacional	Modelo de diseño (detallar el diseño a través de diagramas de clases y secuencia, incluir la descripción de clases y métodos; Para los desarrollos que requieren bases de datos, incluir la especificación de diccionario de datos y diagramas entidad-relación).
Refinar el diseño de navegación	Modelo de navegación refinado (diseñarlos caminos de navegación específicos para la iteración en desarrollo).
Refinar prototipo de interfaz	Modelo de interfaz usuario (desarrollar las pantallas específicas para los elementos de la iteración en desarrollo).

Tabla 5 Actividades y Artefactos de la Fase de Diseño Computacional.

Fuente: (Figuerola, 2009)

2.9.5 Desarrollo

Se desarrolla en esta fase el producto, implementando la arquitectura de manera que se obtiene una versión del software lista para que sea utilizada por los usuarios finales.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Desarrollar los components	Modelo de desarrollo (Determinar los componentes a desarrollar y documentarlos).
Probar los components	Modelo de pruebas unitarias (Realizar pruebas de los componentes contra los criterios previamente establecidos. Estas pruebas deben incluir las pruebas del diseño instruccional).
Integrar al desarrollo previo	Modelo de Integración (establecer un plan para incorporar el nuevo desarrollo a la liberación previa si es el caso).
Realizar pruebas de integración	Pruebas de integración (realizar pruebas para verificar que la incorporación del nuevo incremento no ha inducido fallas al sistema)

Tabla 6 Actividades y Artefactos de la Fase de Desarrollo
Fuente: (Figueroa, 2009)

2.9.6 Fase de despliegue

En la fase de despliegue se realiza la transición del producto a los usuarios. Aquí se culmina con una versión ejecutable del producto. Al finalizar esta etapa se evalúa la conveniencia de continuar los desarrollos, y en su caso regresar a la etapa de diseño computacional para continuar con el siguiente incremento.

ACTIVIDAD	ARTEFACTO
Entregar producto al usuario	Producto (Se debe entregar el producto debidamente empacado, etiquetado y con información sobre su contenido, aplicación, población objetivo y requerimientos de instalación). Manual de Usuario (Debe contener información detallada de cómo utilizar el software).

	Manual de Instalación (información de los requerimientos para su funcionamiento y procedimiento de instalación).
Evaluar las características de calidad y satisfacción de los usuarios	Aceptación del Usuario _(realizar pruebas con los usuarios finales y comprobar su grado de satisfacción y efectividad del software).
Evaluar la conveniencia de continuar con otro incremento al producto	Evaluación de despliegue (analizar los resultados de la prueba de aceptación del usuario y determinar si es conveniente seguir con otra iteración.)

Tabla 7 Actividades y Artefactos de la Fase de Despliegue

Fuente: (Figueroa, 2009)

2.10 LENGUAJE DE MODELADO UNIFICADO (UML)

El lenguaje de modelado unificado (UML) es una forma estándar de visualizar el diseño de un sistema. Es un lenguaje gráfico que incluye un conjunto de símbolos que pueden utilizarse para crear diagramas que representen un sistema. Los diagramas UML pueden utilizarse para representar la estructura de un sistema, el comportamiento de un sistema o las relaciones entre los componentes de un sistema. El término unificado significa que el lenguaje está diseñado para ser utilizado para modelar cualquier tipo de sistema, desde pequeños sistemas de software hasta grandes sistemas empresariales. UML está pensado para ser un lenguaje de modelado de propósito general, lo que significa que puede utilizarse para modelar cualquier cosa, desde sistemas simples hasta sistemas complejos.(Ríos, 2018)

2.11 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA LA WEB

2.11.1 HTML

HTML es el lenguaje que se emplea para el desarrollo de páginas de internet. Está compuesto por una serie de etiquetas que el navegador interpreta y da forma en la pantalla. HTML dispone de etiquetas para imágenes, hipervínculos que nos permiten dirigirnos a otras páginas, saltos de línea, listas, tablas, etc. Podríamos decir que HTML sirve para crear páginas web, darles estructura y contenido.(Gonzalez Gutierrez, 2006)

```
1  <!DOCTYPE html>
2  <html>
3  <head>
4  |   <title>esto es html</title>
5  </head>
6  <body>
7  |   <p>Bienvenido a html</p>
8  </body>
9  </html>
```

Figura 17 Estructura HTML

Fuente: Elaboración propia.

2.11.2 CSS

CSS es un lenguaje utilizado en la presentación de documentos HTML. Un documento HTML viene siendo coloquialmente “una página web”. Entonces podemos decir que el lenguaje CSS sirve para organizar la presentación y aspecto de una página web. Este lenguaje es principalmente utilizado por parte de los navegadores web de internet y por los programadores web informáticos para elegir multitud de opciones de presentación como colores, tipos y tamaños de letra, etc. La filosofía de CSS se basa en intentar separar lo que es la estructura del documento HTML de su presentación. Por decirlo de alguna manera: la página web sería lo que hay debajo (el contenido) y CSS sería un cristal de color que hace que el contenido se vea de una forma u otra. Usando esta filosofía, resulta muy fácil cambiarle el aspecto a una página web: basta con cambiar “el cristal” que tiene delante. Piensa por ejemplo qué ocurre si tienes un libro de papel y lo miras a través de un cristal de color azul, que ves el libro azul. En cambio, si lo miras a través de un cristal amarillo, verás el libro amarillo. El libro (el contenido) es el mismo, pero lo puedes ver de distintas maneras.(M. Sierra, 2006)

2.11.3 Bootstrap

El framework Bootstrap vio la luz en el año 2011. En un principio fue desarrollado por Twitter aunque posteriormente fue liberado bajo licencia MIT. Hoy en día continúa su desarrollo en un repositorio de GitHub. Se trata de un framework que ofrece la posibilidad de crear un sitio web totalmente responsivo mediante el uso de librerías CSS. En estas librerías, nos podemos encontrar un gran número elementos ya desarrollados y listos para ser utilizados como pueden ser botones, menús, cuadros e incluso un amplio listado de tipografías. Desde que vio la luz, Bootstrap se ha caracterizado por tratarse de una excelente herramienta para crear interfaces de usuarios limpias y totalmente adaptables a cualquier tipo de dispositivo y pantalla, independientemente de su tamaño.(Mestras, 2011)

Características de Bootstrap

a) Fácil e intuitivo

El framework es fácil y muy rápido de aprender, más para aquellas personas que tengan conocimientos de diseño web. Alguien que no sepa nada de estilos CSS podría ser capaz de crear un portal totalmente responsivo, utilizando algunas de las muchas etiquetas que se ofrece.(Mestras, 2011)

b) Compatibles con todos los navegadores

Bootstrap es compatible con la mayoría de navegadores web del mercado.(Mestras, 2011)

2.11.4 Javascript

JavaScript es un lenguaje de programación de scripts (secuencia de comandos) orientado a objetos. (Mendez, 2019)

JavaScript es un lenguaje interpretado, lo que significa que es un lenguaje interpretado. Por tanto, es necesario contar con un intérprete para ejecutar código Javascript, Cada navegador tiene un intérprete Javascript, que varía en función del navegador. Si está utilizando Internet Explorer, el intérprete es llamado JScript (versión 9 intérprete llamado Chakra), en Mozilla Firefox se llama SpiderMonkey y el motor V8 es el de Google Chrome. (Mendez, 2019)

Javascript actualmente es principalmente utilizado en internet, junto con las páginas web (HTML o XHTML). Javascript está directamente incluido en la página web (o en un archivo

externo) y mejora una página HTML, añadiendo interacción del usuario, animación, ayudas a la navegación.(Mendez, 2019)

JavaScript es un lenguaje del lado del cliente, es decir que los scripts son ejecutados por el navegador del usuario (cliente). Esto difiere de los llamados lenguajes de script del lado del servidor que son ejecutadas por el servidor web. Este es el caso de lenguajes como PHP.(Mendez, 2019)

2.11.5 AJAX

Según (Zanker, 2005) el término AJAX se presentó por primera vez en el artículo "Ajax: A New Approach to Web Applications" publicado por Jesse James Garrett el 18 de Febrero de 2005. Hasta ese momento, no existía un término normalizado que hiciera referencia a un nuevo tipo de aplicación web que estaba apareciendo. En realidad, el término AJAX es un acrónimo de Asynchronous JavaScript + XML, que se puede traducir como "JavaScript asíncrono + XML". El artículo define AJAX de la siguiente forma: "Ajax no es una tecnología en sí mismo. En realidad, se trata de varias tecnologías independientes que se unen de formas nuevas y sorprendentes."

Las tecnologías que forman AJAX son:

- XHTML y CSS, para crear una presentación basada en estándares.
- DOM, para la interacción y manipulación dinámica de la presentación.
- XML, XSLT y JSON, para el intercambio y la manipulación de información.
- XMLHttpRequest, para el intercambio asíncrono de información.
- JavaScript, para unir todas las demás tecnologías.(Zanker, 2005)

2.11.6 PHP

PHP es el acrónimo de Hypertext Preprocesor. Es un lenguaje de programación del lado del servidor gratuito e independiente de plataforma, rápido, con una gran librería de funciones y mucha documentación.(Álvarez, 2001)

Un lenguaje del lado del servidor es aquel que se ejecuta en el servidor web, justo antes de que se envíe la página a través de Internet al cliente. Las páginas que se ejecutan en el servidor pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red, y otras tareas para crear la página

final que verá el cliente. El cliente solamente recibe una página con el código HTML resultante de la ejecución de PHP.(Álvarez, 2001)

2.12 MODELO VISTA CONTROLADOR (MVC)

MVC es una propuesta de arquitectura del software utilizada para separar el código por sus distintas responsabilidades, manteniendo distintas capas que se encargan de hacer una tarea muy concreta, lo que ofrece beneficios diversos.

MVC se usa inicialmente en sistemas donde se requiere el uso de interfaces de usuario, aunque en la práctica el mismo patrón de arquitectura se puede utilizar para distintos tipos de aplicaciones. Surge de la necesidad de crear software más robusto con un ciclo de vida más adecuado, donde se potencie la facilidad de mantenimiento, reutilización del código y la separación de conceptos.

Su fundamento es la separación del código en tres capas diferentes, acotadas por su responsabilidad, en lo que se llaman Modelos, Vistas y Controladores, o lo que es lo mismo, Model, Views & Controllers, si lo prefieres en inglés.(A. Miguel, 2016)

Modelos

Es la capa donde se trabaja con los datos, por tanto, contendrá mecanismos para acceder a la información y también para actualizar su estado. Los datos los tendremos habitualmente en una base de datos, por lo que en los modelos tendremos todas las funciones que accederán a las tablas y harán los correspondientes selects, updates, inserts, etc.(A. Miguel, 2016)

Vistas

Las vistas contienen el código de la aplicación que va a producir la visualización de las interfaces de usuario, o sea, el código que nos permitirá renderizar los estados de nuestra aplicación en HTML. En las vistas nada más tenemos los códigos HTML y PHP que nos permite mostrar la salida.

En la vista generalmente se trabaja con los datos, sin embargo, no se realiza un acceso directo a éstos. Las vistas requerirán los datos a los modelos y ellas se generarán la salida, tal como nuestra aplicación requiera.(A. Miguel, 2016)

Controladores

Contiene el código necesario para responder a las acciones que se solicitan en la aplicación, como visualizar un elemento, realizar una compra, una búsqueda de información, etc.

En realidad, es una capa que sirve de enlace entre las vistas y los modelos, respondiendo a los mecanismos que puedan requerirse para implementar las necesidades de nuestra aplicación. Sin embargo, su responsabilidad no es manipular directamente datos, ni mostrar ningún tipo de salida, sino servir de enlace entre los modelos y las vistas para implementar las diversas necesidades del desarrollo.(A. Miguel, 2016)

2.13 SERVIDORES DE APLICACIÓN WEB

Los servidores web son programas de uso cotidiano en internet, que emplean para comunicarse diversos protocolos de datos, siendo el más común y de alguna manera estándar el HTTP (HyperText Transfer Protocol). Sin embargo, es posible también usar el término para referirse al computador en el que están guardados los archivos que componen un sitio web, junto al software necesario para cumplir con la conexión de datos web.(Raffino, 2019)

2.14 GESTORES DE BASE DE DATOS

2.14.1 Sistemas gestores de bases de datos relacionales (SQL)

El Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) o DataBase Managenent System (DBMS) es un sistema que permite la creación, gestión y administración de bases de datos, así como la elección y manejo de las estructuras necesarias para el almacenamiento y búsqueda de información del modo más eficiente posible.

Desde que se comenzó a usar el modelo de bases de datos relacionales, en 1970, ha ido sufriendo una serie de transformaciones hasta convertirse, hoy en día, en el modelo más utilizado para administrar bases de datos.(Marín, 2019)

2.14.2 MYSQL

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos relacional más extendido en la actualidad al estar basada en código abierto. Desarrollado originalmente por MySQL AB, fue adquirida por Sun Microsystems en 2008 y está su vez comprada por Oracle Corporation en 2010, la cual ya era dueña de un motor propio InnoDB para MySQL. (Altube, 2021)

2.15 ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE)

Los Entornos de Desarrollo Integrado o IDE (Integrated Development Environment) es un espacio de trabajo virtual que se utiliza para el desarrollo y programación de aplicaciones de software. Gracias a las herramientas y mecanismos que aporta un IDE la tarea de programar es mucho más sencilla, ahorrando tiempo y consiguiendo que la productividad y eficiencia de los programadores y desarrolladores sea mucho más alta. (hostingplus, 2021)

2.15.1 Sublime text

Sublime Text es un editor de código multiplataforma, ligero y con pocas concesiones a las florituras. Es una herramienta concebida para programar sin distracciones. Su interfaz de color oscuro y la riqueza de coloreado de la sintaxis, centra nuestra atención completamente. Sublime Text permite tener varios documentos abiertos mediante pestañas, e incluso emplear varios paneles para aquellos que utilicen más de un monitor. Dispone de modo de pantalla completa, para aprovechar al máximo el espacio visual disponible de la pantalla.

El sistema de resaltado de sintaxis de Sublime Text soporta un gran número de lenguajes (C, C++, C#, CSS, D, Erlang, HTML, Groovy, Haskell, HTML, Java, JavaScript, LaTeX, Lisp, Lua, Markdown, Matlab, OCaml, Perl, PHP, Python, R, Ruby, SQL, TCL, Textile and XML).(Manuel, 2012)

2.16 VIOLET UML EDITOR

Violet UML Editor es un poderoso software de modelado, fácil de aprender y usar, multiplataforma y completamente gratuito (distribuido bajo la Licencia Pública General GNU), es un programa de Java. Se ejecuta en cualquier plataforma que tenga Java Runtime Environment 6.0 o superior. Violet fue creado para estudiantes, profesores y autores que necesitan producir diagramas UML simples rápidamente. No está diseñado como una herramienta de fuerza industrial. Con violet UML Edit podemos crear diferentes tipos de dagramas como diagramas de casos de uso, diagramas de clase, diagramas de objetos, diagramas de estado, diagramas de actividades y diagramas de secuencia.(Pellegrin, 2022)

2.17 MÉTRICAS DE CALIDAD DE SOFTWARE

2.17.1 La Norma ISO-9126

La ISO, bajo la norma ISO-9126, ha establecido un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software el cual fue publicado en 1992 con el nombre de “Information technology Software product evaluation: Quality characteristics and guidelines for their use”, en el cual se establecen las características de calidad para productos de software. El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portatilidad; cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de subcaracterísticas que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software.(Abud, 2012)

2.17.2 Características de calidad

Funcionalidad

En este grupo se conjunta una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado. Para este propósito se establecen los siguientes atributos:

- Adecuación. Se enfoca a evaluar si el software cuenta con un conjunto de funciones apropiadas para efectuar las tareas que fueron especificadas en su definición.
- Exactitud. Este atributo permite evaluar si el software presenta resultados o efectos acordes a las necesidades para las cuales fue creado.
- Interoperabilidad. Permite evaluar la habilidad del software de interactuar con otros sistemas previamente especificados.
- Conformidad. Evalúa si el software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.
- Seguridad. Se refiere a la habilidad de prevenir el acceso no autorizado, ya sea accidental o premeditado, a los programas y datos.(Abud, 2012)

Confiabilidad

Aquí se agrupan un conjunto de atributos que se refieren a la capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido. Las características que el estándar sugiere son:

- Nivel de Madurez. Permite medir la frecuencia de falla por errores en el software.
- Tolerancia a fallas. Se refiere a la habilidad de mantener un nivel específico de funcionamiento en caso de fallas del software o de cometer infracciones de su interfaz específica.
- Recuperación. Se refiere a la capacidad de restablecer el nivel de operación y recobrar los datos que hayan sido afectados directamente por una falla, así como al tiempo y el esfuerzo necesarios para lograrlo.(Abud, 2012)

Usabilidad

Consiste de un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.

- Comprensibilidad. Se refiere al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software.
- Facilidad de Aprender. Establece atributos del software relativos al esfuerzo que los usuarios deben hacer para aprender a usar la aplicación.
- Operabilidad. Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.
(Abud, 2012)

Eficiencia

Esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados. Los aspectos a evaluar son:

- Comportamiento con respecto al Tiempo. Atributos del software relativos a los tiempos de respuesta y de procesamiento de los datos.
- Comportamiento con respecto a Recursos. Atributos del software relativos a la cantidad de recursos usados y la duración de su uso en la realización de sus funciones.
(Abud, 2012)

Mantenibilidad

Se refiere a los atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad. En este caso, se tienen los siguientes factores:

- Capacidad de análisis. Relativo al esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, o para identificar las partes que deberán ser modificadas.
- Capacidad de modificación. Mide el esfuerzo necesario para modificar aspectos del software, remover fallas o adaptar el software para que funcione en un ambiente diferente.
- Estabilidad. Permite evaluar los riesgos de efectos inesperados debidos a las modificaciones realizadas al software.
- Facilidad de Prueba. Se refiere al esfuerzo necesario para validar el software una vez que fue modificado.(Abud, 2012)

Portabilidad

En este caso, se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro, y considera los siguientes aspectos:

- Adaptabilidad. Evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.
- Facilidad de Instalación. Es el esfuerzo necesario para instalar el software en un ambiente determinado.
- Conformidad. Permite evaluar si el software se adhiere a estándares o convenciones relativas a portabilidad.
- Capacidad de reemplazo. Se refiere a la oportunidad y el esfuerzo usado en sustituir el software por otro producto confusiones similares.(Abud, 2012)

2.18 MODELO COCOMO

COCOMO es un modelo de formulación matemática con un fuerte componente de base empírica, principalmente utilizado para estimación de costos en los proyectos de software. Este modelo, propuesto por Barry W. Boehm, fue introducido a finales de los años 70 y comienzos de los 80 del siglo pasado en su trabajo, Software Engineering Economics

(Boehm, 1981). Entre otras características, el modelo COCOMO está orientado a la magnitud del producto final, está basado en estimaciones matemáticas, mide el “tamaño” del proyecto y utiliza las líneas de código como unidad de medida. Dos de los aspectos fundamentales del modelo COCOMO son los sub modelos y los modos de desarrollo.(Garita & Lizano, 2018)

Los sub modelos son tres: básico, intermedio y detallado. Por su parte, los modos de desarrollo son también tres: orgánico, semi-acoplado y empotrado. En la Tabla 8 se muestra el esquema de modos de desarrollo de software con sus principales características que ayudan a elegir el tipo de modo de desarrollo para un proyecto en particular. En esta Tabla 8.

Modo de desarrollo	Requisites	Tamaño	Complejidad	Personas	Experiencias
Organico	Poco Rigidos	Pequeño (<50KLDC)	Pequeña	Pocas	Mucha
Semiacoplada	Poco/medio	Medio (50 a 300KLDC)	Medio	Medio	Medio
Empotrado	Alto	Grande (>300KLDC)	Alta	Alta	Poca

Tabla 8 Esquema de modos de desarrollo de software
Fuente: (Garita & Lizano, 2018)

Estos modos de desarrollo permiten utilizar cuatro valores constantes. En la Tabla 9 se muestran los modos de desarrollo y los valores constantes respectivos. Estos valores constantes, codificados aquí como “a”, “b”, “c” y “d”, son propuestos por el modelo COCOMO para complementar las ecuaciones de cálculo usadas en el modelo.

Modo de desarrollo	COCOMO Basico a	COCOMO Intermedio a	B	C	d
Organico	2.4	3.2	1.05		0.38
Semiacoplado	3.0		1.12	2.50	0.35
Empotrado	3.6	2.8	1.20		0.32

Tabla 9 Valores constantes por modo de desarrollo
Fuente: (Garita & Lizano, 2018)

Estas ecuaciones se utilizan para calcular el esfuerzo nominal en personas/mes (E), tiempo estimado en meses (T) y personal requerido (P). No se incluyen las ecuaciones para el sub modelo detallado, por razones de espacio dentro del desarrollo de la propuesta del enfoque pedagógico descrita en este trabajo. En la Tabla 10, se muestran las ecuaciones para esfuerzo nominal en personas/mes (E), tiempo estimado en meses (T) y personal requerido (P) así como los multiplicadores de esfuerzo (ME), utilizados solo en la ecuación de esfuerzo del sub modelo intermedio.

Ecuacion	Submodelo basico	Submodelo intermedio
Esfuerzo (E)	$(E) = a * (KLDC)b$	$(E) = a * (KLDC)b * ME$
Tiempo (T)	$(T) = c * (E)d$	$(T) = c * (E)d$
Personal (P)	$(P) = E/T$	$(P) = E/T$

Tabla 10 Ecuación por tipo de modelo COCOMO: Básico e intermedio
Fuente: (Garita & Lizano, 2018)

Consideraciones finales del capítulo

El presente capítulo hizo un estudio sobre la inteligencia artificial y sus técnicas como la lógica difusa, que permitirá plasmar los conocimientos de un docente al momento de evaluar el aprendizaje a los estudiantes. Se detalló que es un agente pedagógico y los diferentes agentes que existen. También se realizó un estudio minucioso sobre que es el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se encontró mucha información sobre que son los Sistemas Tutor Inteligentes y sus características. También se encontró información sobre el Idioma quechua, y la metodología MeISE una metodología usada para el desarrollo de software educativos. Se buscó sobre la norma ISO/IEC 9126 para la calidad del software y el modelo COCOMO para la estimación de costo de software. Se realizó un estudio de las tecnologías más empleadas en el desarrollo de aplicaciones Web, seleccionando Bootstrap como framework de diseño y las tecnologías web, javascript y Ajax combinados para dar una rápida visualización en la interfaz para el usuario, SublimeText como editor de código para el desarrollo del proyecto, PHP como lenguaje de programación de lado del servidor, MySQL como gestor de base de datos y Violet Uml para modelado de diagramas.

CAPÍTULO III

MARCO APLICATIVO

En el presente capítulo se formalizará, la estructura del tutor inteligente web realizado para fortalecer el aprendizaje del idioma quechua mediante la utilización de la metodología MEISE, propuesta por María Antonieta Abud Figueroa, del mismo se debe incorporar aspectos didácticos y pedagógicos, que facilite y garantice la satisfacción de necesidades educativas y lograr el producto del presente proyecto.

3.1 DESARROLLO DEL TUTOR UTILIZANDO LA METODOLOGÍA MeISE

3.1.1 Fase conceptual

a) Análisis de necesidades educativas

En gran mayoría de las entidades educativas (Institutos, Universidades y Unidades Educativas) existen necesidades educativas, se identificó como: las necesidades de apoyo a estudiantes que tienen problemas, una tutoría personalizada para cada estudiante, buscar diferentes formas de enseñanza para los estudiantes de manera individual, visualizar a cada estudiante en la forma de su aprendizaje, un seguimiento personalizado a cada estudiante y también las necesidades tecnológicas. No es suficiente que solo el docente explique por las pantallas utilizando las TIC⁷.

Se propuso desarrollar un software (tutor inteligente web para la enseñanza-aprendizaje del idioma quechua) que pueda ser utilizado por todos los estudiantes para fortalecer su aprendizaje del idioma quechua. Se identificó necesidades y para esto nos planteamos de qué manera el tutor inteligente web ayudará en el aprendizaje al estudiante en el idioma quechua.

⁷ Abreviación de tecnologías de la información y la comunicación

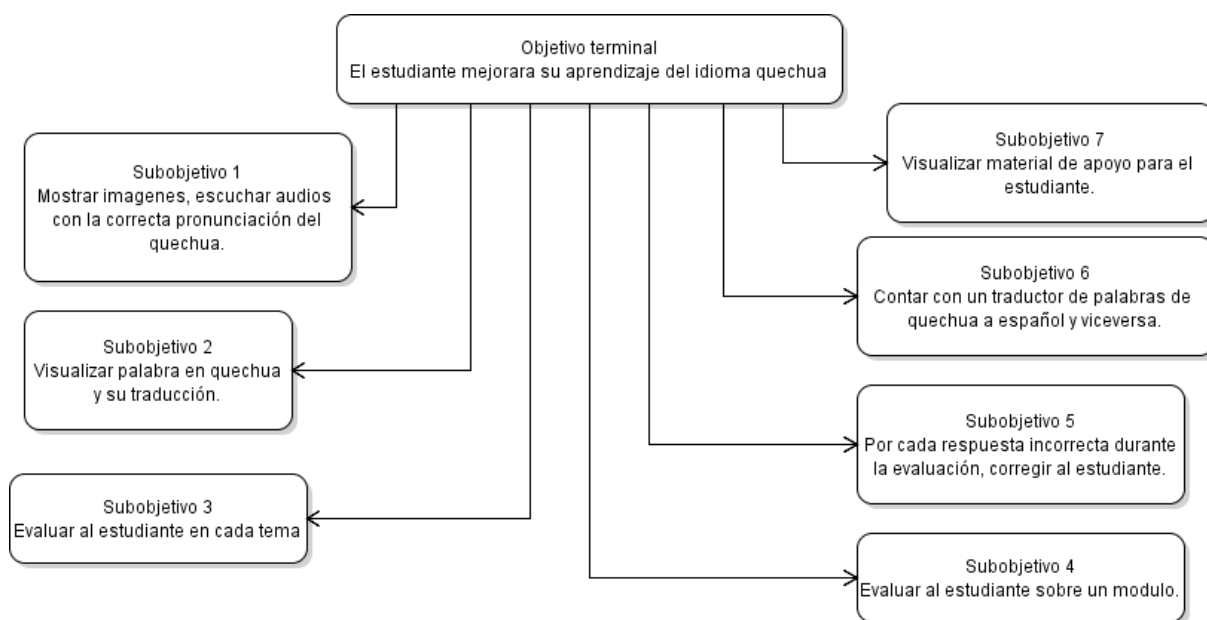


Figura 18 Modelo Instruccional del software

Fuente: Elaboración propia.

b) Revisar alternativas de solución

Se identificó diversas alternativas de solución con el propósito de contar con un sistema tutor inteligente web que sea de gran apoyo para estudiantes en el fortalecimiento de su aprendizaje del idioma quechua, se decidió utilizar el modelo educativo constructivista ya que se acopla muy bien y se justificara la elección.

Modelo Educativo: Se usará el modelo educativo constructivista para desarrollar el tutor inteligente web, donde los estudiantes puedan construir su propio aprendizaje mediante la visualización de una interfaz interactiva que contenga todo lo necesario sobre el idioma quechua, y desde su forma de pensar el estudiante interprete la información que contenga el mismo.

Justificación: Piaget aporta a la teoría constructivista el concebir el aprendizaje como un proceso interno de construcción, en donde el individuo participa activamente adquiriendo estructuras cada vez más complejas. Piaget vio el constructivismo como la forma de explicar cómo se adquiere el aprendizaje.(ARISMENDI, 2016)

c) Elaborar un estudio de riesgo

En la Tabla 11 se mostrará las alternativas de solución a posibles riesgos.

Riesgo	Alternativa de solución
Dificultad del estudiante en la pronunciación y entendimiento del idioma quechua.	Utilizar imágenes, audios del idioma quechua para la correcta pronunciación y entendimiento.
Evaluar de manera incorrecta el progreso del estudiante en cada evaluación.	Registrar todo el progreso del estudiante después de cada evaluación.
Tutor web inteligente no llame la atención al estudiante.	Desarrollar un tutor web amigable fácil de utilizar, con colores llamativos y andinos.
Muchos estudiantes desconocen el idioma quechua.	Diseñar una interfaz con contenido sobre el idioma quechua.
No contar con equipos computacionales.	El tutor inteligente se encontrara en el internet, por lo cual se puede ingresar en cualquier momento y desde cualquier dispositivo.
Mucha cantidad de estudiantes dificulta la tutoría personal de los estudiantes.	El tutor Inteligente tiene la capacidad de realimentar el conocimiento adquirido de inmediato y cuando así lo desee el estudiante, y también pondrá decirle el nivel de aprendizaje.
Que los temas no contenga todas las palabras del quechua y su traducción.	Se tendrá un traductor de palabras de quechua a español.

Tabla 11 Alternativas de solución a posibles riesgos

Fuente: Elaboración propia.

d) Conformar el equipo de trabajo y el plan de desarrollo

Se conforma el equipo de trabajo, se elabora la programación de actividades, se asignan responsables a cada actividad y se pondrá el tiempo estimado para concluir con el desarrollo del tutor inteligente web.

Equipo Técnico del Proyecto

CARGO	Jefe del proyecto	Coordinador de actividades	Cliente	Equipo de desarrollo
Responsable	Univ. Limbert Lipiri Villca	Univ. Limbert Lipiri Villca	Educadores y estudiantes	Univ. Limbert Lipiri Villca
Tarea	Encargado de llevar adelante el proyecto.	Reunirse con los clientes para ver sus necesidades.	Realizar pruebas al software.	Responsable de desarrollar el proyecto.

Tabla 12 Equipo técnico del proyecto en llevar adelante el proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Lista de actividades

En Tabla 13 se mostrará las actividades que se realizarán y tiempos en los cuales debería culminarse cada actividad.

Actividad	Fecha inicio	Fecha final	Responsable
Investigación sobre los tutores inteligentes y lo relacionado con el problema central.	01/11/2021	30/11/2021	Univ. Limbert Lipiri Villca
Desarrollo del módulo traductor y usuario.	01/12/2021	31/12/2021	Univ. Limbert Lipiri Villca
Desarrollo del modelo de dominio			
<ul style="list-style-type: none"> Implementar interfaz de visualización de temas, de acuerdo al aprendizaje obtenido con lógica difusa. 	01/02/2022	28/02/2022	Univ. Limbert Lipiri Villca
<ul style="list-style-type: none"> Implementar interfaz de visualización de módulos, de acuerdo al nivel de conocimiento y también al aprendizaje del módulo obtenidos con lógica difusa. 			

<ul style="list-style-type: none"> Implementar sobre contenido y material de apoyo. 			
Desarrollo del modelo de pedagógico.			
<ul style="list-style-type: none"> Implementar un examen automatico e interactivo. Exámenes interactivos, correctivo y retroalimentativo. Subir de nivel al estudiante según el aprendizaje de estudiante obtenida con lógica difusa. 	01/03/2022	15/03/2022	Univ. Limbert Lipiri Villca
Desarrollo del modelo estudiante.			
<ul style="list-style-type: none"> Implementar lógica difusa para obtener el nivel de conocimiento que tiene el estudiante. Implementar lógica difusa, para obtener el aprendizaje del estudiante en temas y. Historial de aprendizaje del estudiante. 	16/03/2022	31/03/2022	Univ. Limbert Lipiri Villca

Tabla 13 Lista de actividades
Fuente: Elaboración propia.

e) Identificar funcionalidades

Modelo de Actores. - Los actores son externos, son los que interactuaran con el sistema. En los actores tenemos a los usuarios, pero también incluye a los sistemas externos, entidades abstractas como el tiempo.

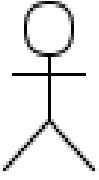
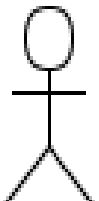
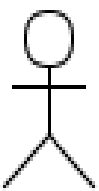
ACTORES	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	Administrador	<p>Es la persona encargada del buen funcionamiento del sistema,</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Visualizar a todos los usuarios. ➤ Agregar temas a cada módulo. ➤ Agregar a cada tema contenido. ➤ Agregar material de apoyo. ➤ Agregar palabras al traductor. ➤ Descargar archivos. ➤ Visualizar PDF. ➤ Visualizar traductor de quechua a español y viceversa.
	(Docente)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Crear un tutor inteligente con su forma de enseñanza. ➤ Agregar temas, contenido. ➤ Agregar material de apoyo. ➤ Agregar estudiantes. ➤ Visualizar el aprendizaje del módulo y tema del estudiante. ➤ Puede dar evaluación. ➤ Descargar archivos. ➤ Visualizar PDF. ➤ Visualizar traductor de quechua a español o viceversa.
	Estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Visualizar los temas. ➤ Evaluarse. ➤ Descargar archivos. ➤ Visualizar material de apoyo. ➤ Visualizar su nivel aprendizaje de modulo y tema. ➤ Medir nivel de conocimiento. ➤ Visualizar traductor de quechua a español o viceversa.

Tabla 14 Actores que interactuaran con el sistema

Fuente: Elaboración propia.

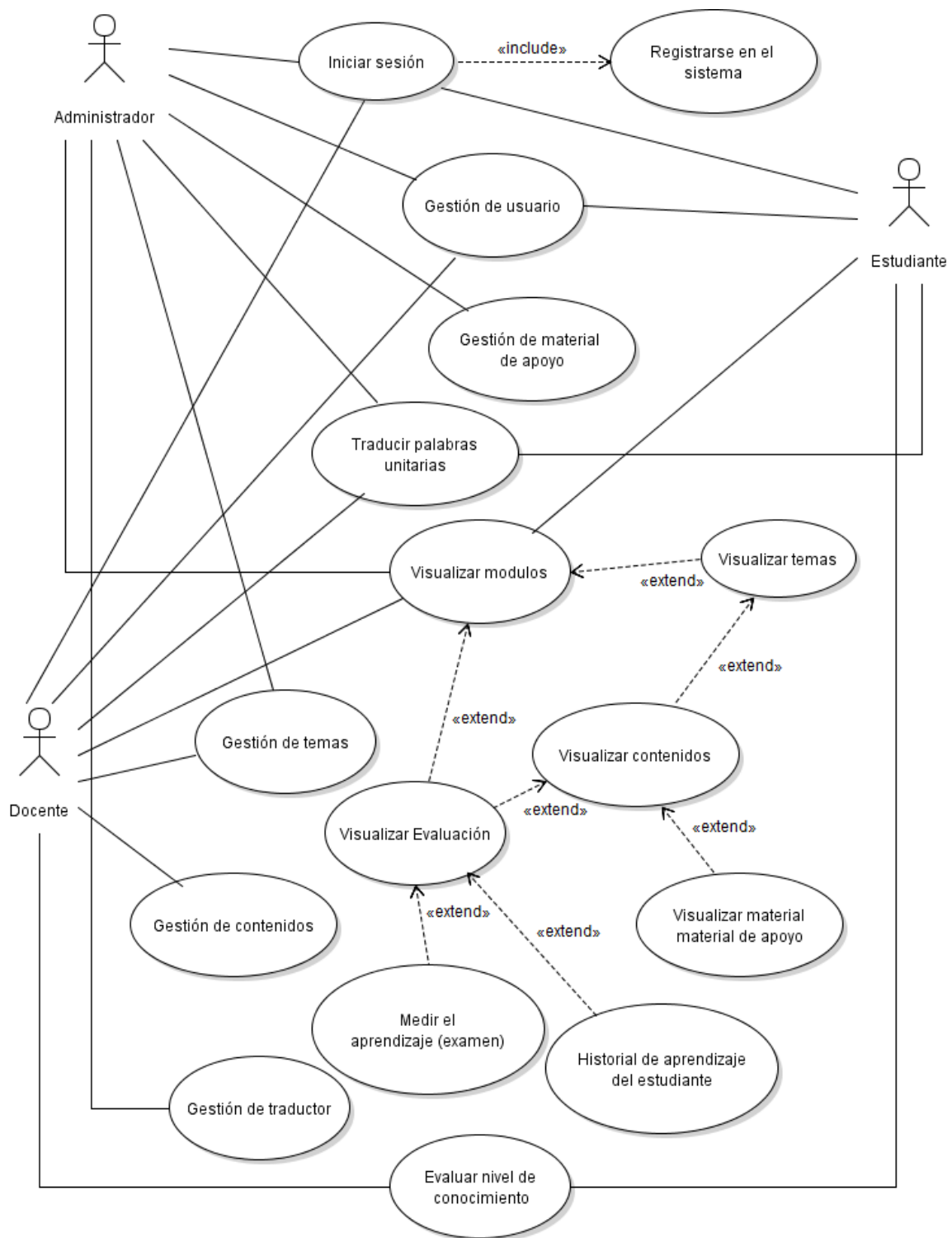


Figura 19 Diagrama de casos de usos del tutor inteligente web para la enseñanza-aprendizaje del idioma quechua
Fuente: Elaboración propia.

Caso de Uso	Iniciar sesión
Descripción	Permite ingresar al sistema.
Actores	Administrador, docentes y estudiantes
Precondición	Tener una cuenta para poder ingresar al STI.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualiza la pantalla de acceso al tutor inteligente web. 2. A: Llena los campos de nombre usuario y contraseña. 3. A: presiona en botón ingresar. 4. El sistema validara el usuario y la contraseña. 5. Ingresa al sistema.
Flujo Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 4. si usuario o contraseña es erróneo, aparecerá una alerta con el error. 5. A: no podrá ingresar al sistema.

Tabla 15 Descripción de caso de uso: Iniciar sesión

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Registrarse en el sistema

Caso de Uso	Registrarse en el Sistema
Descripción	El actor debe estar registrado para acceder al tutor inteligente web.
Actores	Docentes y Estudiantes
Precondición	Estar registrado en el tutor inteligente web.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualizara la pantalla de registro. 2. A: ingresa los datos requeridos. 3. Validar doble registro de nombre usuario. 4. Validar formulario con los datos requeridos. 5. A: presiona en botón guardar. 6. Datos guardados correctamente.
Flujo Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 3. Si existe el nombre usuario registrado aparecerá un mensaje de usuario registrado. 4. validar cada campo o el borde del campo se coloreada de color rojo o celeste si está vacío y un mensaje. 5. A: presiona el botón guardar. 6. Se mostrar una alerta de error. 7. No se guardara.

Tabla 16 Descripción de Caso de Uso: Registrarse en el sistema

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Gestión de usuario

Caso de Uso	Gestión de usuario
Descripción	Haber ingresado al tutor inteligente web.
Actores	Administrador, docentes y estudiantes
Precondición	Estar registrado en el STI (tutor Inteligente web).
	<p>Registrar usuarios, administrador registra docentes y docentes registran a sus estudiantes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualiza la pantalla de registro. 2. A: llena los campos con los datos correspondientes. 3. El sistema valida doble registro de nombre usuario. 4. Validar formulario con los datos requeridos. 5. A: presiona en botón guardar. 6. Datos guardados correctamente.
	<p>Modificar datos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualiza la pantalla de Editar usuario. 2. Sistema muestra los campos con datos del usuario que quiere modificar. 3. A: puede ir eliminando y poniendo nuevos datos en los campos. 4. A: si quiere modificar la contraseña tiene que poner su contraseña actual y podrá introducir una nueva contraseña. 5. Sistema valida la confirmación de contraseña. 6. Sistema valida doble registro de usuario. 7. A: presiona en botón guardar cambios. 8. Sistema valida los datos requeridos. 9. Guardado correctamente.
Flujo Normal	<p>Eliminar, el administrador desactiva a usuarios.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualiza la lista de usuarios. 2. A: visualiza un botón de desactivar o activar usuario. 3. A: presiona en botón desactivar. 4. Sistema desactiva todo lo relacionado con el usuario. 5. A: visualiza una alerta con el mensaje de usuario desactivado correctamente.
	<p>Registrar usuarios</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Si existe el nombre usuario registrado aparecerá un mensaje de usuario registrado. 4. Validar cada campo o el borde del campo se coloreada de color rojo o celeste si está vacío. 5. A: presiona el botón guardar. 6. A: visualizará debajo del campo con el error que se está cometiendo.
Flujo Alternativo	

7. No se guardará los datos. Eliminar
4. Sistema no puede desactivar usuario.
5. A: visualiza una alerta con el mensaje de usuario desactivado correctamente.

Tabla 17 Descripción de caso de uso: Gestión de usuarios
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Traducir palabras unitarias

Caso de Uso	Traducir palabras unitarias
Descripción	El usuario puede traducir palabras unitarias de quechua a español o viceversa.
Actores	Administrador, docente y estudiante
Precondición	Ninguno
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualiza la pantalla de traductor. 2. A: en el campo buscar ingresa la palabra unitaria. 3. El sistema buscara la palabra unitaria en la base de datos. 4. A: visualizara la respuesta automática con la traducción y una descripción.
Flujo Alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 4. A: Visualizara la respuesta de no se encontró relaciones o error.

Tabla 18 Traducir palabras unitarias
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Gestión de traductor

Caso de Uso	Gestión de traductor
Descripción	El actor puede registrar, eliminar y modificar las palabras del traductor.
Actores	Administrador
Precondición	<p>Ingresar al STI con una cuenta de usuario.</p> <p>Registrar palabra al traductor</p>
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: Visualiza la pantalla gestión de traductor 2. A: presiona el botón nueva palabra. 3. A: visualiza un modal. 4. A: rellena los campos de palabra en quechua y una descripción. 5. Sistema valida doble registro de la palabra en quechua. 6. A: presiona en botón guardar. 7. A: Visualiza una pantalla con un campo para ingresar las traducciones de la palabra quechua.

	8. A: va guardando uno por uno las traducciones.
	Editar palabra registrada
	1. A: Visualiza la pantalla de gestión de traductor
	2. A: presiona en botón editar.
	3. A: visualiza los campos rellenos con la palabra en quechua, la descripción y las traducciones en español de la palabra en quechua.
	4. A: puede ir eliminando y rellenando con nuevas palabras.
	5. A: presiona en botón guardar cambios.
	Eliminar palabra del traductor
	1. A: visualiza la pantalla de gestión de traductor.
	2. A: presiona en botón eliminar.
	3. A: visualiza una alerta con las opciones aceptar o cancelar.
	4. Se elimina la palabra y sus traducciones y descripciones.
	Registrar palabra al traductor.
	5. Si hubiese registrada la palabra se coloreada el borde del campo de color rojo y un mensaje de error.
Flujo Alternativo	6. A: presiona en botón guardar, no funcionara si el campo sigue coloreado de color rojo.
	7. A: no podrá visualizar la pantalla de agregar traducciones.

Tabla 19 Descripción de caso de uso: Gestión de traductor

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: 3.1 Visualizar módulos

Caso de Uso	Visualizar módulos
Descripción	Permite visualizar los módulos de quechua inicial, intermedio y avanzado.
Actores	Administrador, docentes y estudiantes.
Precondición	Estar dentro del sistema tutor inteligente web.
Flujo Normal	1. A: ingresar al sistema. 2. A: visualiza los módulos de quechua Inicial, Intermedio y Avanzado. Esto de acuerdo al nivel de conocimiento que tiene el usuario sobre el idioma quechua o de acuerdo a su aprendizaje de modulo obtenido con lógica difusa. 3. A: visualiza un botón de ingreso a los temas.
Flujo Alternativo	Ninguna

Tabla 20 Descripción de caso de uso: Visualizar módulos

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Visualizar temas

Caso de Uso	Visualizar temas
Descripción	Los actores visualizan los temas.
Actores	Administrador, docentes y estudiantes.
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente web.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualiza la pantalla de temas. 2. A: visualiza imagen, texto y audio de pronunciación del tema en quechua. 3. A: visualiza los temas bloqueados y temas desbloqueado según el aprendizaje del usuario obtenida con lógica difusa. 4. A: visualiza un botón para ver el contenido.
Flujo Alternativo	Ninguno

Tabla 21 Descripción de caso de uso: Visualizar temas
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Visualizar contenido

Caso de Uso	Visualizar contenido
Descripción	Visualizar el contenido de cada tema.
Actores	Administrador y docentes.
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente web.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualizara el contenido de cada tema. 2. A: visualizara una imagen texto y audio de la pronunciación de la palabra en quechua.
.Flujo Alternativo	Ninguno

Tabla 22 Descripción de caso de uso: Visualizar contenido
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Visualizar material de apoyo

Caso de Uso	Visualizar material de apoyo
Descripción	El usuario puede visualizar todo el material de apoyo que contiene un tema.
Actores	Administrador, docente, estudiante.
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente web
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. A: visualizara la pantalla de material de apoyo de un tema.2. A: visualizara conceptos subtítulos del tema.3. A: visualizara diferentes tipos de archivos.
Flujo Alternativo	Ninguno

Tabla 23 Descripción de caso de uso: Visualizar material de apoyo
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Visualizar evaluación

Caso de Uso	Visualizar evaluación
Descripción	Actores visualizara la pantalla principal de evaluación.
Actores	Administrador, docentes y estudiante
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente quechua.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. A: visualizara la pantalla de evaluación.2. A: visualizara dos botones uno para dar el examen y el otro para el historial de aprendizaje.3. A: visualizara una imagen gif.4. A: visualizara debajo de la imagen un mensaje sobre el estado de aprendizaje actual del estudiante.
Flujo Alternativo	Ninguno.

Tabla 24 Descripción de caso de uso: Visualizar evaluación
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Medir el aprendizaje (examen)

Caso de Uso	Medir el aprendizaje (examen)
Descripción	Actores tendrán un examen para medir el nivel de aprendizaje
Actores	Administrador, docentes y estudiantes.
Precondición	Solo estar registrado en el sistema.

Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualizara la pantalla de examen. 2. A: visualizara las preguntas y sus incisos uno por uno. 3. A: selecciona la respuesta correcta de la pregunta. 4. A: fallo al responder, sistema muestra una alerta con la respuesta correcta. 5. A: fallo al responder, el sistema seguirá mostrando la pregunta hasta que responda a pregunta. 6. A: responde correctamente, sistema muestra una alerta con la respuesta correcta.
Flujo Alternativo	Ninguno.

Tabla 25 Medir el aprendizaje (examen)

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Historial de aprendizaje del estudiante

Caso de Uso	Historial de aprendizaje del estudiante
Descripción	Estudiante puede visualizar su aprendizaje.
Actores	Administrador, Docente y estudiantes.
Precondición	Solo estar registrado en el sistema.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualizara un listado del estado de aprendizaje del tema o modulo.
Flujo Alternativo	Ninguno.

Tabla 26 Descripción de caso de uso: Historial de aprendizaje del estudiante

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: 3.2 Gestión de temas

Caso de Uso	Gestión de temas
Descripción	Los actores pueden realizar diferentes acciones con los temas.
Actores	Administrador y docente
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente web.
Flujo Normal	<ul style="list-style-type: none"> • A: visualiza la pantalla de gestión de temas. • A: de cada tema visualiza imagen, texto y audio de pronunciación del tema en quechua. • A: visualiza botón de editar, registrar nuevo tema.
	Registrar nuevo tema

	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón registrar nuevo tema. 2. A: Visualiza un modal. 3. A: rellena los campos requeridos. 4. Sistema valida los datos. 5. A: presiona en botón guardar, el nuevo tema.
	<p>Editar tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón editar. 2. A: visualizara un modal con los campos rellenos con datos del tema. 3. A: puede eliminar y rellena con nuevos datos los campos. 4. Sistema valida los datos. 5. A: presiona en botón guardar cambios.
	<p>Listar tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualiza una lista de los temas de manera interactiva.
	<p>Registrar nuevo tema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si hay un error en un campo se pondrá el borde del campo de color rojo y un mensaje. • A: presiona en botón guardar nuevo tema, no funcionara.
Flujo	<p>Editar tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Si hay un error en un campo se pondrá el borde del campo de color rojo y un mensaje. 5. A: presiona en botón guardar nuevo tema, no funcionara.
Alternativo	<p>Eliminar tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. A: visualizara una alerta de error al eliminar el tema

Tabla 27 Descripción de caso de uso: Gestión de temas

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Gestión de contenidos

Caso de Uso	Gestión de contenidos
Descripción	Actor puede realizar acciones con el contenido.
Actores	Administrador y docents
Precondición	<p>Encontrarse dentro del tutor inteligente web.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualiza la pantalla de gestión de contenido. 2. A: tiene las opciones de poder modificar, eliminar e registrar un nuevo contenido.
Flujo Normal	<p>Registrar nuevo contenido</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón registrar nuevo contenido. 2. A: Visualiza un modal. 3. A: rellena los campos requeridos. 4. Sistema valida los datos. 5. A: presiona en botón guardar nuevo contenido. 6. Aparece una alerta con un mensaje de correcto.

Flujo Alternativo	<p>Editar contenido</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón editar. 2. A: visualizara un modal con los campos rellenos con datos de un contenido. 3. A: puede eliminar y rellena con nuevos datos los campos. 4. Sistema valida los datos. 5. A: presiona en botón guardar cambios. 6. A: visualiza una alerta con un mensaje. <p>Eliminar un contenido</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón eliminar tema. 2. Sistema desactiva el contenido. 3. A: visualizara una alerta de eliminación correcta. <p>Registrar nuevo contenido.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Si hay un error en uno del campo se pondrá el borde del campo de color rojo y un mensaje. 6. A: presiona en botón guardar nuevo contenido, no funcionara. <p>Editar un contenido</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Si hay un error en un campo se pondrá el borde del campo de color rojo y un mensaje. 6. A: presiona en botón guardar cambios, no funcionara. <p>Eliminar tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. A: visualizara una alerta con un mensaje de error.

Tabla 28 Descripción de caso de uso: Gestión de contenidos
Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Gestión de material de apoyo

Caso de Uso	Gestión de material de apoyo
Descripción	Actores visualizara material de apoyo.
Actores	Administrador y docente
Precondición	Tener una cuenta de usuario y ser la persona que subió el tema.

	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualizara la pantalla de gestión de apoyo 2. A: Visualizar archivos, subtítulos, conceptos en la pantalla. 3. A: visualiza dos botones para editar y eliminar.
	Editar material de apoyo <ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualizara la pantalla de gestión de apoyo. 2. A: clic en botón editar. 3. A: visualiza un modal con campos rellenos de lo que se quiere editar. 4. A: elimina y rellena los campos con nuevos datos. 5. A: clic en botón guardar cambios. 6. Aparece una alerta con un mensaje.
Flujo Normal	Eliminar material de apoyo <ol style="list-style-type: none"> 1. A: presiona en botón eliminar. 2. A: visualiza una alerta con botones para aceptar o cancelar. 3. Aparece una alerta con un mensaje.
	Editar material de apoyo <ol style="list-style-type: none"> 6. Aparece una alerta con mensaje de error al guardar los cambios.
Flujo Alternativo	Eliminar material de apoyo <ol style="list-style-type: none"> 3. aparece un alerta con mensaje de error al no completarse la operación de eliminar.

Tabla 29 Descripción de caso de uso: Gestión de material de apoyo

Fuente: Elaboración propia.

CASO DE USO: Evaluar nivel de conocimiento

Caso de Uso	Evaluar nivel de conocimiento
Descripción	El actor puede medir su nivel de conocimiento sobre el Idioma quechua.
Actores	Docente y estudiantes.
Precondición	Estar dentro del tutor inteligente web.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. A: visualiza una alerta con el mensaje de si quiere evaluar su conocimiento o iniciar desde cero. 2. Sistema muestra preguntas al usuario. 3. Una vez finalizado el sistema muestra una alerta con el resultado sobre el nivel de conocimiento que tiene el estudiante.
Flujo Alternativo	Ninguno.

Tabla 30 Descripción de caso de uso: Evaluar nivel de conocimiento

Fuente: Elaboración propia.

f) Criterios de medición de calidad

Para que el modelo sea aceptado se definieron las siguientes características mínimas.

- El tutor inteligente web será un apoyo para los estudiantes en el proceso de aprendizaje, en ningún momento podrá suplantar al docente o profesor.
- El tutor inteligente web contará con todos los recursos didácticos pedagógicos (audios, imágenes, textos), y se tendrá una interfaz fácil de utilizar y de entender para todos los usuarios.
- Cada módulo (inicial, intermedio y avanzado) contendrá temas y cada tema tendrá contenido y además se podrá visualizar documentos como pdf.
- Cada tema tendrá una evaluación, y el tutor inteligente web debe visualizar el nivel de aprendizaje al estudiante por cada evaluación que realice, también se visualizarán los intentos de aprendizaje que tubo, para poder aprobar el tema.
- El tutor inteligente web mostrará la respuesta correcta en algunas preguntas que falle el estudiante al momento de su examen.

3.1.2 Análisis y diseño inicial

Requisitos funcionales y no funcionales

En cuanto a los requisitos funcionales tenemos:

- Tener un software que contenga todas las palabras en quechua y su traducción y además que sea fácil de poder manipular por cualquier usuario.
- Contar con un sistema que ayude en el aprendizaje a los estudiantes en el idioma quechua, sean Universitarios o como de Unidades Educativas.
- Contar con un sistema que visualice a los estudiantes como van en su aprendizaje.
- Contar con un sistema que tenga un examen muy interactivo.
- Al momento del examen el sistema debe mostrar en algunas preguntas la respuesta correcta, cada vez que el estudiante se equivoque.
- El sistema permitirá subir al docente sus propios temas, etc., y además realizar un seguimiento a sus estudiantes en el aprendizaje del idioma quechua.
- Contar con un tutor inteligente web que permita subir documentaciones de apoyo para el estudiante.

En cuanto a los requisitos no funcionales:

- No es necesario los reportes sobre el aprendizaje del estudiante.
- No es necesario traducciones de textos, frases y oraciones completos de quechua a español y viceversa.

Arquitectura del software

Se establece la arquitectura como base sobre la cual se desarrollará el software. En el cual se propone aportes sobre un agente pedagógico siendo capaz de atender adecuadamente las tareas de aprendizaje del estudiante y permitiendo que el estudiante interactúe de manera muy amigable.

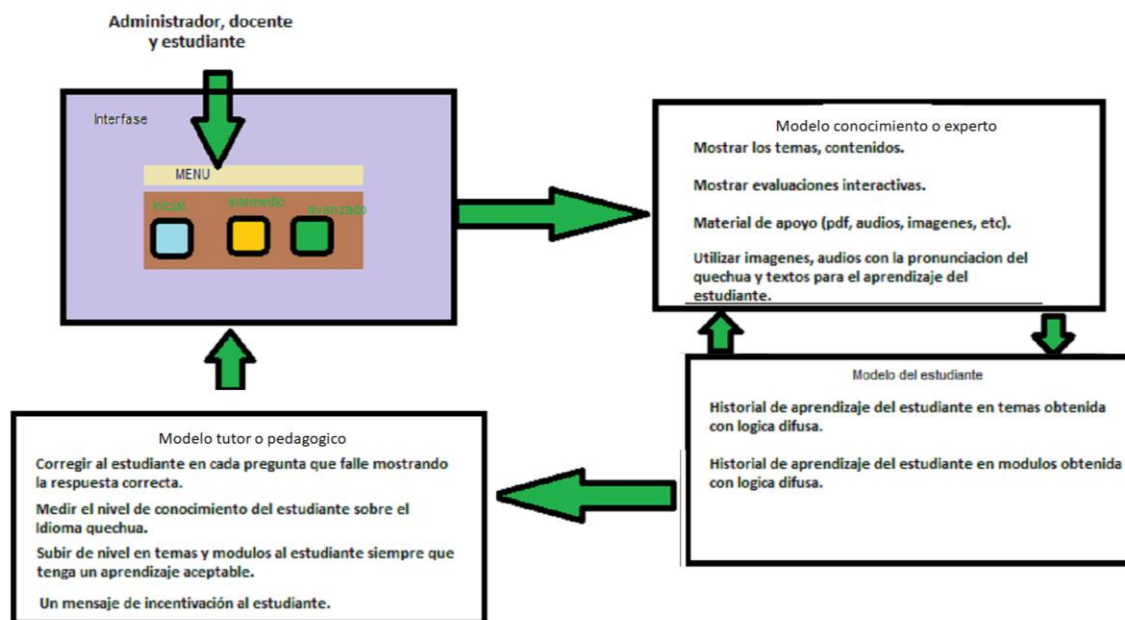


Figura 20 Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente

Fuente: Elaboración propia.

Modelo educativo

Se definió el objeto terminal y los subobjetivos para que en base a estos se establezca las tareas de aprendizaje apegadas al tipo de modelo educativo, tomando en cuenta el contenido de la materia. Tomando como base la figura 18, se tomará en cuenta los subobjetivos para alcanzar el objetivo terminal.

Elaborar el diseño de comunicación general del producto

a) Modelo de interfaz

El modelo de interfaz detalla el diseño de las zonas de comunicación y pantallas que seguirá a lo largo del desarrollo, Por esta razón lo que se busca es facilitar la transmisión de información a los estudiantes mediante la pantalla de la computadora, donde se le presenta a los estudiantes los módulos, temas, contenidos y la evaluación de cada tema, los cuales pueden ser visualizados por el estudiante mediante la pantalla y también se tiene mensajes de ayuda.

Para los cuales se mostrará las siguientes interfaces que podrán visualizar los usuarios.

Interfaz de registro

El diagrama muestra una interfaz de registro de usuario. En la parte superior, el título **MENU** está centrado. Debajo, hay un formulario con los siguientes campos de entrada:

- Nombre usuario
- Nombre
- Apellido paterno
- Apellido materno
- Contraseña
- Confirmar contraseña

Debajo de los campos de contraseña, hay una opción ☐ visualizar password. En la parte inferior del formulario, hay un botón **Guardar**.

Figura 21 Interfaz de registro de usuario

Fuente: Elaboración propia

- **Docente.** El docente podrá registrar a sus estudiantes.
- **Administrador.** Tiene el privilegio de registrar docentes.
- Cualquier estudiante externo que no pertenezca a un docente puede registrarse para poder acceder al tutor inteligente web.

Interfaz de iniciar sesión

Diagrama de la interfaz de inicio de sesión. El formulario está encerrado en un recuadro con el título **LOGIN**. Dentro, hay dos campos de entrada: **Usuario** y **Contraseña**. Debajo de estos campos, hay dos botones: **Ingresar** y **Registrarse**.

Figura 22 Interfaz de inicio de sesión
Fuente: Elaboración propia.

La interfaz de acceso permitirá ingresar al sistema e interactuar con el tutor inteligente web quechua.

Interfaz de módulo

Diagrama de la interfaz de módulo. En la parte superior, hay un recuadro con el título **MENU**. A la derecha, hay un mensaje de bienvenida: **Hola Usuario! Bienvenido al tutor web inteligente del idioma quechua** y un icono de un personaje. Debajo, hay tres botones de acceso: **Inicial**, **Intermedio** y **Avanzado**. Cada botón tiene un subbotón **Entrar**.

Figura 23 Interfaz de módulo
Fuente: Elaboración propia

La interfaz de módulos (inicial, intermedio y avanzado).

Interfaz de temas

Diagrama de la interfaz de temas. En la parte superior, hay un recuadro con el título **MENU**. Debajo, hay un mensaje de bienvenida: **Ruta: TEMAS**. Debajo, hay cinco botones de acceso, cada uno con un subbotón **Entrar**.

Figura 24 Interfaz de temas
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente interfaz se visualizará los temas que contenga cada módulo.

- **Administrador y docente.** Tiene el privilegio de editar y agregar un nuevo tema.
- **Estudiantes.** Visualiza los temas.

Interfaz de contenido

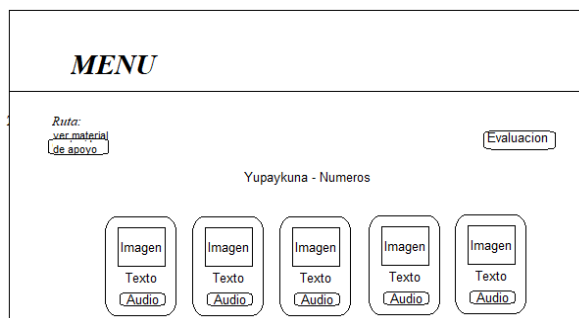


Figura 25 Interfaz de contenido

Fuente: Elaboración propia

En esta interfaz se visualiza el contenido de un tema, botón de evaluación y material de apoyo.

- **Administrador y docente.** Tienen el privilegio de editar, eliminar, listar y agregar un nuevo contenido.
- **Estudiantes.** Visualizar el contenido del tema.

Interfaz de evaluación

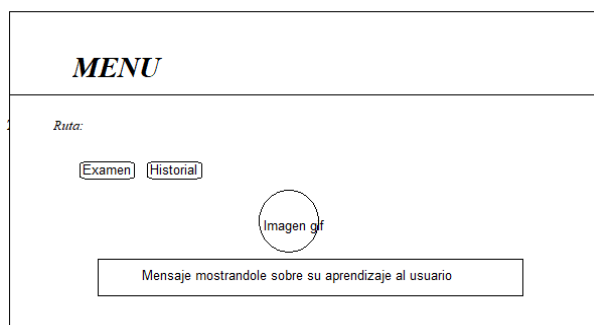


Figura 26 Interfaz de evaluación

Fuente: Elaboración propia

La interfaz de evaluación nos visualiza dos botones una para poder dar el examen otro para visualizar el historial de aprendizaje, una imagen de tipo gif y un mensaje de aprendizaje.

Interfaz de examen

The screenshot shows a web interface with a header bar labeled **MENU**. Below the header, the instruction "1- Elija la imagen del Audio" is displayed. There are two identical selection options side-by-side. Each option consists of a circular placeholder labeled "Imagen" and a button labeled "Seleccionar" positioned directly below it.

Figura 27 Interfaz de examen
Fuente: Elaboración propia

La interfaz nos muestra las preguntas del examen y sus incisos.

Interfaz de material de apoyo

The screenshot shows a web interface with a header bar labeled **MENU**. Below the header, the label "Ruta:" is followed by the text "Yupaykuna - Numeros". There are three input fields: a single-line text box labeled "Titulo", a larger multi-line text box labeled "Conceptos", and a file upload box labeled "Archivo: imagen, audio y PDF".

Figura 28 Interfaz material de apoyo
Fuente: Elaboración propia

- **Administrador y docente.** Tienen el privilegio editar, eliminar y agregar nuevo material de apoyo.

The screenshot shows a web interface with a header bar labeled **MENU**. Below the header, the label "Ruta:" is followed by three input fields: "Titulo", "Concepto", and "Archivo". A "Guardar" button is located to the right of these fields. Below the input fields is a large rectangular box labeled "Area de trabajo".

Figura 29 Interfaz de agregar material de apoyo
Fuente: Elaboración propia

<i>MENU</i>							
<i>Ruta:</i>							
Historial de aprendizaje							
Usuario	tema	fecha de registro	intento	nota aprendizaje	aprendizaje		opinion de aprendizaje

Figura 30 Interfaz de historial de aprendizaje
Fuente: Elaboración propia

Interfaz historial de aprendizaje

Interfaz que muestre el historial de aprendizaje del usuario.

b) Modelo de navegación

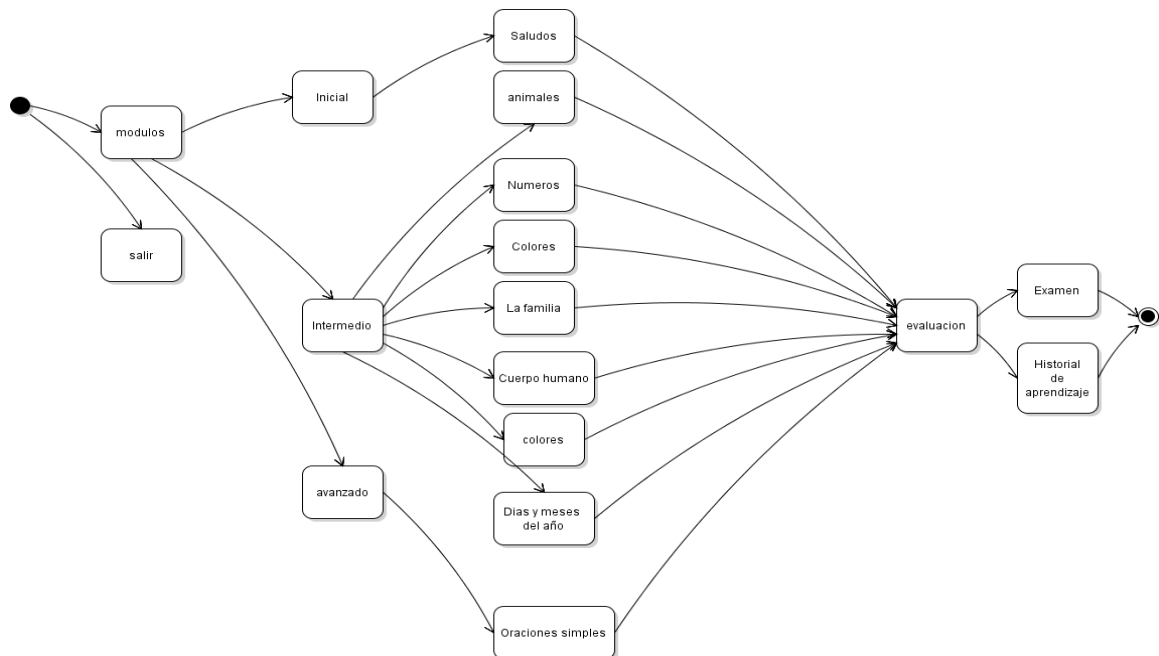


Figura 31 Diagrama de navegación
Fuente: Elaboración propia.

c) Prototipo de interfaz de usuario

A continuación, se muestra la principal plantilla o prototipo que se seguirá en todo el camino del desarrollo del tutor inteligente web, donde se tiene menú que permitirá trasladarse de un lugar a otro y un área de trabajo donde se encontrará los temas, contenido, evaluación, etc.



Figura 32 Prototipo principal para el usuario

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Plan de iteraciones

Interacciones	Descripción
Iteración 1	Implementar interfaces de usuario.
Iteración 2	Implementar interfaces de traductor
Iteración 3	Implementar el modelo experto
Iteración 4	Implementar el modelo pedagógico
Iteración 5	Implementar el modelo estudiante

Tabla 31 Plan de iteración para el desarrollo del software

Fuente: Elaboración propia.

Priorización de Iteraciones

Prioridad	Iteración
1	Iteración 1
2	Iteración 3
3	Iteración 4
4	Iteración 5
5	Iteración 2

Tabla 32 Priorizar las iteraciones

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Fase de diseño computacional

a) Plan de trabajo






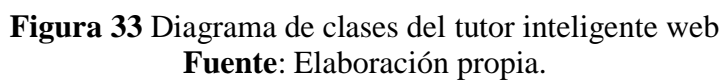
Nombre de la tarea	Inicio	Fin	Duración	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.
Prioridad 1	1/11/21	30/11/21	1 mes					
Prioridad 2	1/12/21	31/12/21	1 mes					
Prioridad 3	1/01/22	31/01/22	1 mes					
Prioridad 4	1/02/22	28/02/21	1 mes					
Prioridad 5	1/03/22	31/03/22	1 mes					

Tabla 33 Plan de trabajo de iteraciones

Fuente: Elaboración propia.

c) Refinar el diseño de navegación



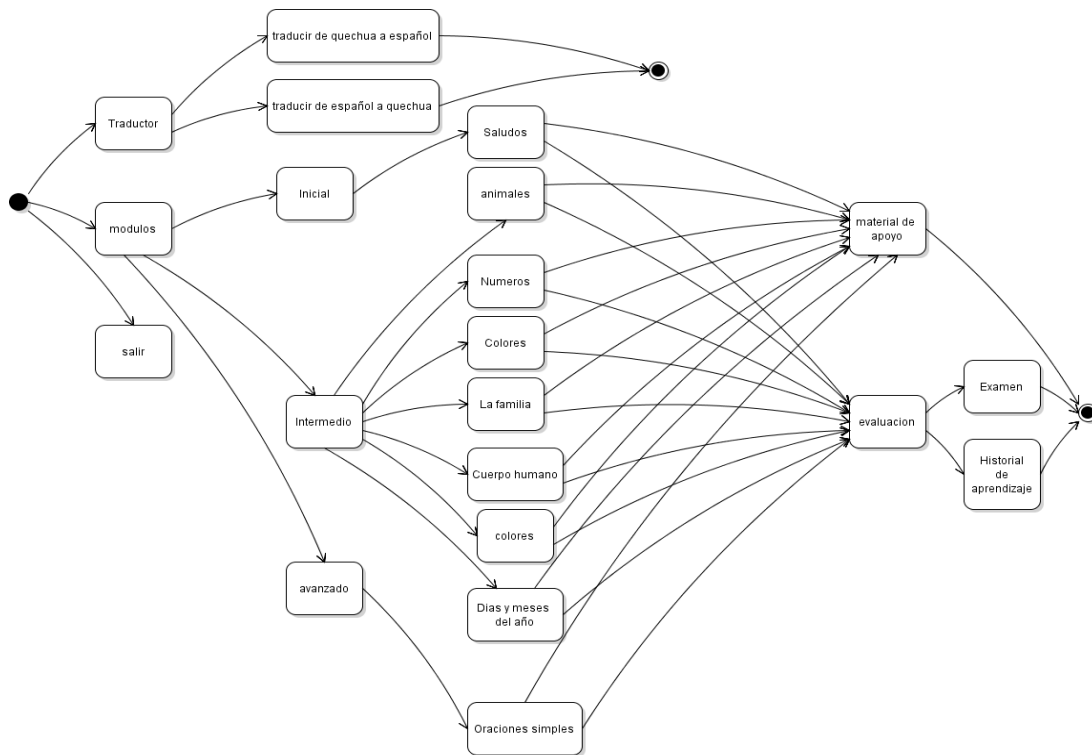


Figura 34 Diagrama de navegación refinado

Fuente: Elaboración propia.

d) Refinar Prototipo de interfaz

En este caso no se refinará el diseño de prototipo de interfaz ya que en la etapa de análisis y diseño inicial se tiene claro el interfaz de usuario.

3.1.5 Fase de desarrollo

a) Desarrollar los componentes

Prioridad (1) iteración (1)

En la iteración se desarrolló la interfaz de acceso al tutor inteligente web y el registro de usuario.

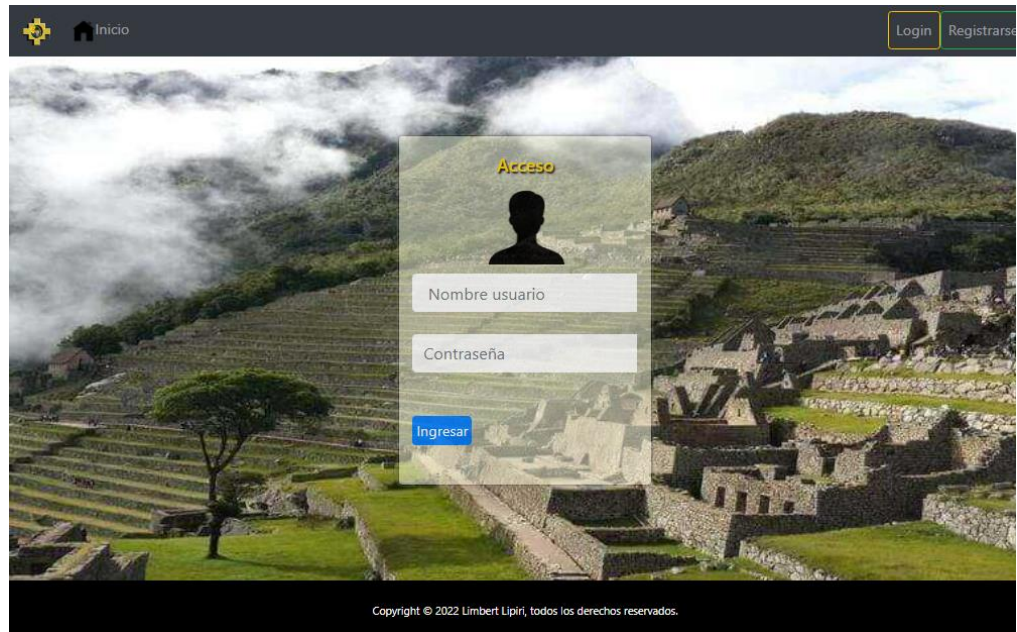


Figura 35 Autenticación de usuario
Fuente: Elaboración propia.

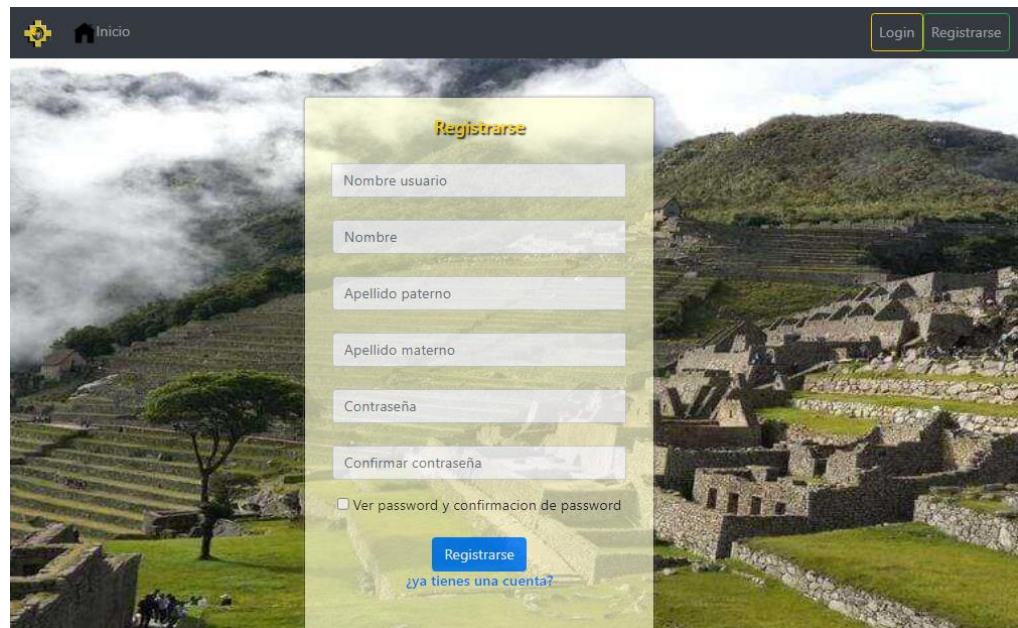


Figura 36 Interfaz de registro de nuevo usuario
Fuente: Elaboración propia.

Prioridad (2) iteración (3)

Se desarrolló el modelo pedagógico de acuerdo a la teoría constructivista con todo lo necesario para que el estudiante pueda interactuar, se tiene temas, contenidos, material de apoyo y evaluación,



Figura 37 Interfaz módulo
Fuente: Elaboración propia.

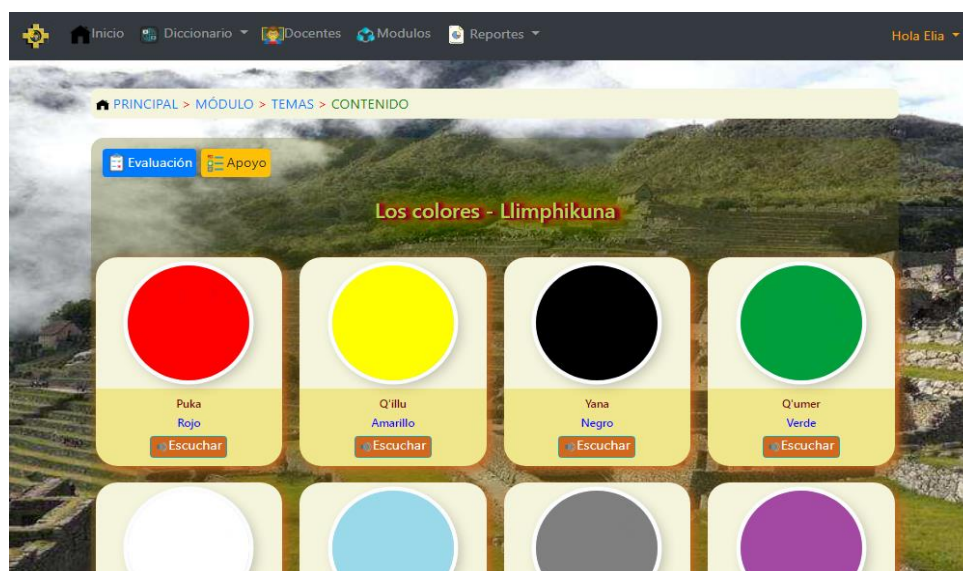


Figura 38 Interfaz contenido
Fuente: Elaboración propio.

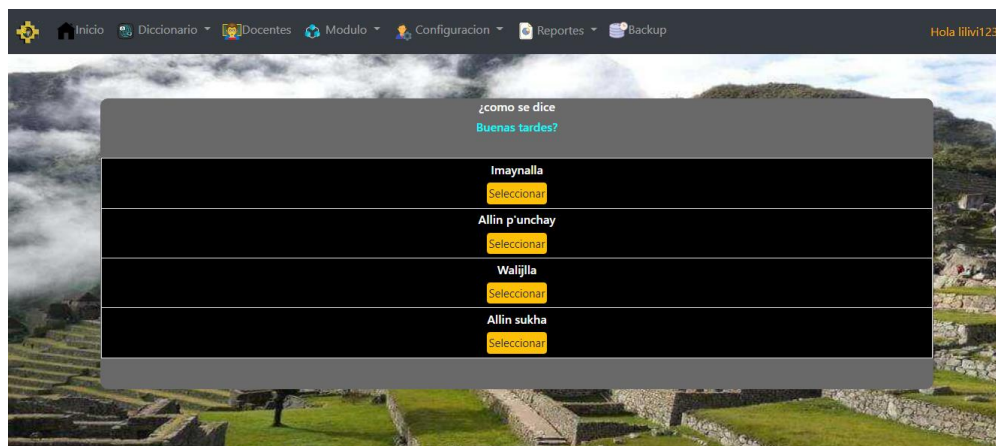


Figura 39 Interfaz de preguntas del examen
Fuente: Elaboración propio.

Prioridad (3) Iteración (4)

La iteración utiliza estrategias pedagógicas con el propósito de fortalecer el aprendizaje del estudiante y con la ayuda de la inteligencia artificial lógica difusa el tutor inteligente podrá tomar decisiones.

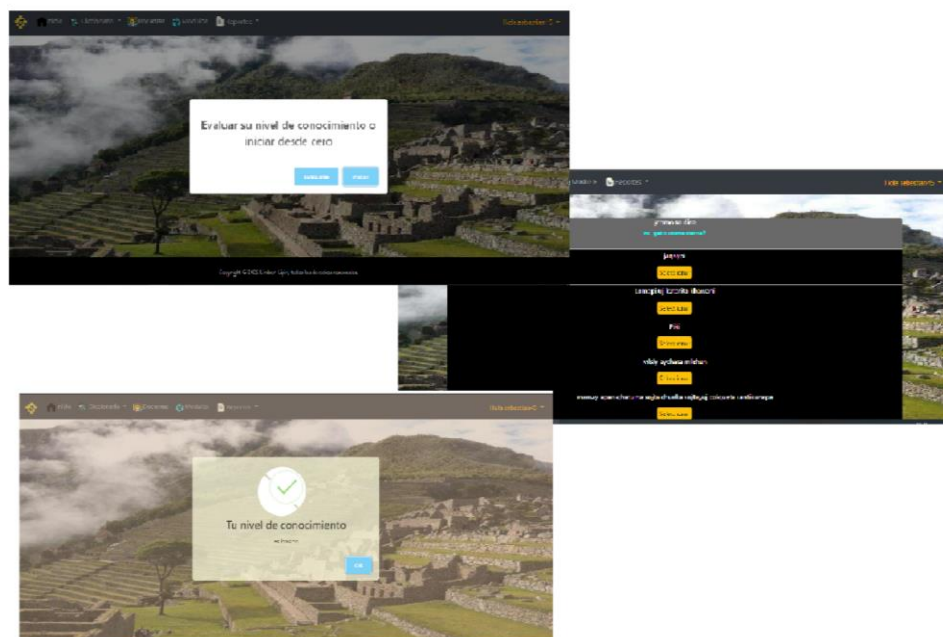


Figura 40 Interfaces que permiten medir el nivel de conocimiento y con la lógica difusa
Fuente: Elaboración propia.

Lógica difusa aplicado al nivel de conocimiento que tiene el estudiante acerca del Idioma quechua.

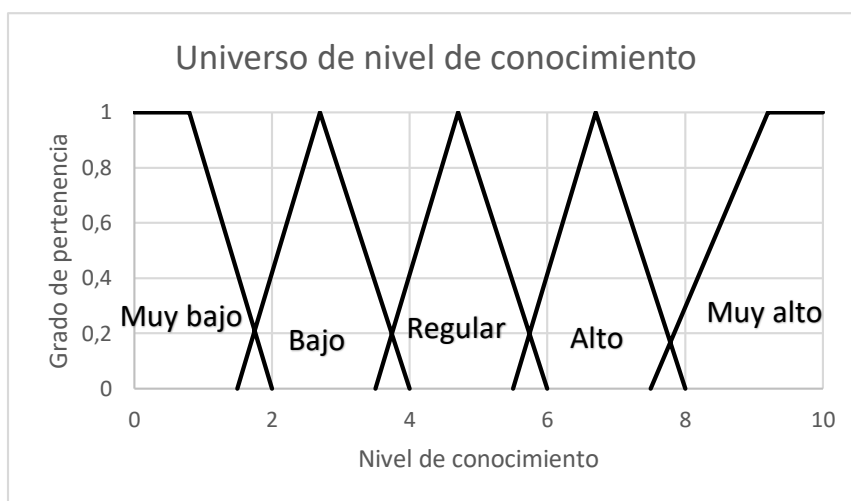


Figura 41 Universo de entrada nivel de conocimiento
Fuente: Elaboración propia.

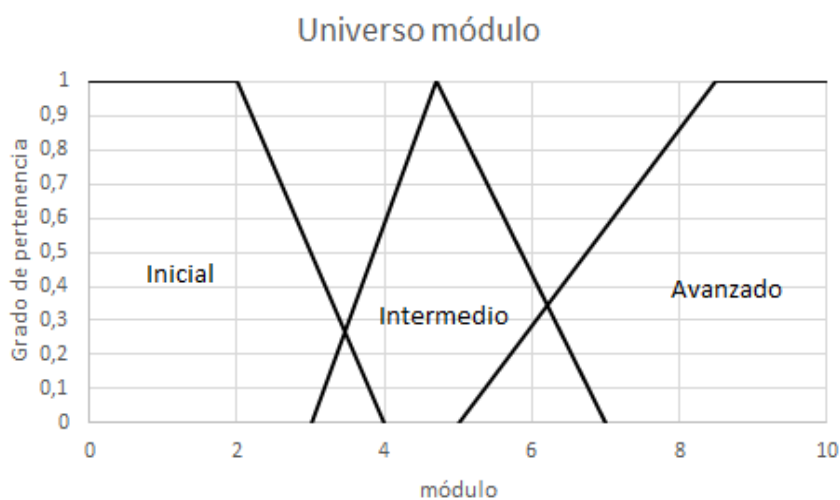


Figura 42 Universo de salida módulo
Fuente: Elaboración propia.

Base de conocimiento.

- Si nivel de conocimiento es muy bajo entonces comenzará en módulo inicial.
- Si nivel de conocimiento es bajo entonces comenzará en módulo inicial.
- Si nivel de conocimiento es regular entonces comenzará en módulo intermedio.
- Si nivel de conocimiento es alto entonces comenzará en módulo intermedio.
- Si nivel de conocimiento es avanzado entonces comenzará en módulo avanzado.

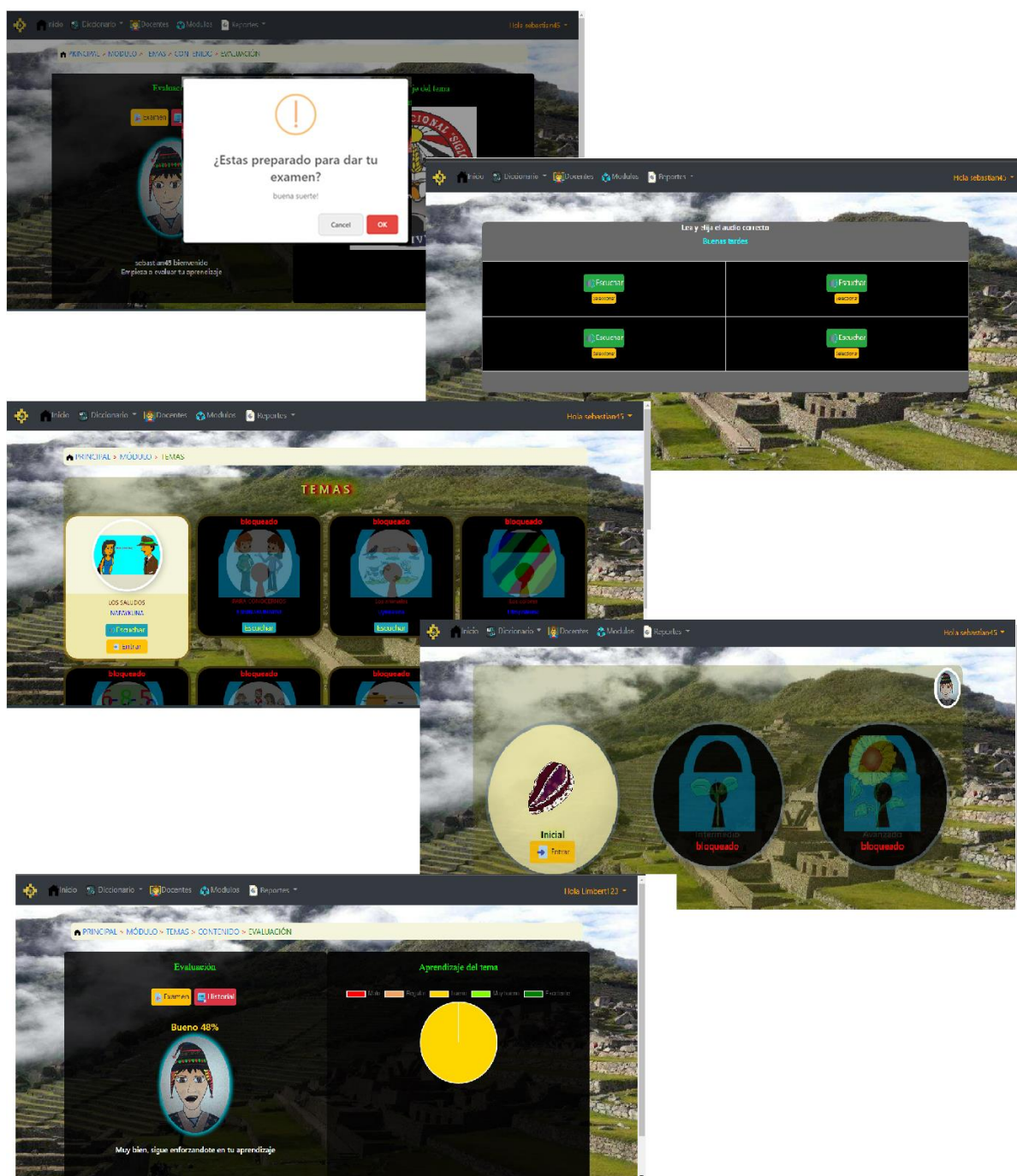


Figura 43 Interfaces que demuestran el aprendizaje del estudiante utilizando la lógica difusa

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando lógica difusa (mamdani) para obtener el aprendizaje del estudiante en módulos y temas.

Se identificó los universos y los conjuntos difusos.

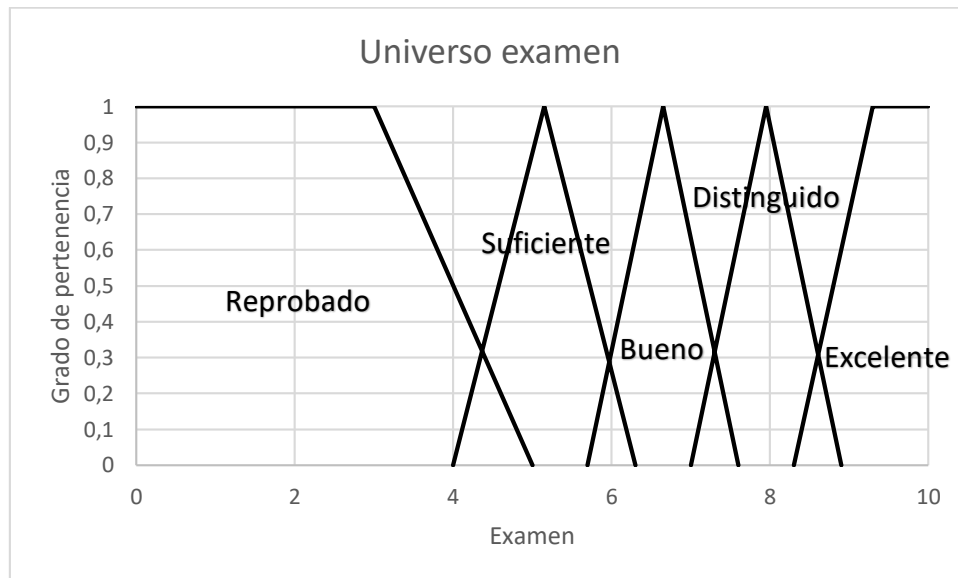


Figura 44 Universo de entrada examen

Fuente: elaboración propia.

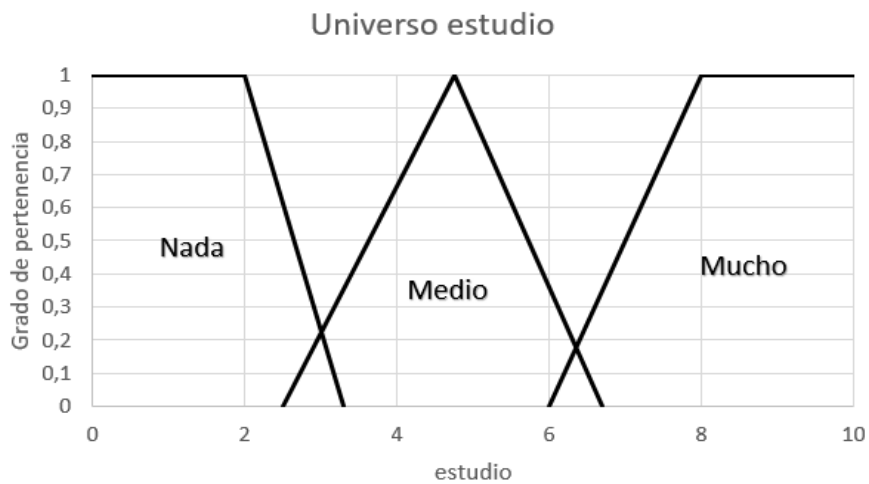


Figura 45 Universo de entrada estudio

Fuente: elaboración propia.

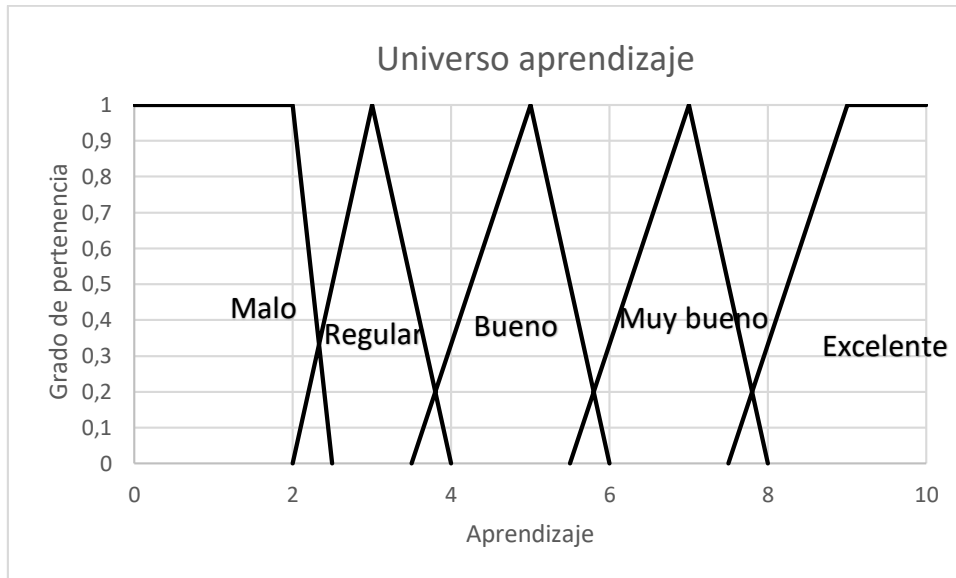


Figura 46 Universo de salida aprendizaje
Fuente: elaboración propia.

Fuzzificar

Se toman valores del mundo real.

Ejemplo: Estudiante obtuvo en examen 42.1 y estudio 66.

Para universo Examen = 42.1

Para universo Estudio = 66

Convertir en valores difusos de acuerdo a los universos.

$$42.1/10 = 4.21$$

$$\text{Examen} = 4.21$$

Se busca pertenencia del valor examen. Conjuntos en los que intercepta.

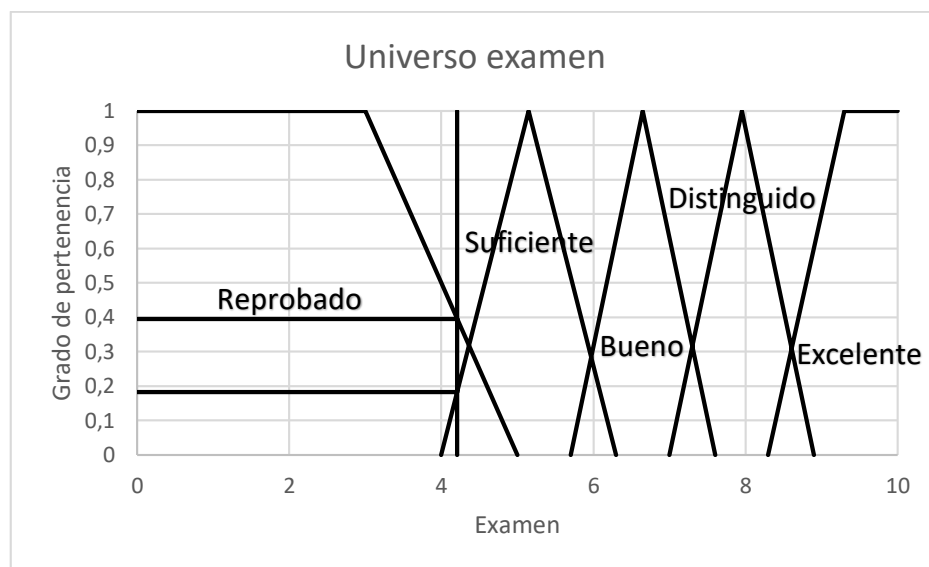


Figura 47 Interceptación de examen = 4.21

Fuente: Elaboración propia.

La pertenencia de examen es (Reprobado y Suficiente), el grado de pertenencia, Reprobado = 0,395 y Suficiente = 0,1826.

La conversión en valor difuso, el estudio de acuerdo al universo.

$$\frac{66}{10} = 6.6$$

$$\text{estudio} = 6.6$$

Se busca pertenencia del valor estudio, conjuntos en los que intercepta.

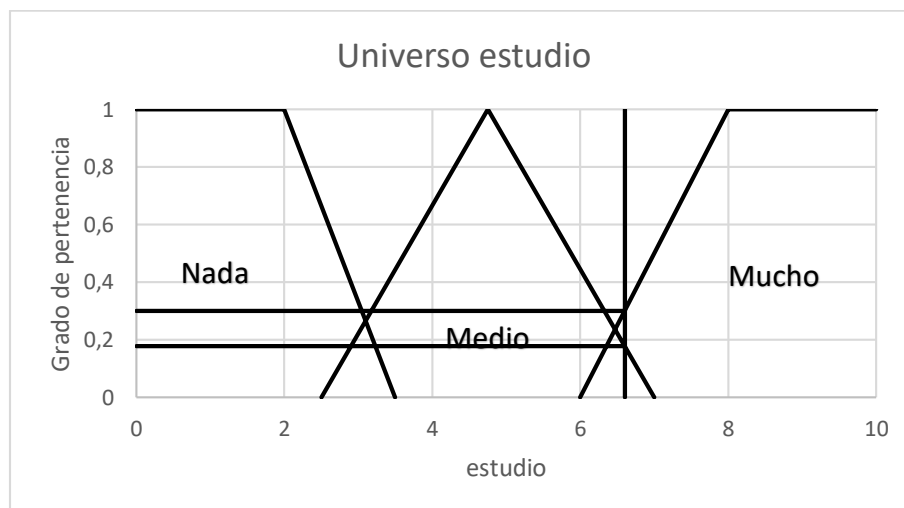


Figura 48 Interceptación de estudio = 6.6

Fuente: Elaboración propia.

La pertenencia de estudio es (Medio y Mucho), el grado de pertenencia Medio = 0,1777 y Mucho = 0,3

Para hallar en grado pertenencia se usaron las funciones de pertenencia triangular y trapezoidal.

Mecanismo de inferencia difusa

Regla 1: Si x es $A1$ y y es $B1$, entonces z es $C1$

T-norma S-norma

Figura 49 regla si entonces
Fuente:(Yesenia et al., 2019)

El paso siguiente es realizar la evaluación de las reglas “si-entonces”. La intersección puede resolverse aplicando un operador T-norma, el más común es el operador min, que no es más que seleccionar el grado de membresía mínimo. Para la agregación, puede resolverse aplicando un operador S-norma, el más común es el operador max, que consiste en seleccionar el grado de pertenencia máximo. (Yesenia et al., 2019)

Ya obtenidos los valores de grado de pertenencia se utiliza la regla de inferencia difusa.

		Evaluación				
Estudio		Reprobado	Suficiente	Bueno	Distinguido	Sobresaliente
	Nada	Malo	Malo	Regular	Bueno	Bueno
	Medio	Malo	Regular	Bueno	Bueno	Muy Bueno
	Mucho	Regular	Regular	Muy Bueno	Excelente	Excelente

Tabla 34 Regla de inferencia difusa
Fuente: Elaboración propia.

A partir de las reglas de inferencia difusas se obtiene la respuesta lingüística de si entonces.

Grado de pertenencia del universo examen

Reprobado = 0.395 y en Suficiente = 0,1826

Grado de pertenencia del universo estudio

Medio = 0,1777 y Mucho = 0,3

Reglas de respuesta lingüística si entonces

Si examen es Reprobado y estudio es Medio entonces aprendizaje es Malo

Si examen es Reprobado y estudio es Mucho entonces aprendizaje es Regular

Si examen es Suficiente y estudio es Medio entonces aprendizaje es Regular

Si examen es Suficiente y estudio es Mucho entonces aprendizaje es Regular

Se reemplaza en reglas lingüísticas por los grados de pertenencia.

Aprendizaje = $\max. (\min. (\text{Reprobado}, \text{Medio}), \min. (\text{Reprobado}, \text{Mucho}))$

Aprendizaje1 = $\max. (\min. (\text{Suficiente}, \text{Medio}), \min. (\text{Suficiente}, \text{Mucho}))$

Aprendizaje = $\max. (\min. (0.395, 0.1777), \min. (0.395, 0.3)) = 0.3$ Regular

Aprendizaje1 = $\max. (\min. (0.1826, 0.1777), \min. (0.1826, 0.3)) = 0.1777$ Regular

Los valores obtenidos se utilizan para recortar en el universo de salida.

Recortes en los conjuntos respectivos.

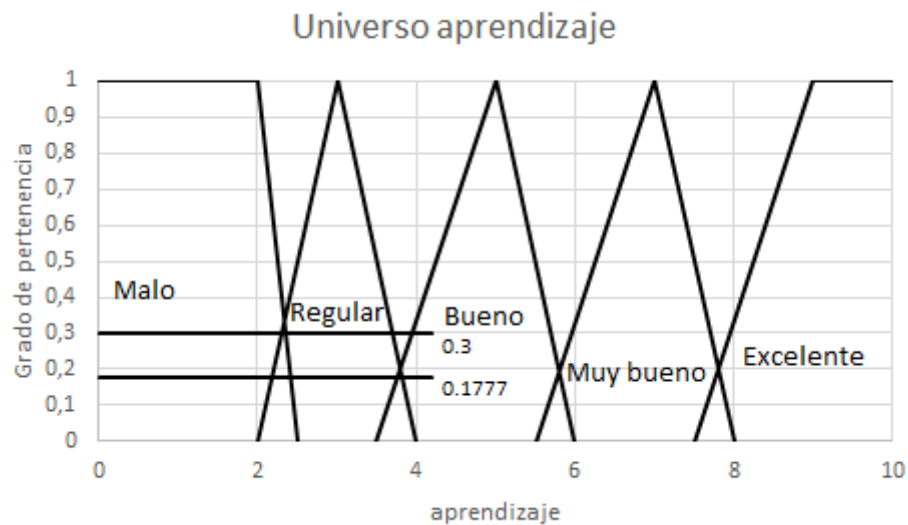


Figura 50 Cortes en el universo de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia.

Defuzzificar

Se tiene el área debajo del corte y se obtendrá el centro de gravedad.

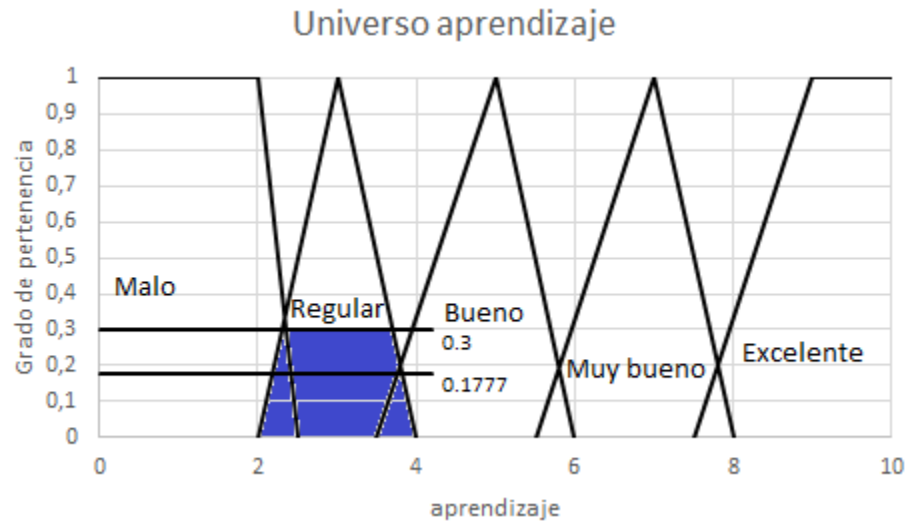


Figura 51 Área del corte
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el proceso de encontrar el centro de gravedad, utilizando la siguiente fórmula de la figura 8.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i (x_i + x_{i+1})/2}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Se encontrarán áreas preliminares con la regla de Trapecio.

Hallar h.

$$(b - a) / n = (4 - 2) / 6 = 2/6$$

$$h = 0.3333$$

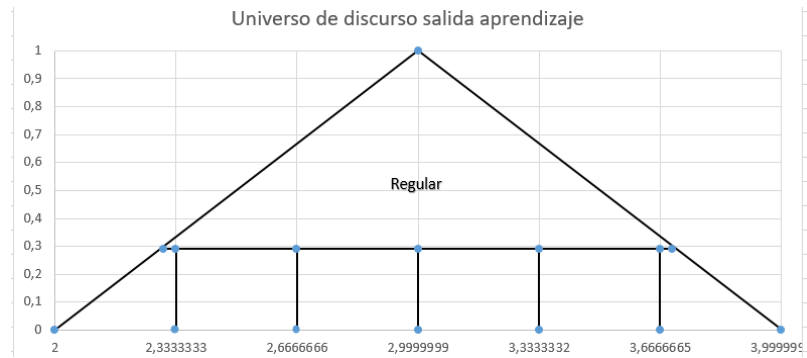


Figura 52 Área en intervalos de $h = 0.3333$

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula de regla de Trapecio.

$$\int_a^b f(x)dx = h/2((f(a) + 2f(x_1) + f(b)))$$

Obteniendo las áreas preliminares con formula de regla de Trapecio.

$$\frac{h}{2}(a), \quad \frac{h}{2} * 2(x_i), \quad \frac{h}{2}(b)$$

0.333, 0.777, 0.888, 0.999, 1.222, 0.666

Obteniendo el área total

$$\frac{0.3333}{2}(2 + 2(2.333) + 2(2.666) + 2(2.999) + 2(3.333) + 2(3.667) + 4) = 4.888$$

Área Total = 4.888

Centro de gravedad de área intervalos.

$$(x_i + x_{i+1})/2$$

2.1667, 2.4991, 2.8333, 3.1666, 3.4991, 3.8333

Reemplazando en la fórmula de centro de gravedad.

$$C = \frac{0.333(2.1667)+0.777(2.4991)+0.888(2.8333)+0.999(3.1666)+1.222(3.4991)+0.666(3.8333)}{4.888}$$

$$C = 3.103844 = 3.1 * 10 = 31.03$$

Al final se puede decir que el aprendizaje del estudiante es casi exactamente regular con un 31%.

Prioridad (4) Iteración (5)

La iteración (5) muestra un historial del estudiante en el aprendizaje del idioma quechua.



Usuario	Tema	Fecha registro	Intento	Examen	Estudio	Aprendizaje	Opinión
lilivi123	LOS SALUDOS	2022-10-05 16:32:21	1	94.44	0	bueno	es tu primer resultado
lilivi123	LOS SALUDOS	2022-10-13 12:24:53	2	94.44	60	muy bueno	Sigue con esas ganas en tu aprendizaje, vas por el buen camino

Figura 53 interfaz de historial de aprendizaje
Fuente: Elaboración propia.

Prioridad (5) Iteración (2)

Esta Iteración (2) muestra la interfaz del diccionario que se desarrolló, que a su vez permite traducir palabras unitarias.



Figura 54 Interfaz diccionario.
Fuente: Elaboración propia.

b) Probar los componentes

El modelo de prueba de los componentes no se realizará a todos ya que algunos componentes no son tan extensos, más nos centraremos en los componentes que son extensos.

Nro. De prueba	Caso de prueba
1	Login (Acceso al sistema)
2	Registrar nuevo tema

Tabla 35 Lista de casos de prueba**Fuente:** Elaboración propia.

NRO.		1	
CASO DE PRUEBA		Login (acceso al sistema)	
CONDICIONES DE EJECUCIÓN:		Tener una cuenta para poder ingresar al Sistema.	
PRUEBAS			
DESCRIPCION	ENTRADA/PASOS DE EJECUCIÓN		RESULTADO ESPERADO
Prueba cuando el campo nombre Usuario no contiene un dato.	Nombre usuario		Se muestra el mensaje “vacío”.
	Contraseña	Uno123	
Prueba cuando el campo contraseña no contiene un dato	Nombre Usuario	Carlos123	Se muestra el mensaje “vacío”.
	Contraseña		
Prueba de los campos vacíos.	Nombre usuario		Se muestra el mensaje “vacío”.
	Contraseña		
Prueba de contraseña o usuario incorrecto	Nombre usuario	Eli123	Mostrar el mensaje “Revise su usuario o contraseña”.
	Contraseña	U12o2eli	
EVALUACIÓN DE LA PRUEBA	La prueba concluyo correctamente.		

Tabla 36 Caso de prueba Login (acceso al sistema)**Fuente:** Elaboración propia.

NRO.	2
CASO DE PRUEBA	Registro de nuevo tema.
CONDICIONES DE EJECUCIÓN:	El administrado y docente deben iniciar sesión para realizar esta acción.
PRUEBAS	

DESCRIPCION	ENTRADA/PASOS DE EJECUCIÓN	RESULTADO ESPERADO
Prueba si un campo o todos están sin datos.	Titulo español	
	Titulo quechua	Napaykuna
	Modulo	
	Imagen	
	Audio	
Prueba si un campo o todos están sin datos.	Titulo español	##3,---“.”
	Titulo quechua	Napaykuna
	Modulo	
	Imagen	
	Audio	
Prueba, si selecciono en campo imagen un audio o video.	Titulo español	Los saludos
	Titulo quechua	Napaykuna
	Modulo	Quechua inicial
	Imagen	Uno.mp4
	Audio	
Prueba si en campo audio selección una imagen o video.	Titulo español	Los saludos
	Titulo quechua	Napaykuna
	Modulo	Quechua inicial
	Imagen	Uno.jpg
	Audio	Nap.jpg
Prueba si el archivo es mayor a 1mb tanto en audio e imagen.	Titulo español	Los saludos
	Titulo quechua	Napaykuna
	Modulo	Quechua inicial
	Imagen	Uno.jpg
	Audio	Nap.jpg
EVALUACION DE LA PRUEBA		La prueba concluyo correctamente.

Tabla 37 Caso de prueba registro nuevo de tema

Fuente: Elaboración propia.

Integrar al desarrollo previo

Se integró todo en un menú que permitirá trasladarse de un componente a otro, al usuario.

Figura 55 Menú del tutor inteligente web

Fuente: Elaboración propia.

c) Realizar pruebas de integración

Al realizar la prueba de integración todo se puso en un menú para que el usuario pudiera interactuar con los diferentes componentes.

3.1.6 Fase de despliegue

a) Evaluar las características de calidad y satisfacción de los usuarios

Se realizó pruebas con los usuarios para ver si satisface sus necesidades. se realizó una encuesta de cómo les pareció el tutor inteligente web.

Encuesta sobre el sistema.

Nro.	PREGUNTA	SI	NO
1	¿Pudo acceder al tutor inteligente web quechua sin complicaciones?	82.9	17.1
2	¿Le gustó la interfaz del tutor inteligente web quechua?	87.9	12.1
3	¿Se registró sin problemas?	80	20
4	¿Fue de ayuda los audios e imágenes para su aprendizaje del quechua?	88.6	11.4
5	¿Fue de mucha ayuda el traductor de palabras unitarias?	94.3	5.7
6	¿Le ayudó a entender la descripción que tiene cada palabra del traductor?	94.1	5.9
7	¿Le gustó las diferentes preguntas que tiene el examen del tutor inteligente web quechua?	97.1	2.9
8	¿La visualización de preguntas fue interactiva para su aprendizaje?	91.2	8.8
9	¿Le gustó la calificación que realiza el tutor inteligente a su aprendizaje de tema y modulo?	91.2	8.8
10	¿Le gustó que solo el primer módulo este desbloqueado, y los de más módulos estén bloqueados?	82.4	17.6
11	¿Le gustó que solo el primer tema este desbloqueado y los demás temas estén bloqueados?	85.3	14.7
12	¿Le gustó que se realizará un examen del módulo?	94.3	5.7
13	¿Complementó en su aprendizaje el material de apoyo del tutor inteligente web quechua?	98.2	11.8
RESULTADO		90%	

Tabla 38 Encuesta

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes, se pudo evidenciar que el sistema tutor inteligente tiene una aceptación del 90%.

b) Evaluar la conveniencia de continuar con otro incremento al producto

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a un resultado de que ya no se necesita realizar otra iteración completa del software, ya que se tiene una aceptación positiva del software.

CAPITULO IV

ESTIMACIÓN Y CALIDAD DE SOFTWARE

4.1 CALIDAD DE SOFTWARE

El presente proyecto utilizará la norma ISO 9126. La norma ISO 9126 tiene como objetivo principal de alcanzar la calidad necesaria para satisfacer las necesidades del cliente. La calidad según esta norma ISO 9126 puede ser pedida de acuerdo a los factores:

- Usabilidad
- Funcionalidad
- Confiabilidad
- Mantenibilidad
- Portabilidad

4.1.1 Usabilidad

Conjunto de atributos que permite evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema. Es decir, realizar una serie de preguntas que permiten ver cuán sencillo, fácil de aprender y manejar es para los usuarios.

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 38 de una encuesta, se concluye que el sistema tiene una usabilidad del 90%; y esto quiere decir, que cada 100 personas que lleguen a usar el sistema, 90 personas indicarán que el sistema es fácil de manejar y es comprensible.

4.1.2 Funcionalidad

La funcionalidad examina si el sistema satisface los requisitos funcionales esperados.

El objetivo es revelar problemas y errores en lo que concierne a la funcionalidad del sistema y su conformidad al comportamiento, expresado o deseado por el usuario.

Siendo el ajuste de la complejidad respecto a la cuenta total y Fi con ($i=1$ a $i=14$) son ajustes a complejidad según el factor cuyo puede ser de 1 a 5, para el cálculo de Punto Función se toma en cuenta 5 características de dominio de información que son:

- Número de entradas de usuario.
- Número de salidas de usuario.

- Número de peticiones de usuario.
- Número de Archivos.
- Número de interfaces externas.

Para calcular el Punto Función se utilizará la fórmula de Albretch:

$$PF = Cuenta\ total * (X + Min(Y) * \sum Fi)$$

Figura 56 Formula de punto función

Fuente: (Sierra, 2021)

Dónde: PF: Medida de la funcionalidad. Cuenta Total: es el resultado del conteo de parámetros.

X: Confiabilidad del Proyecto, varía entre el 1% a 100%.

M (Y): Error mínimo aceptable al de la complejidad, el margen de error es igual a 0.01

Fi: Son los valores de ajuste de la complejidad, donde i=1 a i=14

Complejidad	Baja	Media	Alta
Entradas de Usuario	3 PF	4 PF	6 PF
Salidas de Usuario	4 PF	5 PF	7 PF
Peticiones de Usuario	3 PF	4 PF	6 PF
Archivo lógico interno	7 PF	10 PF	15 PF
Archivo de interfaz externa	5 PF	7 PF	10 PF

Tabla 39 Factor de ponderación, valores estándar (IFPUG)

Fuente: (Pressman & Ince, 2000)

En la siguiente tabla se calcula el punto función, los cuales miden el software desde una perspectiva del usuario, dejando de lado los detalles de codificación.

Complejidad	Valoración	Factor de ponderación	Cuenta	Sub total
Entradas de usuario	Baja	3 PF	10	30
	Media	4 PF	5	20
	Alta	6 PF	3	18
Salidas de usuario	Baja	4 PF	3	12
	Media	5 PF	3	15
	Alta	7 PF	0	0
Peticiones de usuario	Baja	3 PF	6	18
	Media	4 PF	2	8
	Alta	6 PF	2	12
	Baja	7 PF	0	0

Archivo lógico	Media	10 PF	0	0
interno	Alta	15 PF	15	225
Archivo de	Baja	5 PF	0	0
interfaz externa	Media	7 PF	0	0
	Alta	10 PF	0	0
TOTAL				358

Tabla 40 Conteo de P.F.
Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar cada factor se realiza una escala de 0 a 5, y se muestra en la siguiente tabla:

0	1	2	3	4	5
Sin influencia	Incidental	Moderado	Medio	Significativo	Esencial

Tabla 41 Factor de evaluación
Fuente: (Pressman & Ince, 2000)

El valor Fi se obtiene según las respuestas a preguntas destacadas en la siguiente tabla:

Lista de Cómputo	Fi
1.- ¿Requiere el sistema copias de seguridad y de recuperación fiable?	3
2.- ¿Se requiere comunicación de datos especializadas para transferir información a la aplicación u obtenerlas de ellas?	2
3.- ¿Existe funciones de procesos distribuidos?	1
4.- ¿Es critico el rendimiento?	1
5.- ¿El sistema web será ejecutado en el S.O. Actual?	4
6.- ¿Se requiere una entrada interactiva para el sistema?	3
7.- ¿Se requiere que el sistema tenga entradas a datos con múltiples ventanas?	3
8.- ¿Se actualiza los archivos de forma interactiva?	5
9.- ¿Son complejas las entradas, salidas, los archivos o las peticiones?	3
10.- ¿Es complejo el procesamiento interno del sistema?	4
11.- ¿Se ha diseñado el código para ser reutilizado?	5
12.- ¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	0
13.- ¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?	4
14.- ¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizados por el usuario?	5
Cuenta total	$\Sigma(Fi)=43$

Tabla 42 Ajuste de complejidad
Fuente: Elaboración propia.

- Para el ajuste se utilizó la ecuación:

$$PF = \text{cuenta total} * (\text{grado de confiabilidad} + \text{Tasas de Error} * \sum (fi))$$

$$PF = 358 * (0.65 + 0.01 * 43)$$

$$PF \text{ obtenida} = 386.64$$

- Para el ajuste se utilizó la ecuación de hallar los puntos función ideal al 100% de los factores que sería $14 * 5 = 70$:

$$PF = 358 * (0.65 + 0.01 * 70)$$

$$PF \text{ ideal} = 483.3$$

- Calculando del % de funcionalidad real: $PF \text{ real} = PF \text{ obtenida} / PF \text{ ideal}$

FUNCIONALIDAD

$$\text{FUNCIONALIDAD} = 80\%$$

Interpretando, el sistema tiene una funcionalidad o utilidad del 80% para el departamento de idiomas de la UNSXX, lo que indica que el sistema cumple con los requisitos funcionales de forma satisfactoria.

4.1.3 Confiabilidad

La confiabilidad evalúa la relación entre el nivel de funcionalidad y la cantidad de recursos usados, es decir, representa el tiempo que el software está disponible para su uso, la misma se calcula utilizando la privacidad de que un sistema presente fallas:

- **Comportamiento con respecto al tiempo:** Atributos del software relativos a los tiempos de respuesta y de procesamiento de los datos.
- **Comportamiento con respecto a Recursos:** Atributos software relativo a la cantidad de recursos usados y la duración de su uso en la realización de funciones.

La función a continuación muestra el nivel de confiabilidad del sistema:

$$F(t) = (\text{Funcionalidad}) * e^{-\lambda t}$$

Se ve el trabajo hasta que se observa un fallo en un instante t , la función es la siguiente.

$$\text{Probabilidad de hallar una falla: } P(T \leq t) = F(t)$$

$$\text{Probabilidad de no hallar una falla: } P(T > t) = 1 - F(t) \text{ Dónde:}$$

Funcionalidad = 0.8

$\lambda = 0.01$ (es decir 1 error en cada 6 ejecuciones) $t=12$ meses.

Hallamos la confiabilidad del sistema:

$$F(12) = 0.8 * e^{-\frac{1}{6} * 12}$$

$$F(12) = 0.1082682$$

Reemplazando en la fórmula de no hallar una falla se tiene:

$$P(T > t) = 1 - F(t)$$

$$P(T > t) = 1 - 0.1082682$$

$$P(T > t) = 0.8917317$$

Con este resultado se obtiene que la probabilidad que el sistema no presente fallas es de 0.89

Confiabilidad = 89%

El sistema tiene una confiabilidad del 89% durante los próximos 12 meses, es decir, que de cada 100 ejecuciones existen 11 fallas de elección del sistema. Por lo tanto, es una aceptación confiable y aceptable de parte del sistema.

4.1.4 Mantenibilidad

La mantenibilidad son atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad. Para hallar Mantenibilidad del sistema se utiliza el índice de madurez de software (IMS), que proporciona una indicación de la estabilidad de un producto de software.

Se determina la siguiente función (IMS):

$$IMS = \frac{Mt - (Fc + Fa + FE)}{Mt}$$

Dónde:

Mt: Numero de módulos total de la versión actual.

Fc: Numero de módulos de la versión actual que se cambiaron.

Fa: Numero de módulos de la versión actual que se añadieron.

FE: Numero de módulos de la versión anterior que se eliminaron en la versión actual.

$$IMS = \frac{5 - (0 + 1 + 0)}{5} = 0.8$$

La interpretación a este resultado establece un 80%, lo que indica que no requiere de mantenimiento inmediatamente.

Mantenibilidad = 80%

4.1.5 Portabilidad

Capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes sub características:

Adaptabilidad: Capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.

Capacidad para ser instalado: Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.

Capacidad para ser reemplazado: Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.

Para el cálculo de la portabilidad se tomó en cuenta la siguiente tabla que contiene las características que se mencionaron anteriormente.

FACTOR DE PORTABILIDAD	VALOR %
Puede ser transferido de un entorno a otro	80
Se puede adaptar a otros ambientes con facilidad (Si puede ser usado por diferentes entidades educativas)	95
Es fácil de Instalar	95
Es capaz de reemplazar a una aplicación similar	98
TOTAL	92%

Tabla 43 Portabilidad
Fuente: elaboración propia.

La interpretación a este resultado significa que el sistema web tiene la capacidad de ejecutarse en diferentes entornos. Portabilidad = 92%

Cabe mencionar, que el sistema se ejecuta en todos los servidores web, y no se necesita especialmente de una instalación del sistema; también se comprobó en los distintos navegadores más usados.

4.1.6 Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede establecer la calidad total del sistema en base a los parámetros medidos anteriormente. La calidad está directamente relacionada con el grado de satisfacción con el usuario que ingresa al sistema.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO
Usabilidad	93.5%
Funcionalidad	80%
Confiabilidad	89%
Mantenibilidad	80%
Portabilidad	92%
Evaluación de calidad total	86.9%

Tabla 44 Ajuste de complejidad
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, de acuerdo a las escalas de aceptación, indica que los valores de preferencia se encuentran en el rango de 60-100. La calidad del sistema corresponde al 87%, lo que se interpreta como la satisfacción que tiene un usuario al interactuar con el sistema.

Evaluación de calidad total = 87%

4.2 ESTIMACIÓN DE COSTO

Para la estimación de costo del software se utilizará el modelo COCOMO puesto que es sencillo y puede ser aplicado en tres tipos de proyectos.

Orgánico (simple): proyectos relativamente sencillos, menos de 50 MLDC (Kilo Líneas de Código), en los cuales se tiene experiencia en este tipo de proyectos similares y se encuentran en entornos estables.

Semi-acoplado: proyectos intermedios en complejidad y tamaño (menores de 300 KLDC), donde la experiencia en estos tipos de proyectos es variable y las restricciones intermedias.

(Muy complejo): proyecto muy complejo, en los que apenas se tiene experiencia y se engloba en un entorno de gran innovación técnica. Además, se trata con unos requisitos muy restrictivos y de gran volatilidad, problema único difícil de basarse en la experiencia.

Para la estimación de costo del software se utilizará el modelo COCOMO puesto que es sencillo y puede ser aplicado en tres tipos de proyectos.

La ecuación de COCOMO en el modelo básico es:

$$E = a * (MLDC)^b$$

$$D = c * (E)^d$$

$$CP = E/D$$

Dónde: E: esfuerzo requerido por el proyecto, en mes.

D: Tiempo requerido por el proyecto, en meses. P: Número de personas requerido por el proyecto. A, b, c y d: constantes con valores definidos, según cada sub-modelo.

PROYECTO SOFTWARE	A	E	C	D
Orgánico	2,3	1,05	2,5	0,38
Semi-acoplado	3,0	1,12	2,5	0,35
Empotrado	2,8	1,20	2,5	0,32

Tabla 45 Coeficiente a y c y los exponentes b y d
Fuente: (Pressman & Ince, 2000)

En funcionalidad, de calidad de software, se calculó el siguiente punto de función:

PF=386.64

Para la conversión de los puntos de función a KLDC se convierte los puntos función a miles de líneas de código, teniendo en cuenta lo que se muestra en la siguiente tabla:

LENGUAJE	NIVEL	FACTOR LDC/PF
C	2.5	128
ANSI BASIC	5	6464
JAVA	6	53
PL/I	4	80
ANSI COBOL 74	3	107
VISUAL BASIC	7.00	46
ASP	9.00	36
PHP	11.00	29
VISUAL C++	9.50	34

Tabla 46 Conversión de puntos de función siguiente
Fuente: (Pressman & Ince, 2000)

Calculando las líneas de código en la siguiente ecuación se tiene:

$$LDC = PF * Factor LDC = 386.64 * 29 = 11.213$$

Para convertirlo a KLDC dividimos LDC entre 1000. Se calcula el número de líneas distribuidas en el sistema KLCD se tiene:

$$KLDC = \frac{total LDC}{1000}$$

$$KLDC = \frac{11.213}{1000}$$

$$KLDC = 11.213 = 11$$

Por tanto, existen 11 líneas de código distribuidas para el proyecto.

A continuación, se realizará el cálculo del esfuerzo necesario para la programación del sistema. La ecuación que ayudará a hallar el esfuerzo, viene dada de la siguiente manera:

$$E = a * (MLDC)^b, \text{ en persona/mes}$$

Dónde:

E: Es el esfuerzo expresado en personas por mes. A, b:

Son constantes empíricas.

KLDC: Es un número estimado de código fuente en miles distribuidas.

Como el proyecto es del tipo Orgánico se utilizará. $a = 2.4$ y $b = 1.05$.

Reemplazando estos valores en la ecuación, tenemos:

$$E = 2.4 * (11.213)^{1.05} = 30.3682$$

Calculando D con $c = 1.05$ y $d = 0.38$ se tiene:

$$D = c * (E)^d, \text{ en meses}$$

$$D = 1.05 * 30.3682^{0.38}$$

$$D = 3.8416$$

No se puede hablar en este valor matemático de meses, por lo tanto, se pasa a su inmediato superior; el proyecto deberá tener un desarrollo de aproximadamente 4 meses.

Para calcular el personal requerido, en este caso un número de programadores se obtiene con la siguiente fórmula:

$$E$$

$$P = _ , \text{ en personas}$$

$$D$$

Reemplazando los datos ya conocidos se tiene:

$$P = \frac{30.3682}{3.8416} = 7.9$$

El tiempo requerido para el proyecto (D) redondeando a 4 meses, por lo tanto, se recorta a 8 programadores.

$$P = 8 [\text{Programadores}]$$

El salario promedio de un programador oscila entre los 2000 y 4000 Bs. En dependencia de la experiencia, en el caso se tomará el salario minino nacional que es de 2100 Bs, a partir de este monto se puede calcular el costo del software desarrollado:

Costo del software desarrollado = Número de programadores * salario de un programador

$$\text{Costo del software desarrollado por persona} = 8 * 2100$$

$$\text{Costo del software desarrollado por persona} = 16800 \text{ Bs}$$

Como el desarrollo de software se lo estima en 4 meses se obtendrá:

$$\text{Costo total de desarrollo} = \text{Costo del software desarrollado} * \text{numero de meses}$$

$$\text{Costo total de desarrollo} = 16800 * 4$$

$$\text{Costo total de desarrollo} = 67200 \text{ Bs}$$

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto se desarrolló el tutor inteligente web para fortalecer la enseñanza y aprendizaje del idioma quechua, de los estudiantes.

A través del presente proyecto se llegó a las siguientes conclusiones.

- Se recopiló la información necesaria, relacionada con el tema del proyecto. Y se detectó los actores que interactuaran con tutor inteligente web y se creó los casos de usos con los cuales interactuará el actor.
- Se implementó la arquitectura de los sistemas tutores inteligentes que tiene 4 modelos. Cada modelo permite el desarrollo del tutor inteligente web, y se recopiló mucha información de que se encarga cada modelo. Se implementó la lógica difusa inteligencia artificial en el modelo pedagógico.
- Se creó un plan de iteraciones para el desarrollo del tutor inteligente web, cada iteración fue priorizada para agilizar un avance rápido en el desarrollo.
- Se implementó la base de datos, las interfaces de usuario y todas las funcionalidades necesarias para que el usuario interactúe con el tutor inteligente web.
- Se implementó las iteraciones. El modelo pedagógico fue el más complicado, porque es donde ingresa la inteligencia artificial, se programó la lógica difusa en lenguaje de programación PHP. Y se obtuvo una versión del tutor inteligente web y se realizó las pruebas en cada iteración.
- Se realizó pruebas con los usuarios finales y se pudo evidenciar una aceptación de parte de los estudiantes con el tutor inteligente web como un apoyo para el aprendizaje del idioma quechua.

5.2 RECOMENDACIONES

Compartir el proyecto desarrollado, con otras personas, para poder mejorar más el tutor inteligente web para la enseñanza-aprendizaje del idioma quechua, ya que podría implementarse para diferentes idiomas.

Proyectos que pueden derivar de esta investigación:

- **Tutor inteligente afectivo para el aprendizaje de un Idioma:** Este sería un proyecto futuro muy interesante, ya que el tutor inteligente web actuaría con las emociones de los usuarios, en este caso los estudiantes. El estudiante puede tener diferentes emociones al momento de su estudio como estar de mal humor, triste, preocupado, etc.
- **Sistemas tutores inteligente móvil afectivo para el aprendizaje del Idioma quechua:**

La gran comunidad estudiantil tiene un móvil, ya que es fácil de manejarlo y de un tamaño pequeño lo cual permite transportarlo de un lugar a otro. Un sistema tutor inteligente móvil y afectivo permitiría saber el estado del estudiante en cuanto a sus emociones.
- **Sistema tutor inteligente y robótica:** Este es un proyecto muy interesante, sería crear un aparato electrónico, que con una voz robotizada ayude en el aprendizaje y por cada error cometido en el examen, corregir con la voz.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abud, F. M. (2012). Calidad en la Industria del Software . La Norma ISO-9126. Calidad En La Industria Del Software. La Norma ISO-9126, 255.
<http://www.monografias.com/trabajos5/>
- Altube, R. V. (2021). Qué es Laravel: Características y ventajas | OpenWebinars. Openwebinars. <https://openwebinars.net/blog/que-es-mysql/>
- Alvarado, T. C., Benitez, M. V., Maquera, J. F. C., Mariscal, M. C., Orgaz, R. L., Jallaza, A. A., Lopez, E., Lola, I. M. G., Plaza, R. D., & Mejia, R. D. (2021). AJUSTE CURRICULAR DEPTO. DE IDIOMAS UNIVERSIDAD NACIONAL “SIGLO XX.”
- Álvarez, M. (2001). ¿Qué es PHP? Creación de Sitios Web Con PHP 5, 1.
<https://desarrolloweb.com/articulos/392.php>
- ARISMENDI, S. C. (2016). “TUTOR INTELIGENTE PARA LA ENSEÑANZA DE LA LECTURA Y ESCRITURA PARA NIÑOS SORDOS.” UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS; Tesis Maestria, AF4, 85-87.
- Arístides, S., Ing, B., & Alimenti, O. (1997). Microcontroladores Estándar en el Desarrollo de Sistemas de Lógica Difusa. 1–16. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23881>
- ARROYO, J. (2022). La inteligencia artificial, una aliada de la educación personalizada. 02-03-2022.
<https://www.larazon.es/educacion/20220302/5p62tse26jhvjppqrumheixs36u.html>
- ASOCOLDEP. (2019). Inteligencia artificial: las tecnologías que cambiarán la educación en 2030. <https://www.asocoldep.edu.co/2019/05/07/inteligencia-artificial-las-tecnologias-que-cambiaran-la-educacion-en-2030/>
- Bello, E. (2021, December 15). Lógica Difusa o Fuzzy Logic: Qué es y cómo funciona + Ejemplos. IEBS. <https://www.iebschool.com/blog/fuzzy-logic-que-es-big-data/>
- Carranza Bravo, P. (2010). Introducción a Las Técnicas De Inteligencia Artificial Aplicadas a La Gestión Financiera Empresarial. Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia, 4(4), 8–15.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2010000100002

- Castillo, I. (2015). APLICACIONES: - LOGICA DIFUSA ING INDUSTRIAL PAITA.
<https://sites.google.com/site/logicadifusaingindustrialpaita/logica-difusa/aplicaciones>
- Cataldi, Z., & Lage, F. J. (2009). Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 28, a108.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2009.28.456>
- Chavez, J. (2017). Lógica difusa en la inteligencia artificial: Concepto y sus aplicaciones. 2017. <https://www.ceupe.com/blog/logica-difusa-en-la-inteligencia-artificial.html>
- ciberseguridad. (2022). ¿Qué es la lógica difusa en IA y cuáles son sus aplicaciones? | Edureka. <https://ciberseguridad.com/guias/nuevas-tecnologias/inteligencia-artificial/logica-difusa-ia/>
- D. Guzmán, V. M. C. (2006). Artículo Invitado La lógica difusa en ingeniería : Principios , aplicaciones y futuro. 24(2), 87–107.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/download/2640/2591/>
- ESTEFANIA, C. M. K. (2015). INTELIGENCIA ARTIFICIAL. 20 de Enero.
<https://inteligenciaartificialkarlacevallos.wordpress.com/2017/12/11/soy-ingeniera-d/>
- Fallis, A. . (2013). Lógica Difusa. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. https://members.tripod.com/jesus_alfonso_lopez/FuzzyIntro2.html
- Ferreira, A., Salcedo, P., Kotz, G., & Barrientos, F. (2012). La Arquitectura de ELE-TUTOR: Un Sistema Tutorial Inteligente para el Español como Lengua Extranjera. *Revista Signos*, 45(79), 102–131. <https://doi.org/10.4067/S0718-09342012000200001>
- Figuerola, M. C. M. A. A. (2009). *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*. 1, 1–9.
https://www.academia.edu/6834077/P_á_g_i_n_a_MeISE_Metodología_de_Ingeniería_de_Software_Educativo
- Garita, G. G., & Lizano, M. F. (2018). Estimación de costo de software: Una propuesta de aplicación pedagógica de COCOMO Software Cost Estimation: A Pedagogical Proposal to Teach COCOMO. *UNICIENCIA Enero-Junio*, 32(1), 118–133.
www.revistas.una.ac.cr/uniciencia%0Ahttp://dx.doi.org/10.15359/ru.32-1.8
- González, C. S. (2004). Intelligent systems in education: A review of current research lines. In *RELIEVE - Revista Electronica de Investigacion y Evaluacion Educativa* (Vol. 10, Issue 1, pp. 3–12).
http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm
[www.uv.es/RELIEVE\]pag.3](http://www.uv.es/RELIEVE/pag.3)

- Gonzalez Gutierrez, E. (2006). ¿Qué es y para qué sirve HTML? El lenguaje más importante para crear páginas webs. Aprenderaprogramar.Com.
http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=435:ique-es-y-para-que-sirve-html-el-lenguaje-mas-importante-para-crear-paginas-webs-html-tags-cu00704b&catid=69:tutorial-basico-programador-web-html-desde-cero&Itemid=192
- Google Sites. (2013). Trapecio Compuesto - Analisis numerico.
<https://sites.google.com/site/analisisnumerico2013/metodos-de-integracion/trapecio-compuesto>
- Hernandez, P. P. G. (2011). Centroides. <http://pier.guillen.com.mx/algorithms/07-geometricos/07.8-centroide.htm>
- Hípola, P., & Vargas, Q. B. (1999). Agentes inteligentes: definicion y tipologia. Los agentes de informacion. Revista Internacional Científica y Profesional, 13–21.
http://profesionaldelainformacion.com/contenidos/1999/abril/agentes_inteligentes_definicion_y_tipologia_los_agentes_de_informacion.html
- Lasse, R. (2018). Inteligencia Artificial 101 Cosas Que Debes Saber Hoy Sobre Nuestro Futuro Inteligencia Artificial. Editorial Planeta S.A, 9–325. www.planetadelibros.com
- Llanos, G. Z. (2017). El idioma quechua. Americanía. Revista de Estudios Latinoamericanos, 145–156.
<https://www.upo.es/revistas/index.php/americania/article/view/2866>
- Manuel, F. (2012). Sublime Text, un sofisticado editor de código multiplataforma. 1–16.
<https://www.genbeta.com/herramientas/sublime-text-un-sofisticado-editor-de-codigo-multiplataforma>
- MARFIL, C. T. (2017). Métodos numéricos aplicados a la ingeniería naval. Énfasis en los módulos de integración numérica y ecuaciones diferenciales.
- Marín, R. (2019). Los gestores de bases de datos (SGBD) más usados. REVISTA DIGITAL INESEM. <https://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/los-gestores-de-bases-de-datos-mas-usados/>
- Martínez, P. P. (2009). quechua_crevels_muysken_lenguas_de_bolivia_i_2009-12.
https://www.ru.nl/publish/pages/983210/quechua_crevels_muysken_lenguas_de_bolivia_i_2009-12.pdf

- Master, L. (2017). ¿Cómo funciona el proceso de enseñanza-aprendizaje? Enseñanza Virtual. <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/09/28/proceso-de-ensenanza-aprendizaje/>
- MEJÍA, E. J. A. (2019). “MODELADO Y SINTONIZACIÓN DE UN CONTROLADOR PID DE UN ROBOT TIPO PUMA DE TRES GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA.” Univerddidad Nacional Del Callao, 130. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4353/VIVANCO_MEDRANO_FCS_2DA_ESPEC_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Mendez, R. (2019). Conceptos básicos de Javascript. Javascript, Web Php, Conocer Men, Rafael Asensio, Barzanallana, 1, 1–46. <http://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/Lenguaje-de-programacion-JavaScript-1.pdf>
- Mestras, J. P. (2011). Bootstrap, un framework para diseñar portales web. AcensTechnologies, 3(7), 2. <https://www.acens.com/wp-content/images/2016/10/bootstrap-framework-acens-wp.pdf>
- Miguel, A. (2016). Qué es MVC. Desarrolloweb.Com. <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-mvc.html>
- MORENO, S., & OJEDA, S. (2015). Tutorial para resolver integrales con métodos numéricos. 1–22. <https://se9d4cb1b20193983.jimcontent.com/download/version/1447386904/module/10540831974/name/Metodos-Numericos.pdf>
- Núñez, J. C., Pinto, J. G., & Castaño, J. A. (2013). Inteligencia Artificial : 2013. 29 de Noviembre. <https://inteligencia-artificial-act14.blogspot.com/2013/>
- Pellegrin, A. de. (2022). Violet UML Editor. <http://alexdp.free.fr/violetumleditor/page.php>
- Plaza., A. R. C., Molina., P. S. N., & Guaján., E. I. C. (2012). Diseño y Simulación de un proceso de control de un motor de inducción con un controlador de lógica difusa. <https://docplayer.es/128446171-Escuela-superior-politecnica-del-litoral.html>
- Pressman, R. S., & Ince, D. (2000). Software engineering : a practitioner’s approach. McGraw-Hill. https://www.mlsu.ac.in/econtents/16_EBOOK-7th_ed_software_engineering_a_practitioners_approach_by_roger_s._pressman_.pdf

- Prieto, D., Ferrándiz, C., Ferrando, M., & Bermejo, M. R. (2015). ¿Qué es la inteligencia? *Revista de Educacion*, 368, 183–210. <https://www.xatakaciencia.com/otros/que-es-la-inteligencia>
- Raffino, M. E. (2019). *Servidor Web: Concepto, Usos y Características*. Concepto.De. <https://concepto.de/servidor-web/>
- Ríos, R. G. (2018). *Lenguaje de Modelado Unificado (UML)*. <https://techlib.net/techedu/lenguaje-de-modelado-unificado-uml/>
- Robles, B. G., & ROBLES, B. G. (1997). *Asesores inteligentes para apoyar el proceso de enseñanza de lenguajes de programación*. <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/628228/33068000850729.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salvador, A. R. (2006). *Simulación de un Convertidor Multinivel Apilable controlado con Lógica Difusa*. 63–88. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/revelo_a_s/capitulo4.pdf
- Serna, M. A., Serna, C., & Builes, A. G. (2012). Inferencia difusa aplicada a la ingeniería concurrente para el diseño de productos de manufactura en condiciones de incertidumbre. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(21), 127–138.
- Sierra, acarapi fabian. (2021). *JUEZ VIRTUAL PARA PROGRAMACIÓN*.
- Sierra, M. (2006). Qué es y para qué sirve el lenguaje CSS (Cascading Style Sheets - Hojas de Estilo). In 2006. http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=546:que-es-y-para-que-sirve-el-lenguaje-css-cascading-style-sheets-hojas-de-estilo&catid=46:lenguajes-y-entornos&Itemid=163
- Tellez, F. O. (2018). *Control con Lógica Difusa*. Facultad de Ingeniería Eléctrica, 1–27. <https://docplayer.es/79091439-Control-con-logica-difusa.html>
- Wikipedia. (2020). *Dominio de la frecuencia - Wikipedia, la enciclopedia libre*. 6 de Septiembre. https://es.wikipedia.org/wiki/Dominio_de_discurso
- Yancato, G. J. (2012). *Agentes inteligentes*. Fiis Uni, SlideShare. <https://www.uv.mx/aguerra/documents/2013-ia2-01.pdf%0Ahttps://es.slideshare.net/hdzmanzo/agentes-inteligentes-15323648>

- Yesenia, G., Granados, B., & Cortes, P. (2019). CÓMO DISEÑAR UN SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSA DE TIPO MAMDANI. 1–12.
<https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/845-cyt-numero-75/1760-como-disenar-un-sistema-de-inferencia-difusa-de-tipo-mamdani>
- Zanker, G. (2005). Ajax. In *The Classical Review* (Vol. 55, Issue 1, pp. 19–20).
<https://doi.org/10.1093/clrevj/bni013>

7 ANEXOS

```

1  <?php
2  function reglas_difusas_examen()
3  {
4  $eval[0][0] = '-'; $eval[0][1] = 0; $eval[0][2] = 3; $eval[0][3] = 5; $eval[0][4] = 'trapezoidal'; $eval[0][5] = '
    reprobado'; $eval[0][6] = 'entrada'; $eval[0][7] = 1;
5  $eval[1][0] = 4; $eval[1][1] = 5.15; $eval[1][2] = 6.3; $eval[1][3] = 'no'; $eval[1][4] = 'triangulo'; $eval[1][5] = '
    suficiente'; $eval[1][6] = 'entrada'; $eval[1][7] = 2;
6  $eval[2][0] = 5.7; $eval[2][1] = 6.65; $eval[2][2] = 7.6; $eval[2][3] = 'no'; $eval[2][4] = 'triangulo'; $eval[2][5] = '
    bueno'; $eval[2][6] = 'entrada'; $eval[2][7] = 2;
7  $eval[3][0] = 7; $eval[3][1] = 7.95; $eval[3][2] = 8.9; $eval[3][3] = 'no'; $eval[3][4] = 'triangulo'; $eval[3][5] = '
    distinguido'; $eval[3][6] = 'entrada'; $eval[3][7] = 2;
8  $eval[4][0] = 8.3; $eval[4][1] = 9.3; $eval[4][2] = 10; $eval[4][3] = '-'; $eval[4][4] = 'trapezoidal'; $eval[4][5] = '
    sobresaliente'; $eval[4][6] = 'entrada'; $eval[4][7] = 1;
9  return $eval;
10 }
11
12 function reglas_difusas_estudio()
13 {
14     $est[0][0] = '-'; $est[0][1] = 0; $est[0][2] = 2; $est[0][3] = 3.5; $est[0][4] = 'trapezoidal'; $est[0][5] = 'nada
        '; $est[0][6] = 'entrada'; $est[0][7] = 1;
15     $est[1][0] = 2.5; $est[1][1] = 4.75; $est[1][2] = 7; $est[1][3] = 'no'; $est[1][4] = 'triangulo'; $est[1][5] = 'medio
        '; $est[1][6] = 'entrada'; $est[1][7] = 2;
16     $est[2][0] = 6; $est[2][1] = 8; $est[2][2] = 10; $est[2][3] = '-'; $est[2][4] = 'trapezoidal'; $est[2][5] = 'mucho'; $
        est[2][6] = 'entrada'; $est[2][7] = 1;
17     return $est;
18 }
19
20 function reglas_difusas_aprendizaje(){
21     $apre[0][0] = '-'; $apre[0][1] = 0; $apre[0][2] = 2; $apre[0][3] = 2.5; $apre[0][4] = 'trapezoidal'; $apre[0][5] = '
        malo'; $apre[0][6] = 'salida'; $apre[0][7] = 1;
22
23     $apre[1][0] = 2; $apre[1][1] = 3; $apre[1][2] = 4; $apre[1][3] = 'no'; $apre[1][4] = 'triangulo'; $apre[1][5] = '
        regular'; $apre[1][6] = 'salida'; $apre[1][7] = 2;
24

```

Figura 57 Conjunto difusos de lógica difusa implementado en PHP
Fuente: Elaboración propia.

```

37
38 function regla1(){
39
40     $re[0][0] = 'nada'; $re[0][1] = 'reprobado'; $re[0][2] = 'malo';
41     $re[1][0] = 'nada'; $re[1][1] = 'suficiente'; $re[1][2] = 'malo';
42     $re[2][0] = 'nada'; $re[2][1] = 'bueno'; $re[2][2] = 'regular';
43     $re[3][0] = 'nada'; $re[3][1] = 'distinguido'; $re[3][2] = 'bueno';
44     $re[4][0] = 'nada'; $re[4][1] = 'sobresaliente'; $re[4][2] = 'bueno';
45     $re[5][0] = 'medio'; $re[5][1] = 'reprobado'; $re[5][2] = 'malo';
46     $re[6][0] = 'medio'; $re[6][1] = 'suficiente'; $re[6][2] = 'regular';
47     $re[7][0] = 'medio'; $re[7][1] = 'bueno'; $re[7][2] = 'bueno';
48     $re[8][0] = 'medio'; $re[8][1] = 'distinguido'; $re[8][2] = 'bueno';
49     $re[9][0] = 'medio'; $re[9][1] = 'sobresaliente'; $re[9][2] = 'muy bueno';
50     $re[10][0] = 'mucho'; $re[10][1] = 'reprobado'; $re[10][2] = 'regular';
51     $re[11][0] = 'mucho'; $re[11][1] = 'suficiente'; $re[11][2] = 'regular';
52     $re[12][0] = 'mucho'; $re[12][1] = 'bueno'; $re[12][2] = 'muy bueno';
53     $re[13][0] = 'mucho'; $re[13][1] = 'distinguido'; $re[13][2] = 'excelente';
54     $re[14][0] = 'mucho'; $re[14][1] = 'sobresaliente'; $re[14][2] = 'excelente';
55
56     return $re;
57
58 }
59

```

Figura 58 Base de conocimiento implementado en PHP
Fuente: Elaboración propia.

```

function buscar_pertenencia_de_x_trapezoide($a,$b,$c,$d,$x)
{
    //echo "<br>hhhh  ".$a."    ".$b."    ".$c."    ".$d."    <br>";
    $posicion="";
    if($a=="-"){
        $posicion="izquierdo";
    }
    if($d=="-"){
        $posicion="derecho";
    }
    //echo $posicion;

    if($posicion=="izquierdo"){
        if($x>=$b&&$x<=$d){
            $cal=calcula_trapezoide($a,$b,$c,$d,$x,$posicion);
            //echo "<br>". $cal;
            return $cal;
        }else{
            return -1; //no esta en este rango por eso otra vez inicia en -1
        }
    }else if($posicion=="derecho"){
        if($x>=$a&&$x<=$c){
            return calcula_trapezoide($a,$b,$c,$d,$x,$posicion);
        }else{
            return -1;
        }
    }
}

```

Figura 59 Buscando grado de pertenencia
Fuente: Elaboración propia.

```

//calcula de funcion de pertenencia trapezo=====
function calcula_trapezoide($a,$b,$c,$d,$x,$posicion)
{
    if($posicion=="izquierdo"){
        //formula (d-x)/(d-c)
        if($x>=$b&&$x<=$c){ //si se encuentra en este rango
            return 1;
        }else{
            return (($d-$x)/($d-$c));
        }
    }else if($posicion=="derecho"){
        //formula (x-a)/(b-a)
        if($x>=$b&&$x<=$c){
            return 1;
        }else{
            return (($x-$a)/($b-$a));
        }
    }
}

//calcula de funcion de pertenencia triangulo=====
function calcula_triangulo($a,$b,$c,$x){
    if($x==$b){
        return 1;
    }else
    if($x>=$a&&$x<=$b)
    {
        //for (x-a)/(b-a)
        return ($x-$a)/($b-$a);
    }else if($x>=$b&&$x<=$c){
        //for (c-x)/(c-b)
        return ($c-$x)/($c-$b);
    }else{
        return -1; //retornamos -1 ya que no esta el punto e
    }
}

```

Figura 60 Calculando el grado de pertenencia trapezoidal y triangular
Fuente: Elaboración propia.


```

function area_rectagulos_trapezio($p_y,$h,$posicion){
    $ya=0;
    if($posicion=="izquierda"){
        $ya=1;
    }
    $p_y=trim($p_y);
    $p_y=explode("+", $p_y);
    $ar="";
    $sum_area=0;
    //echo "<br> ".$h."    ".$ya;
    //encontraremos las arias pequenas de nuestra figura grande
    for($i=0;$i<sizeof($p_y)-1;$i++){
        //echo "<br>ss    ".$p_y[$i];
        if($i==0){
            $arr=((( $ya+$p_y[$i])*$h)/2);//((B+b)*h)/2

        }else if($i==sizeof($p_y)-1){
            $arr=((( $ya+$p_y[$i])*$h)/2);//((B+b)*h)/2

        }else{
            $arr=2*((( $ya+$p_y[$i])*$h)/2);//((B+b)*h)/2

        }
        // $arr=((( $ya+$p_y[$i])*$h)/2);//((B+b)*h)/2
        //echo "<br>".$arr."<br>";
        $ar=$ar." ".$arr." +"; //concatenando los areas pequenos con un +
        $ya=$p_y[$i];
        $sum_area=$sum_area+$arr; //sumando area
    }
    //echo "<br>".$ar."<br>".$sum_area;
    return array($ar,$sum_area);
}

```

Figura 61 Calculando el área total y áreas preliminares con regla de Trapecio

Fuente: Elaboración propia.



Figura 62 Proyectistas explicando el manejo del tutor inteligente web
Fuente: Elaboración propia.



Figura 63 Estudiantes ingresando mediante sus celulares al tutor inteligente web
Fuente: Elaboración propia.



Figura 64 Estudiantes interactuando con el tutor inteligente quechua
Fuente: Elaboración propia.



Figura 65 Docente utilizando el tutor inteligente como apoyo
Fuente: Elaboración propia.



Figura 66 Visualizándose temas con el data
Fuente: Elaboración propia.



Figura 67 Estudiantes y docente interactuando con el tutor inteligente web
Fuente: Elaboración propia.