



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

## Tesis



“Sistema tutor inteligente como herramienta de apoyo en la comprensión de la lectura para niños de nivel primaria”

PRESENTA:

**LUIS MÁRQUEZ RAMÍREZ**

CON NÚMERO DE CONTROL

**20TE0006P**

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

**MPSCO-0127**

DIRECTOR(A) DE TESIS

**MEM. CRISTINA JOAQUIN SALAS**

TEZIUTLÁN, PUEBLA, MAYO 2023

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”



## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres y hermanos, quienes siempre me han apoyado, quienes han creído en mí y quienes se enorgullecen de verme superar constantemente.

También, dedico este trabajo a mi asesora la maestra Cristy, quién gracias a su apoyo, orientación y compromiso pude llegar a la finalización del mismo.

Finalmente, también dedico este trabajo a mí mismo como símbolo de perseverancia y fruto de mi ímpetu y ganas de superación, esto, para ser un mejor profesionalista y crecer como persona.

## AGRADECIMIENTOS

### A MIS PADRES Y HERMANOS

*Por el cariño, apoyo y motivación constante. Gracias por alentarme a seguir adelante y seguir superándome.*

### A MIS DOCENTES

*Por los conocimientos, destrezas y habilidades que me compartieron. Fueron un pilar fundamental en mi formación académica y les agradezco por enriquecer mi conocimiento.*

### A MI ASESORA

*Por el apoyo, la ayuda y orientación que me brindó en cada momento. Agradezco mucho que me motivara a seguir adelante y no rendirme en la realización de este proyecto.*

### AL TECNOLÓGICO

*Por abrirme nuevamente sus puertas como casa de estudios y permitirme alcanzar un nuevo grado académico. También, agradezco las facilidades que me otorgó para mis estudios y por el excelente cuerpo académico con el que cuenta.*

## RESUMEN

La presente investigación da a conocer el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente como herramienta de apoyo para el aprendizaje de la comprensión de la lectura. Esta herramienta es una aplicación web desarrollada con el marco de trabajo Laravel y Vue.js, además de MySQL como sistema gestor de base de datos y el lenguaje de programación Python para la integración de algoritmos de inteligencia artificial. Además, se presentan los diagramas empleados para el desarrollo y la descripción completa de las tecnologías utilizadas. También, se dan a conocer los resultados de pruebas de implementación y uso por un grupo determinado de alumnos, así como, las conclusiones que se obtuvieron de lo mismo.

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS .....	2
RESUMEN .....	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
INDICE DE DIAGRAMAS.....	10
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	17
1.5 HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	17
1.5.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	17
1.5.2 VARIABLES.....	17
1.5.3 VERBO PARA CUANTIFICAR .....	17
1.6 PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	18
1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	20
1.7.1 ECONÓMICA.....	20
1.7.2 TÉCNICA .....	20
1.7.3 HUMANA .....	20
1.8 ANTECEDENTES .....	21

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	25
2.1 APRENDIZAJE .....	25
2.2 COMPRENSIÓN DE LA LECTURA.....	26
2.3 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE.....	27
2.4 APRENDIZAJE ADAPTATIVO.....	29
2.5 ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS .....	29
2.6 HERRAMIENTAS DE DISEÑO .....	30
2.6.1 STARUML .....	30
2.7 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	30
2.7.1 VISUAL STUDIO CODE .....	30
2.7.2 PHPSTORM.....	31
2.8 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	31
2.8.1 PXP (PERSONAL EXTREME PROGRAMMING).....	31
2.9 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO.....	33
2.9.1 PHP .....	33
2.9.2 JAVASCRIPT .....	33
2.9.3 PYTHON.....	33
2.9.4 MYSQL.....	34
2.9.5 LARAVEL .....	34
2.9.6 VUE.JS.....	34
2.9.7 DJANGO.....	34
2.10 SISTEMA OPERATIVO.....	35
2.10.1 UBUNTU SERVER.....	35

2.11	SERVIDOR WEB .....	35
2.11.1	APACHE .....	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....		36
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA .....	36
3.2	LUGAR, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.3	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	36
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE .....		41
4.1	METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	41
4.2	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	42
4.2.1	RELACIÓN DE ACTORES.....	42
4.2.2	DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO .....	43
4.2.3	DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	49
4.2.4	DIAGRAMAS DE SECUENCIA.....	50
4.3	DISEÑO CONCEPTUAL .....	52
4.4	DISEÑO DE INTERFACES .....	53
4.5	PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN.....	57
4.5.1	PRUEBAS .....	57
4.5.2	IMPLEMENTACIÓN.....	61
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		64
5.1	RESULTADOS DE CUESTIONARIOS .....	64
5.1.1	CUESTIONARIO DOCENTE .....	64
5.1.2	CUESTIONARIO PADRES DE FAMILIA .....	66
5.1.3	CUESTIONARIO DE COMPRENSIÓN LECTORA .....	69

5.1 DISCUSIÓN .....	72
CONCLUSIONES .....	74
REFERENCIAS .....	75



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Arquitectura ITS.....	28
Ilustración 2. Fases del proceso PXP .....	32
Ilustración 3. Vista principal .....	53
Ilustración 4. Vista de lectura para ejercicio/actividad .....	54
Ilustración 5. Vista de ejercicio/actividad .....	55
Ilustración 6. Vista de resultados.....	56
Ilustración 7. Vista principal ITS .....	61
Ilustración 8. Vista de lectura ITS.....	62
Ilustración 9. Vista de actividad ITS.....	62
Ilustración 10. Vista de resultados ITS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de etapas de desarrollo.....	41
Tabla 2. Relación de actores .....	42
Tabla 3. Caso de uso Entrenamiento del ITS .....	43
Tabla 4. Caso de uso Análisis del Aprendizaje.....	45
Tabla 5. Caso de uso Análisis de resultados .....	47
Tabla 6. Prueba unitaria Visualización de lectura .....	57
Tabla 7. Prueba unitaria Generación de Actividad de Aprendizaje .....	58
Tabla 8. Prueba unitaria Evaluación de Actividad de Aprendizaje .....	59

## INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama de casos de uso (general).....	49
Diagrama 2. Entrenamiento del ITS.....	50
Diagrama 3. Análisis de resultados .....	51
Diagrama 4. Análisis del aprendizaje.....	51
Diagrama 5. Dominio del sistema .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cuestionario padres – respuesta 1.....	66
Gráfica 2. Cuestionario padres – respuesta 2.....	67
Gráfica 3. Cuestionario padres – respuesta 3.....	67
Gráfica 4. Cuestionario padres – respuesta 4.....	68
Gráfica 5. Cuestionario padres – respuesta 5.....	68
Gráfica 6. Cuestionario previo alumnos – respuesta 1 .....	69
Gráfica 7. Cuestionario previo alumnos – respuesta 2 .....	69
Gráfica 8. Cuestionario previo alumnos – respuesta 3 .....	70
Gráfica 9. Cuestionario final alumnos – respuesta 1 .....	70
Gráfica 10. Cuestionario final alumnos – respuesta 2 .....	71
Gráfica 11. Cuestionario final alumnos – respuesta 3 .....	71

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La comprensión de la lectura es un proceso cognitivo a través del cual se entiende el contenido de un texto y al texto mismo bajo una comprensión global. En el ámbito educativo, se considera como una de las habilidades más importantes para el desarrollo integral de los alumnos ya que está estrechamente relacionada con la capacidad de aprendizaje.

La enseñanza y el aprendizaje son actividades fundamentales para la adquisición del conocimiento, se comparten ideas, experiencias, habilidades y demás cuestiones que fomenten el aprendizaje. En un ámbito educativo los procesos de enseñanza y aprendizaje se definen como las interacciones entre docentes y alumnos, donde la relación existe en virtud de transmitir el conocimiento. Siendo así que, por conducto del proceso de aprendizaje el estudiante hace inteligibles las enseñanzas del docente y las pone en práctica en múltiples contextos a través de diferentes medios. No obstante, cuando no se identifican las necesidades de los alumnos, no existe un plan de estudios adecuado, o las técnicas y modelos educativos no son los indicados para los procesos de enseñanza; no se garantiza un óptimo proceso de aprendizaje, lo que da como resultado la carencia de conocimientos y habilidades.

El presente documento muestra el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente como apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje para ayudar a niños de primaria a mejorar la comprensión lectora. En el apartado I, se muestran los antecedentes que motivan la presente investigación, además de los objetivos propuestos para la misma. Así mismo, el apartado II detalla el estado del arte que sustenta la investigación, así como el desarrollo de la propuesta planteada. En el apartado III y IV se describen la metodología de investigación y desarrollo de software utilizada. Finalmente, el apartado V describe los resultados obtenidos y las conclusiones de la investigación.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comprensión de la lectura es uno de los aprendizajes clave más importantes para el desarrollo integral de los alumnos, consiste en comprender el significado de las palabras en un texto y al texto mismo bajo una comprensión global, en otras palabras, es la capacidad de interpretar, procesar y analizar toda la información presente en una lectura. Esta habilidad se aprende en el aula y es un factor determinante para el aprendizaje.

No obstante, en México existe un problema en educación que está estrechamente relacionado con la falta de habilidad en comprensión de la lectura, y es que, muchas veces los alumnos no comprenden lo que leen, esto deriva problemas en el aprendizaje y dificultades para incursionar a través de las diferentes áreas del conocimiento. Bajo esta premisa el grupo de alumnos más afectados son los de nivel primaria. La gravedad de este problema se ve reflejado en pruebas de evaluación de conocimiento como PISA (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos de la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y PLANEA (Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes), qué, a través de las mismas, se evalúa el nivel de aprendizaje de los alumnos con relación a su nivel educativo, dichas pruebas dan a conocer las habilidades y carencias que presentan los mismos. Es importante mencionar que PISA y PLANEA evalúan las áreas del conocimiento de Lectura, Matemáticas y Ciencia.

En el año 2018, la prueba PISA reveló resultados adversos acerca del nivel educativo en México. En el tema de Lectura, la prueba indicó que el 55% de los estudiantes alcanzó al menos un nivel 2 de competencia, en el que eran capaces de identificar la idea principal de un texto, encontrar información basada en criterios explícitos y reflexionar sobre el propósito general del mismo. En contraparte, sólo el 1% de los estudiantes mostró un dominio sobresaliente alcanzando un nivel 5 o 6 de competencia, lo que indicó, que eran capaces de

comprender textos largos, abstraer conceptos, identificar hechos y opiniones, y comprender de manera global la información presentada en una lectura.

En el ámbito nacional, la prueba PLANEA del año 2018 en el tema de Lenguaje y comunicación (comprensión de la lectura), también reveló resultados adversos acerca de los conocimientos que presentaron los alumnos, puesto que, el 49% de los evaluados tuvo un dominio insuficiente, el 33% dominio básico, el 15% dominio satisfactorio y sólo el 3% un dominio sobresaliente. Particularmente, del municipio de Teziutlán, Puebla, se registró que sólo el 25.62% de los evaluados alcanzó un dominio satisfactorio o sobresaliente, mientras que, el 74.38% tuvo un dominio insuficiente o básico. Partiendo de los datos ya mencionados se puede identificar una gran disparidad entre los alumnos con mayor y menor dominio sobre la habilidad de comprensión de la lectura, donde, algunos apenas son capaces de comprender un texto y su propósito informativo, mientras que otros alcanzan a demostrar una comprensión más profunda.

Las pruebas PISA y PLANEA, han demostrado en los últimos años los problemas que presentan los alumnos en México con relación al tema de comprensión de la lectura, si bien, el origen de este problema radica en diversos factores; la educación de los alumnos debe de mejorar en ciertos aspectos.

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema tutor inteligente con algoritmos de inteligencia artificial para la enseñanza de comprensión de la lectura a niños de nivel primaria en Teziutlán, Puebla.

### 1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los requerimientos del sistema (generales y específicos).
- Identificar un plan de estudios sobre comprensión de la lectura para generar el contenido de aprendizaje y las actividades que resolverán los alumnos.
- Desarrollar los módulos correspondientes acorde a los requerimientos.
- Establecer pruebas de evaluación y métricas para medir el aprendizaje.
- Diseñar un plan de implementación y pruebas para medir el funcionamiento del sistema.
- Realizar la implementación del Sistema Tutor Inteligente en el grupo de estudio.
- Recolectar datos, analizar y presentar resultados.



### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Tal y como se mencionó con anterioridad, la comprensión de la lectura es uno de los aprendizajes clave más importantes para el desarrollo integral de los alumnos, esta habilidad no sólo está estrechamente relacionada con la capacidad de aprendizaje, sino que también contribuye con el desarrollo personal en la sociedad. Si bien, la educación en México tiene aspectos que mejorar, se han dado pasos importantes hacia la integración de nuevos recursos que permitan mejorar el aprendizaje de los alumnos, por ejemplo, el uso de herramientas tecnológicas para complementar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La generación de un sistema tutor inteligente como herramienta de apoyo en la comprensión de la lectura será un recurso adicional que influya positivamente en el aprendizaje y desarrollo de los alumnos, dicho esto, al mejorar la comprensión de la lectura, se aprenderán de mejor manera los temas de estudio y se alcanzará un mayor nivel de conocimientos. Como parte de las principales ventajas de la generación de dicho sistema, estará la versatilidad para generar el contenido de aprendizaje acorde a las necesidades específicas de cada estudiante. Esto se logrará, a través de algoritmos de inteligencia artificial que permitan dar un seguimiento más puntual y especializado acorde a las necesidades, nivel de conocimiento y ritmo de aprendizaje de los estudiantes.

Con base en el uso del sistema tutor inteligente se busca contribuir de manera eficiente en el aprendizaje de la comprensión de la lectura, logrando incrementar paulatinamente el porcentaje de alumnos con dominio satisfactorio o sobresaliente de dicha habilidad, en el municipio de Teziutlán, Puebla.

## 1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Con el desarrollo de un sistema tutor inteligente para el apoyo en la comprensión de la lectura incrementará el porcentaje de alumnos de primaria con un dominio satisfactorio o sobresaliente de conocimientos en Teziutlán, Puebla?

## 1.5 HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

### 1.5.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

El porcentaje de alumnos en Teziutlán, Puebla con dominio satisfactorio o sobresaliente en la comprensión de la lectura, incrementará de un 25.62% a un 30% en un lapso aproximado de un año, a través del uso de un sistema tutor inteligente.

### 1.5.2 VARIABLES

- Porcentaje de alumnos con dominio satisfactorio o sobresaliente en la comprensión de la lectura.
- Nivel de comprensión de la lectura.

### 1.5.3 VERBO PARA CUANTIFICAR

Incrementar el porcentaje de alumnos en Teziutlán, Puebla con dominio satisfactorio o sobresaliente en la comprensión de lectura.

## 1.6 PROPUESTA TECNOLÓGICA

Con base en la problemática presentada con anterioridad, se pretende llevar a cabo el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente (ITS - Intelligent Tutoring System, por sus siglas en inglés) como herramienta de apoyo para el aprendizaje de la comprensión de la lectura. Esta herramienta estará destinada para los alumnos de nivel primaria de Teziutlán, Puebla, con la finalidad de mejorar su aprendizaje (en todas las materias que cursan). Así mismo, también será una herramienta de apoyo para los docentes, quiénes se encargan de enseñar y monitorear el aprendizaje de los alumnos con relación a la comprensión de la lectura.

Para la generación del ITS, se emplearán algoritmos de inteligencia artificial que permitan brindar una atención personalizada, de tal manera, que se identifiquen las necesidades específicas de aprendizaje de cada alumno y se provea de recursos adecuados para mejorar su habilidad de comprensión de la lectura. Además de la característica ya mencionada, a través del uso del ITS el alumno estará llevando a cabo doble aprendizaje, por una parte, estará desarrollando el aprendizaje de la comprensión de la lectura y por otra estará procesando la información del tema de estudio. Es importante mencionar que para la realización de dicho sistema se emplearan estrategias pedagógicas, esto, para seleccionar los temas de aprendizaje que se emplearan como medios para aprender comprensión de la lectura, así como, para establecer la organización del contenido, para definir métricas de evaluación del aprendizaje en relación a comprensión de la lectura, entre otras cosas más. Por otra parte, el sistema también será capaz de ofrecer ayuda, orientación y seguimiento del aprendizaje en todo momento, a través de los algoritmos de IA (Inteligencia Artificial), de tal manera, que el sistema sea capaz de ofrecer ayuda y orientación cada vez que el alumno lo requiera, aumentando la eficiencia del sistema y estableciendo una relación más afectiva alumno-tutor inteligente.

Las tecnologías que se emplearan para la generación del sistema son: Laravel, marco de trabajo para el lenguaje de programación PHP (), que se utilizara para la generación de la interfaz gráfica y parte del núcleo del sistema, MySQL como sistema gestor de base de datos y Python para la integración de los algoritmos de inteligencia artificial. Adicionalmente, la selección de estas tecnologías permitirá hacer uso de un sistema operativo de tipo Linux muy versátil y económico a la vez.

## 1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

A continuación, se describe la factibilidad del proyecto en tres aspectos importantes: económica, técnica y humana.

### 1.7.1 ECONÓMICA

En relación a la factibilidad económica, la generación del sistema tutor inteligente es factible debido a que se implementaran tecnologías de acceso libre y gratuito para el desarrollo del mismo, no se requiere licenciamiento o pago por el uso de alguna tecnología en específico. Para la realización del sistema se emplearán equipos de cómputo personales para no generar costo alguno. Con relación al tema de implementación, el sistema se alojará en un servidor web en la nube, a pesar de que este si generará un costo la elección de las tecnologías de desarrollo posibilita que el pago por el mismo sea mínimo, puesto que las características del servidor no requieren de recursos complementarios en la nube. Finalmente, para el acceso al sistema se puede realizar a través de los equipos personales de los alumnos.

### 1.7.2 TÉCNICA

Con base en el conocimiento y la experiencia en el uso de las tecnologías que se emplearan para el desarrollo del sistema tutor inteligente, existe factibilidad técnica para llevar a cabo de la realización del mismo, de manera eficaz y eficiente.

### 1.7.3 HUMANA

La institución donde se implementará el sistema tutor inteligente cuenta con el personal necesario y capacitado en el uso de herramientas tecnológicas.

## 1.8 ANTECEDENTES

A través de los procesos de enseñanza tradicional, es difícil considerar todas las necesidades de aprendizaje que presentan los alumnos, por lo que aquellos con los niveles de competencia más altos, están limitados por los procesos de enseñanza de los docentes, y quienes tengan los niveles de competencia más bajos, no son capaces de comprender el contenido de los temas de aprendizaje (Hwang et al., 2020). Para abordar este tema (Castro-Schez et al., 2021; Hwang et al., 2020; Machín-Torres, 2017) proponen, el uso de modelos de aprendizaje adaptativos centrados en el estudiante, de tal manera que, se consideren sus necesidades individuales y se provea el material de estudio adecuado para obtener un mayor logro en el aprendizaje.

Como parte del avance tecnológico, se ha incursionado en la investigación y desarrollo de herramientas educativas que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Recientemente, se ha empleado el uso de Inteligencia Artificial (IA) para la creación y desarrollo de Sistemas de Tutoría Inteligente, también llamados ITS (Intelligent Tutoring System), que emplea el uso de modelos de aprendizaje adaptativos, para mejorar el rendimiento de los alumnos en el estudio de nuevos conocimientos y habilidades. Los ITS, también despiertan la motivación por el aprendizaje.

Sin embargo, para que los alumnos aprendan a través de los ITS con modelos adaptativos, se deben de considerar algunos aspectos importantes, (Hwang et al., 2020) mencionó que es fundamental tomar en cuenta factores afectivos y cognitivos, para que el contenido de aprendizaje se ajuste en base a las capacidades, intereses, condiciones o rasgos de personalidad de los alumnos. A propósito de, el contenido de aprendizaje no deberá de ser demasiado fácil o difícil, ya que puede desmotivar al alumno (entre más difícil, mayor problema de comprensión, y entre más fácil, desinterés). Otro aspecto importante, es la forma en que los niños aprenden, y por ello, (Castro-Schez et al., 2021) indicó que los

ITS deben de ofrecer más libertad a los alumnos, con la finalidad de que puedan experimentar con el conocimiento. Esta forma de aprender promueve el aprendizaje activo y la autonomía para el estudio; aprender se convierte en un proceso más fácil, apasionado y creativo, en cual, se incrementa el dominio sobre un tema y se perfecciona una ideología incorrecta.

Por otra parte, (Machín-Torres, 2017) subrayó la importancia de la organización del contenido, ya que se deben de implementar técnicas e innovaciones tecnológicas que permitan la personalización y adaptación de la información, en base a las necesidades específicas de cada usuario. El uso de técnicas poco efectivas da como resultado la pérdida de la motivación y cierto rechazo a los contenidos de aprendizaje. Para ello, (Caro et al., 2015) propuso un modelo pedagógico multinivel, con planes de acción diseñados para gestionar la organización y secuencia del contenido, el modelo es responsable de determinar los objetivos de aprendizaje y selecciona las estrategias pedagógicas más adecuadas para el alumno. El principal aporte de este modelo, es la incorporación de niveles de personalización con base en estrategias pedagógicas (cada nivel del modelo representa una estrategia), particularmente, en cada nivel de personalización el ITS recopila datos, realiza un procesamiento, y, si el contenido es inapropiado para el aprendizaje, reconfigura las recomendaciones para generar otro más adecuado.

De acuerdo con (Muangprathub et al., 2020), existen tres enfoques principales para la tutoría inteligente: (1) Secuencia del plan de estudios, que tiene como objetivo mejorar la experiencia de aprendizaje, (2) Análisis de soluciones inteligentes, que se especializa en brindar a los estudiantes retroalimentación detallada sobre soluciones incompletas o erróneas, ayudándolos a aprender de sus propios errores, y (3) Apoyo para la resolución de problemas con un enfoque constructivista, que permite a los estudiantes construir su propio conocimiento y obtener una comprensión más profunda sobre los temas.

Actualmente, como parte de la evolución de los ITS, se contempla la integración de Agentes Conversacionales (CA, en inglés) que permitan establecer lazos afectivos entre el tutor inteligente y el estudiante, con el objetivo de obtener un ambiente estimulante de desarrollo.

Los agentes conversacionales tienen la capacidad de interactuar con los alumnos y proporcionar retroalimentación adaptativa para mejorar el aprendizaje. Bajo esta tutela, (Ying Xu, Dakuo Wang, Penelope Collins, Hyelim Lee, 2020) realizaron un trabajo de investigación en el que se compararon similitudes, diferencias y beneficios que ofrece un agente conversacional en comparación con un adulto, en la lectura de cuentos a través de una conversación guiada. Con la investigación realizada, se analizó la participación del niño durante la lectura y el nivel de comprensión que alcanzó de la misma. Los resultados obtenidos, indicaron que los niños que leyeron con el CA, respondieron a preguntas con mayor dominio del conocimiento, mientras que, los niños que leyeron con ayuda de un adulto, respondieron a preguntas con mayor productividad, diversidad léxica y semántica, ambos grupos mostraron un nivel de precisión similar e indicaron que es posible aprender con un agente conversacional, como lo es con ayuda de un adulto. Por otra parte, (Tellols et al., 2020) propone el uso de agentes conversacionales personificados sensibles (SECA, en inglés), capaces de involucrar a los alumnos en conversaciones más complejas e incorporar capacidades sensibles similares a las que tienen las personas, de tal forma, que los agentes conversacionales se conviertan en agentes proactivos y sensibles, que faciliten la comunicación y generen una interacción más enriquecida con los alumnos. Esto abre un amplio panorama para la integración de agentes conversacionales en sistemas de tutoría inteligente, donde incluso se puede llegar a potencializar el aprendizaje a través del juego, incorporando la imaginación, la reflexión y el análisis. No obstante, no se debe de perder el objetivo del juego (en relación con temas, dinámica y



contenido), que está orientado al proceso de aprendizaje (Colliver & Veraksa, 2019).

Finalmente, la parte más importante de los sistemas de tutoría inteligente es la valoración que se realiza al alumno en relación con su nivel aprendizaje. Sin embargo, ante el uso de modelos adaptativos se requieren de evaluaciones adaptativas para evaluar sus necesidades específicas. Ante esto, en (Chrysafiadi et al., 2020) los autores describen un modelo de pruebas para evaluar los conocimientos y habilidades adquiridas, a través de teorías cognitivas y difusas, donde se integran elementos como: nivel de conocimiento referente a la prueba, tipo y nivel de dificultad, posibles respuestas (correctas e incorrectas), categorías de errores, entre otros elementos más. Los metadatos de estas pruebas permiten realizar una valoración completa de las respuestas que da el alumno y las compara con las respuestas que deben de ser las correctas, de esta manera, un sistema tutor inteligente puede evaluar el aprendizaje.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 APRENDIZAJE

El aprendizaje es un proceso cognitivo a través del cual se adquieren nuevos conocimientos, destrezas, habilidades, experiencias y valores, por medio del estudio, la enseñanza y la experimentación. Supone el establecimiento del propósito: aprender, y una secuencia de acciones orientadas a alcanzar o satisfacer dicho propósito (Meza, 2013).

En la actualidad, el enfoque del aprendizaje parte del concepto dominante socio-constructivista; a través del cual, se configura en base al contexto en el que está situado y es construido por medio de la negociación social con otros (Dumont et al., 2012). Con base en lo ya mencionado, los ambientes de aprendizaje se presentan cuando:

- Se fomenta el aprendizaje auto-regulado y constructivo
- El aprendizaje es sensible al contexto
- Será a menudo colaborativo

Así mismo, el aprendizaje debe de contar con múltiples características para que sea efectivo. Por ejemplo:

- Habilidad adaptativa. Característica para aplicar el conocimiento en diversas situaciones, de forma flexible y creativa. Para lograr esta habilidad, se utilizan diversos enfoques pedagógicos como: Aprendizaje guiado (los docentes establecen las metas y estrategias de aprendizaje), Aprendizaje de Acción (los alumnos toman un rol más activo para determinar los objetivos de aprendizaje) o Aprendizaje experimental (no controlado por los docentes y no hay objetivos predeterminados, existe motivación por el descubrimiento).

- Emoción. Este sentimiento junto con la cognición guía el aprendizaje. Por ejemplo, cuando existen emociones positivas se estimula el cerebro y se genera un recuerdo a largo plazo, mientras que, por el contrario, cuando existen emociones negativas se interrumpe el proceso de aprendizaje en el cerebro y no se obtiene recuerdo alguno del evento de aprendizaje.
- Motivación. Es un factor determinante para que los alumnos adquieran conocimientos y habilidades de forma significativa. Cuando existe motivación, incrementa la probabilidad de que los alumnos se comprometan con el aprendizaje profundo.

## 2.2 COMPRENSIÓN DE LA LECTURA

La lectura y la comprensión de textos son habilidades esenciales para el aprendizaje exitoso, desde que los alumnos comienzan a leer, es indispensable que comprendan el contenido de un texto para adquirir conocimientos. De acuerdo con (Zaccoletti et al., 2020), para llevar a cabo de forma efectiva la comprensión de una lectura, es necesario combinar los procesos de construcción e integración para generar una representación mental coherente de lo que trata un texto. Durante la fase de construcción, el alumno crea una red asociativa con base en la información textual y su conocimiento previo, y, en la fase de integración, se establece una relación asociativa y se convierte en un todo coherente.

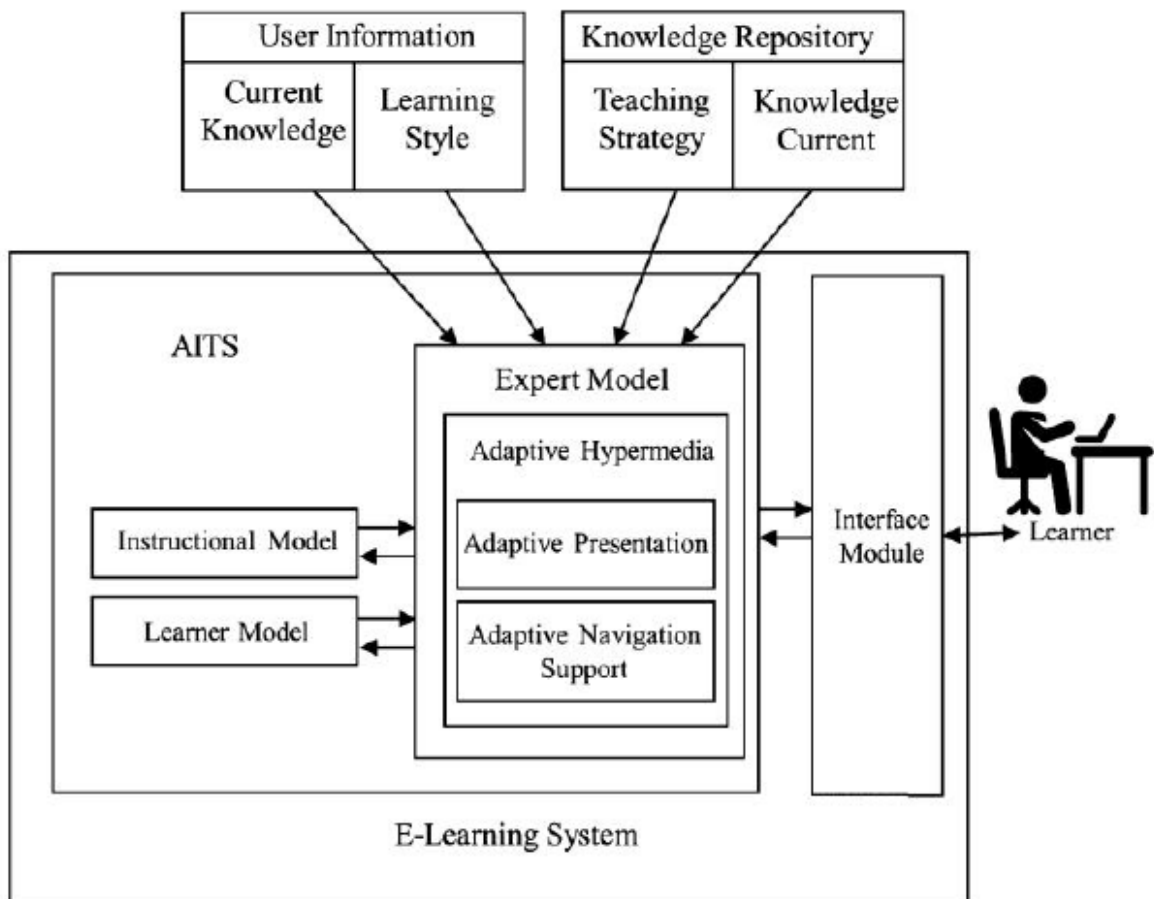
La capacidad de construir significado a partir de textos, es el núcleo de la comprensión de la lectura. Durante las primeras etapas del desarrollo de esta habilidad el factor más importante es la visión simple de la lectura, para lo cual, deberá ser el producto del reconocimiento de palabras (decodificación) y la comprensión lingüística (lenguaje). El reconocimiento de palabras es la capacidad de traducir palabras impresas al habla sin considerar su significado, mientras que la comprensión lingüística es la capacidad de comprender el significado del lenguaje hablado (Hjetland et al., 2020).

La comprensión de la lectura es una integración compleja de procesos a nivel palabra, oración y texto. Cuando los alumnos tienen problemas de comprensión pueden existir múltiples factores, como, por ejemplo, falta de conocimiento ortográfico, el uso del vocabulario, integración de oraciones, entre otros (Gruhn et al., 2020). Con relación a las características cognitivas, (Zaccoletti et al., 2020) establece que es importante considerar emociones, intereses y estados de ánimo como factores determinantes para la comprensión de la lectura, ya que influyen en el desempeño de los alumnos y logro en las actividades de aprendizaje.

## 2.3 SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

Como parte de la innovación en el sector educativo, se han generado sistemas de aprendizaje electrónicos que son importantes para la educación en línea, estos sistemas funcionan como una herramienta de apoyo para los docentes y contribuyen a mejorar el aprendizaje de los alumnos. Anteriormente, el enfoque principal de estos sistemas era solo la instrucción asistida por computadora (Computer-aided instruction, CAI – por sus siglas en ingles), que son modelos para asistir el autoaprendizaje de los alumnos, sin embargo, CAI carece de capacidad para adaptarse al estilo de aprendizaje de los alumnos, por lo que, posteriormente, se generó el desarrollo de Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) como sistemas educativos adaptativos que emplean algoritmos de inteligencia artificial para brindar una asistencia más personalizada.

Los ITS son sistemas adaptativos que emplean tecnologías para personalizar el aprendizaje, esto, conforme a las características individuales de cada alumno, por ejemplo, conocimiento sobre la materia, estados de ánimo y emociones, estilo y ritmo de aprendizaje, entre otras. De esta manera, los ITS emplean modelos de estructuras de conocimiento para personalizar el aprendizaje y mejorar su eficacia, mismos que permiten crear bases de conocimientos y mejorar el aprendizaje de los alumnos (Muangprathub et al., 2020).



*Ilustración 1. Arquitectura ITS*

En la Ilustración 1, (Muangprathub et al., 2020) describe la arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente con cuatro componentes principales; modelo experto, modelo instructivo, modelo de aprendizaje e interfaz de usuario. El componente más importante es el “modelo de conocimiento experto”, que comprende los hechos y las reglas del dominio particular que serán transmitidas al alumno.

Actualmente, es posible implementar en los ITS metodologías activo-participativas en el proceso de aprendizaje, sin embargo, a través de los mismos; todavía no es posible proveer aprendizaje a través de la experimentación, cuya mayor virtud es hacer que el proceso de aprendizaje sea fácil, apasionado y creativo (Castro-Schez et al., 2021).

## 2.4 APRENDIZAJE ADAPTATIVO

El aprendizaje adaptativo es un método utilizado por los ITS para generar una modalidad de enseñanza interactiva, donde, a través de la misma, la enseñanza se puede llevar a cabo con presentación adaptativa y navegación adaptativa. La presentación adaptativa es la exhibición de material educativo de acuerdo con los resultados obtenidos por el alumno en ejercicios anteriores, es decir, el nuevo contenido que se presentará, dependerá del estilo de aprendizaje del alumno, su nivel de conocimientos actual y las estrategias de enseñanza apropiadas para su aprendizaje. Con relación a la navegación adaptativa, indica que el ITS tiene la capacidad de modificar su estructura, por ejemplo, modificar enlaces, cambiar orden y organización de contenido, adición o eliminación de recursos adicionales, entre otras características más (Muangprathub et al., 2020).

El aprendizaje adaptativo genera experiencias educativas en relación a las necesidades, objetivos, gustos e intereses de los alumnos.

## 2.5 ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS

Las estrategias pedagógicas son recursos empleados para mejorar el aprendizaje de los alumnos, por ejemplo, el juego, la lectura, la pintura, las artes escénicas, entre otras, las cuales, están destinadas a reconocer en el estudiante sus propias capacidades. Dentro del aula dichas estrategias pedagógicas son las encargadas de motivar el quehacer de los alumnos, con el fin de favorecer los procesos de enseñanza y fomentar el aprendizaje significativo (Cortés & Garcia, 2017).

Por otra parte, (Sánchez et al., 2019) menciona que el diseño de estas estrategias debe de estar orientado a un propósito específico tomando en consideración las necesidades de aprendizaje de los alumnos y, que al combinarlas con la tecnología puedan funcionar de manera efectiva (medio, contexto, ambiente).

## 2.6 HERRAMIENTAS DE DISEÑO

A continuación, se describe la herramienta de diseño empleada para la generación del sistema.

### 2.6.1 STARUML

StarUML es una herramienta de modelado de software basada en estándares UML (Unified Modeling Language) y MDA (Model Driven Architecture). Se emplea para el modelado simple y sencillo de sistemas, posibilitando el desarrollo ágil de los mismos. A través de esta herramienta se puede llevar a cabo la generación de diagramas de casos de uso, diagramas de secuencia, diagramas de estado, diagramas de componentes, entre muchos otros más. Así mismo, también cuenta con la característica para la generación de código a partir de los diagramas y viceversa, el código que se genera puede ser en C++, C# y Java. Finalmente, también es posible generar documentación sobre los diagramas en formato Word, Excel y PowerPoint (Brainlabs, 2011).

## 2.7 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

En esta sección se describen los entornos de desarrollo empleados en la codificación del sistema.

### 2.7.1 VISUAL STUDIO CODE

Visual Studio Code es un editor de código fuente ligero destinado para desarrolladores de software, está disponible para los sistemas operativos Windows, macOS y Linux. Cuenta con soporte integrado para lenguajes de programación, como: JavaScript, TypeScript y Node.js, para los demás lenguajes (C#, PHP, .Net, Python, entre otros), el soporte se integra a través de extensiones. Así mismo, permite integrar otros elementos, como: paquete de idiomas, temas, depuradores y demás extensiones, que facilitan el desarrollo de software y el flujo de trabajo (Microsoft, 2023).

## 2.7.2 PHPSTORM

PhpStorm es un IDE para el lenguaje de programación PHP con soporte integrado para marcos de trabajo, como: Symfony, Laravel, Drupal, WordPress, Zend Framework, entre otros. Como parte de sus principales características ofrece prevención de errores sobre la marcha, refactorización de código, depuración sin configuración y un editor de texto extendido para tecnologías frontend, además, brinda herramientas y funcionalidades de asistencia, para trabajar con base de datos, diagramas UML (Lenguaje Unificado de Modelado), y tecnologías de virtualización. PhpStorm está disponible para los sistemas operativos Windows, macOS y Linux (JetBrains s.r.o., 2021).

## 2.8 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

### 2.8.1 PXP (PERSONAL EXTREME PROGRAMMING)

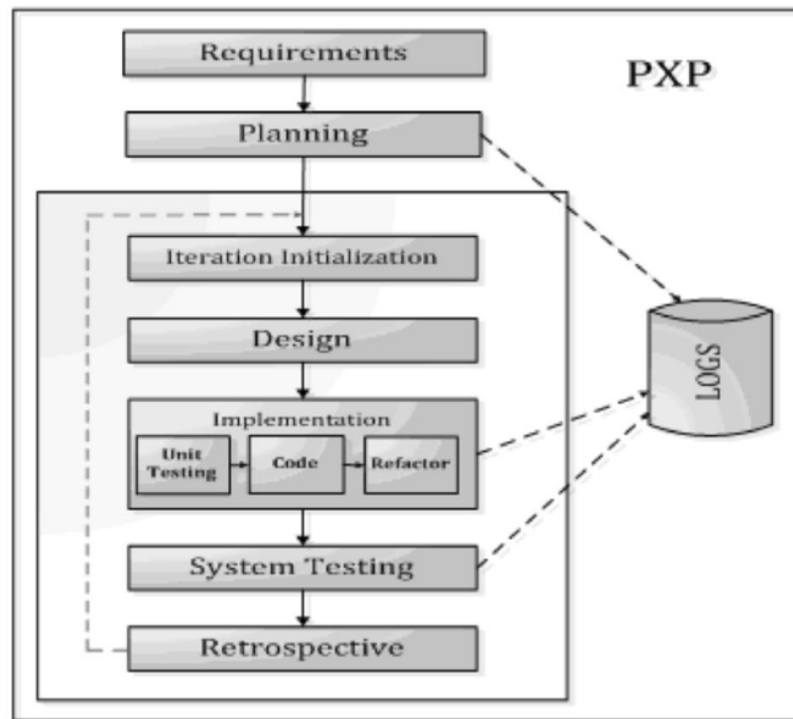
Personal Extreme Programming es una metodología de desarrollo que tiene como objetivo apoyar el desarrollo de software por parte de programadores independientes (de forma individual). PXP se considera como una metodología de desarrollo ágil iterativa, que mejora el rendimiento del programador y acorta los intervalos de entrega y tiempo dedicado para la generación de software (Dzhurov et al., 2009).

La metodología PXP se basa en los siguientes principios:

- Enfoque disciplinado. Los programadores son responsables de seguir el proceso y aplicar de forma efectiva PXP.
- Medir, rastrear y analizar el trabajo diario.
- Mejora constante sobre la variación del rendimiento (en cuestión del desarrollo).
- Automatizar en medida de lo posible algunos procesos del trabajo diario.



En la Ilustración 2, se muestran las diferentes fases de la metodología PXP. En la fase de requerimientos, se elabora un documento con los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. En la fase de planificación, se define la lista de tareas a realizar con base en el documento de requerimientos (algunas tareas se categorizan y se agrupan). Iteration Initialization indica el inicio de una iteración de desarrollo y, la duración de esta puede ser de 1 a 3 semanas según el alcance del proyecto. En la fase de diseño e implementación se realiza el modelado de los módulos y clases del sistema que se implementaran en la iteración en curso, al igual que, la codificación de los mismos. En las fases siguientes, se realiza el testeo del sistema y se verifica el funcionamiento en base al documento de requerimientos, los resultados obtenidos de las mismas, serán un punto clave para iniciar con las iteraciones posteriores. El ciclo de fases se repite hasta llegar a la finalización del proyecto.



*Ilustración 2. Fases del proceso PXP*

## 2.9 TECNOLOGÍAS DE DESARROLLO

### 2.9.1 PHP

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de programación de código abierto destinado para el desarrollo web y puede ser incrustado en HTML (HyperText Markup Language, por siglas en inglés). El código escrito en PHP se ejecuta del lado del servidor. Este lenguaje presenta una simplicidad extrema para el desarrollo, con una sintaxis fácil de comprender (The PHP Group, 2021).

### 2.9.2 JAVASCRIPT

JavaScript (JS) es un lenguaje de programación ligero, interpretado y compilado del lado del cliente. Es utilizado comúnmente como lenguaje de scripting (secuencia de comandos) para páginas web y en entornos fuera del navegador. Este lenguaje permite la programación basada en prototipos, multiparadigma, orientada a objetos, imperativa, declarativa, entre otras (Mozilla Corporation, 2023).

### 2.9.3 PYTHON

Python es un lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de software (de propósito general), aplicaciones web, ciencia de datos y machine learning (ML). Es un lenguaje eficiente y fácil de aprender, con posibilidad de ejecutarse en plataformas diferentes (Amazon Web Services, Inc., 2023). De igual manera, aumenta la velocidad y productividad del desarrollo debido a su sintaxis básica y a una gran biblioteca estándar para la reutilización de códigos, evitando escribir código desde cero.

#### 2.9.4 MYSQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos relacionales de código abierto basado en SQL (Oracle, 2023). Está diseñado y optimizado para su uso en aplicaciones web y es un sistema multiplataforma. También, se considera como la plataforma preferida para desarrolladores web debido a la flexibilidad on-demand que presenta. MySQL es un sistema con amplia capacidad de escalabilidad y procesamiento de datos (consultas y transacciones), el costo para su implementación es uno de los más bajos.

#### 2.9.5 LARAVEL

Laravel es un framework para el lenguaje de programación PHP destinado para el desarrollo de aplicaciones web, que proporciona una estructura base y un punto de partida para el desarrollo. Como parte de sus características más importantes, se encuentra: la inyección de dependencias, el uso de una capa de abstracción para base de datos expresiva, colas y trabajos programados, aplicación de pruebas unitarias y de integración, entre otros (Laravel LLC, 2023). Laravel es un framework altamente progresivo y escalable, que mejora la experiencia en el desarrollo.

#### 2.9.6 VUE.JS

Vue.js es un framework que emplea el lenguaje de programación JavaScript y que proporciona, un modelo de programación declarativo y basado en componentes (You, 2023). Este framework es empleado para el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones web, permite mejorar el contenido estático y realizar la incrustación de componentes en una sola página.

#### 2.9.7 DJANGO

Django es marco de trabajo para el lenguaje de programación Python, que fomenta un desarrollo rápido y un diseño limpio y pragmático (Django Software

Foundation, 2023). Como parte de sus principales características, se encuentran: el desarrollo ágil (desde la conceptualización del proyecto hasta su finalización), la predisposición de recursos (manejo de autenticación, administración del contenido y más), control de seguridad para la inyección de dependencias y extrema escalabilidad.

## 2.10 SISTEMA OPERATIVO

### 2.10.1 UBUNTU SERVER

Ubuntu Server es un sistema operativo de código abierto GNU/Linux de la familia Ubuntu que está diseñado y desarrollado, para la infraestructura de redes y servicios web. Este sistema cuenta solo con los recursos esenciales para su funcionamiento, cualquier otro sistema o aplicación complementaria se instala por separado. Su principal característica, es la flexibilidad que posee para adecuarse a diferentes tipos de proyecto y tecnologías, así mismo, presenta grandes ventajas para la escalabilidad, manejo de recursos y seguridad. La última versión de este sistema operativo es Ubuntu Server 22.04 LTS (Canonical Ltd, 2023).

## 2.11 SERVIDOR WEB

### 2.11.1 APACHE

Apache al igual que Nginx, es un software de servidor web encargado de gestionar aplicaciones web. Como parte de sus principales ventajas, se encuentra: la confiabilidad, la estabilidad y la seguridad (constantemente recibe parches para atender vulnerabilidades). Sin embargo, a pesar de que es uno de los servidores más populares y ampliamente utilizados, tiene un punto desfavorable en relación a los niveles de concurrencia, ya que presenta problemas de rendimiento, en aplicaciones con alto flujo de datos (hostinger.mx, 2023).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describe la metodología utilizada para el desarrollo e implementación del presente proyecto de investigación.

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología de investigación utilizada para el desarrollo del proyecto es de tipo cuantitativa con un enfoque descriptivo. A través de esta, se emplean distintos instrumentos de medición y técnicas de investigación, para poder evaluar la eficiencia y funcionalidad del sistema propuesto. Además, se consultó a una serie de expertos en educación y pedagogía, con la finalidad de poder validar el contenido de aprendizaje (generado por el sistema) y el nivel de conocimientos que adquieran los alumnos, esto permitirá, identificar las áreas de oportunidad para mejorar el sistema e incluir mejores estrategias pedagógicas.

### 3.2 LUGAR, POBLACIÓN Y MUESTRA

La implementación de la propuesta se llevará a cabo con una muestra no probabilista debido a que solo se pudo implementar el sistema en una institución que otorgo el permiso para llevar a cabo las pruebas. Los usuarios participantes corresponden a estudiantes que cursan el tercer año de nivel básico de educación en la escuela primaria particular María Estuardo de Teziutlán, el cual cuenta con 18 estudiantes en edad promedio de 8 años ambos sexos, designado de esta manera por cuestiones de gestión escolar.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El instrumento para medir la comprensión lectora de los estudiantes consiste en una lectura y cuestionario propuesto en el manual "Evaluación de la lectura en tercer grado de Educación Primaria" de la Secretaría de Educación Pública del Gobierno de Coahuila. Se utilizo este instrumento debido a que se ha

implementado en diversas instituciones del estado como apoyo al material proporcionado por la Secretaría de Educación Pública a nivel nacional para mejorar sus indicadores educativos.

Específicamente, se utilizó el mismo instrumento antes y posteriormente a la implementación del Sistema Tutor Inteligente, con el objetivo de identificar si los alumnos mejoran la comprensión sobre la misma lectura posterior al uso del sistema. Por otra parte, se aplicó una encuesta a docentes y padres de familia para conocer su opinión acerca del uso de herramientas tecnológicas como apoyo en la educación de sus hijos, particularmente de la comprensión lectora. Dichos instrumentos se muestran a continuación.

### **Lectura: Plan para desenmascarar brujas**

Cuando Diulia se mudó al barrio, nadie sospechó nada malo de ella. Con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una abuelita amable y dulce.

Desde el balcón pude ver toda la mudanza. O bien casi toda, porque a ratos mi madre me llamaba: —Entra, querido, no es bueno estar espiando a los vecinos —me decía—. Como no le hacía caso, venía a buscarme y aprovechaba para espiar un poco también. Así pude ver que del camión de mudanzas bajaron algunos muebles oscuros, y como dieciocho cajas que decían “Fruta”, por todos lados. ¡Bah!, mi madre dice que vi mal, que no decían “Fruta” sino “Frágil”, que cómo una viejita iba a comer tanta fruta.

Puede ser, vivo en el octavo piso, a lo mejor leí mal. Pero de lo que estoy seguro, seguro, es de las cosas raras que empezaron a bajar después, nunca había visto algo parecido. Las pude enumerar porque anoté todo en mi libreta, para no olvidarlas.

Eso lo aprendí con la película el niño detective: el protagonista miraba y anotaba, miraba y anotaba. De esta manera logró descubrir al asesino. Y por si Diulia fuera una asesina elaboré mi lista: Cuatro plantas carnívoras, en macetones con rueditas; una olla gigantesca, ideal para preparar brebajes; una pila de libros gordos, con hojas amarillas; y, por último, como prueba irrefutable, una jaula con un gato negro, muy negro.

El gato estaba inquieto y se movía violentamente. De repente, levantó su mirada hacia mí y me clavó los ojos amarillos, permaneció unos segundos mirándome. Después abrió su boca y maulló con fuerza. Tenía unos enormes colmillos afilados. Desde el primer día supe que mi vecina Diulia era una bruja.

### **Cuestionario de comprensión lectora**

#### **Instrucciones. Lee las siguientes preguntas y subraya la opción correcta.**

1. Sólo el niño sospechó que Diulia era una bruja en cuanto llegó al vecindario porque:
  - a) con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una abuelita dulce y amable.
  - b) con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una bruja mala y terrible.
2. ¿Con qué argumento el niño justificó el hecho de haber leído mal la palabra "frágil"?
  - a) Porque cómo una viejita iba a comer tanta fruta.
  - b) Puede ser, vivo en el octavo piso, a lo mejor leí mal.
3. ¿Cuál era la prueba contundente que el niño tenía para asegurar que Diulia era una bruja?

- a) Y por si Diulia fuera una asesina elaboré mi lista: cuatro plantas carnívoras; en macetones con rueditas; una pila de libros gordos, con hojas amarillas.
- b) Y por si Diulia fuera una asesina elaboré mi lista: Una olla gigantesca, ideal para preparar brebajes; una jaula con un gato negro, muy, muy negro.

### **Cuestionario Docente**

1. ¿Su escuela cuenta con centro de cómputo?
  - a) Si
  - b) No
2. ¿En promedio cuál es la cantidad de alumnos inscritos en 3° grado?
  - a) 0 a 10
  - b) 11 a 20
  - c) 20 a 30
  - d) Más de 30
3. ¿Considera que es importante el uso de la tecnología en el ámbito educativo?
  - a) Si
  - b) No
4. ¿Usted utiliza algunas herramientas educativas en su sesión de clase?
  - a) Si
  - b) No
5. ¿Utilizaría un software educativo para mejorar la comprensión lectora de sus alumnos?
  - a) Si
  - b) No



## **Cuestionario Padre de Familia**

1. ¿En casa cuenta con algún dispositivo móvil o computadora?
  - a) Si
  - b) No
2. ¿Su hijo comprende lo que lee?
  - a) Si
  - b) No
3. ¿Considera conveniente el uso de la tecnología en la educación de sus hijos?
  - a) Si
  - b) No
4. ¿Considera que la comprensión lectora es importante?
  - a) Si
  - b) No
5. ¿Utilizaría un software educativo para mejorar la comprensión lectora de su hijo?
  - a) Si
  - b) No

# CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

A continuación, se describen los elementos metodológicos llevados a cabo para el desarrollo del Sistema Tutor Inteligente.

## 4.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La metodología de desarrollo utilizada para la generación del Sistema Tutor Inteligente fue PXP (Personal Extreme Programming, por sus siglas en inglés), la cual permitió un desarrollo ágil del proyecto para acotar el tiempo de generación del mismo. La elección de esta metodología se derivó de la simplicidad que aporta para el desarrollo, el control de tiempos por cada iteración y por la calidad del software resultante.

En cuanto a la programación de actividades, se presenta el siguiente calendario (Tabla 1) que fue efectuado para llevar a cabo la realización del proyecto, en un periodo aproximado de 8 meses.

*Tabla 1. Cronograma de etapas de desarrollo*

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Análisis de requerimientos	■	■	■	■																												
Diseños de casos de uso					■	■	■	■																								
Diseño de interfaces									■	■	■	■																				
Codificación de módulos													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Pruebas y correcciones																					■	■	■	■								
Implementación																													■	■	■	■

## 4.2 ESPECÍFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

A continuación, se describe la funcionalidad del sistema mediante diagramas de caso de uso, así como su descripción y diagramas de secuencia.

### 4.2.1 RELACIÓN DE ACTORES

En la Tabla 2 se muestra la relación de actores involucrados en el funcionamiento del Sistema Tutor Inteligente.

*Tabla 2. Relación de actores*

Actor	Objetivo
Sistema Tutor Inteligente (ITS)	Se encarga de medir el aprendizaje de los alumnos, de ofrecer retro- alimentación y de generar información estadística para la interpretación por parte de otros actores.
Docente	Es uno de los encargados de entrenar al ITS y de validar que los temas que se aborden sean lo bastante claros para los niños. También se encarga de analizar los resultados del aprendizaje.
Alumno	Es el actor principal del caso de estudio, quien busca reforzar sus conocimientos y medir su nivel de aprendizaje.
Psicólogo/Pedagogo	Evalúa los múltiples beneficios del uso del tutor inteligente, busca fallas en el sistema y se encarga de validar que se sigan estrategias pedagógicas para el desarrollo y funcionalidad de este.
Escuela	Busca la implementación de tecnología en los procesos de aprendizaje, de tal forma que se mejore la calidad de estos.

## 4.2.2 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO

A continuación, la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 muestran la descripción de casos de uso del Sistema Tutor Inteligente.

*Tabla 3. Caso de uso Entrenamiento del ITS*

Caso de uso CU1: Entrenamiento del tutor
Actor principal: Sistema Tutor Inteligente (ITS en inglés).
<p>Personal involucrado e intereses:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Docente: Quiere reforzar los temas cuyo aprendizaje a través de los métodos tradicionales se les dificultan a los niños. Busca que la integración de los temas en el ITS sea lo más claro posible y que permitan ofrecer la retroalimentación necesaria para la mejora del aprendizaje.</li><li>• Escuela: Quiere realizar un seguimiento de los procesos de aprendizaje y mejorar la calidad de estos, también, busca que la integración de nueva tecnología sea lo más amigable para los alumnos.</li><li>• Experto en el tema (psicólogo/pedagogo): Quiere que el seguimiento del aprendizaje que realizará el ITS esté completamente basado en estrategias pedagógicas y no solo sobre el manejo de contenido variado.</li></ul>
Precondiciones: El ITS debe estar habilitado en modo "adquirir conocimiento" para alimentar su base de datos.
Garantías de éxito (Postcondiciones): El ITS reconoce los temas que serán evaluados (con- texto). Al realizar la interacción con el alumno, da respuestas asertivas y proporciona una retroalimentación adaptativa (positiva, negativa, entre otras) y logra establecer una relación afectiva (de confianza).

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Docente interactúa con el ITS para que comience a adquirir conocimientos base.
  2. El ITS registra su aprendizaje en su base de conocimientos.
  3. El ITS genera su modelo de respuestas.
  4. El Docente inicia el cuestionamiento del tema al ITS.
  5. El Experto mide la capacidad de respuesta y evalúa los resultados obtenidos.
- El proceso se repite N veces conforme el ITS va adquiriendo un mayor nivel de madurez.

Extensiones (o Flujos Alternativos):

1a. El ITS no reconoce el tema que el Docente desea que aborde.

Para dar solución a este problema, se debe de verificar el algoritmo base que integra los patrones de aprendizaje.

1. Se integran los nuevos patrones para el reconocimiento del tema y se reinicia el ITS.

2a. El ITS no identifica características claves para alimentar su base de conocimientos.

1. Después de un tiempo determinado de espera, el ITS indica que no puede reconocer patrones para su aprendizaje.

1a. Si el ITS carece de elementos para comprender lo que se le intenta transmitir, se debe de mejorar su algoritmo base, para ampliar el rango de características que pueda identificar.

2a. Se verifica la conexión del ITS al servidor web.

3a. Modelo de respuesta simple:

1. El ITS genera un catálogo de respuestas simples (carece de datos para formular mejores respuestas).

3b. Modelo de respuesta no acertado:

1. El ITS genera un catálogo de respuestas no valido (no relaciona de forma correcta los datos).
  - 1a. El Docente sigue interactuando con el ITS para brindarle más conocimientos.

4a. El Docente cuestiona N veces de forma equivocada al ITS para medir su capacidad de respuesta.

5.a El Experto trata de forzar al ITS a un error para medir su recuperación y tiempo de respuesta.

Requisitos especiales:

- Se debe de considerar la aceptabilidad por parte de los niños y la afectividad que puede llegar a brindar el ITS, esto para establecer un mayor nivel de confianza tutor inteligente - alumno.

<p>Lista de tecnología y variaciones de datos:</p> <p>Para el entrenamiento del ITS, también suele considerarse el uso de cámaras, micrófonos, entro otros dispositivos más.</p>
<p>Frecuencia: Casi continuo (el ITS evoluciona constantemente).</p>
<p>Temas abiertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Sin temas]</li> </ul>

*Tabla 4. Caso de uso Análisis del Aprendizaje*

Caso de uso CU2: Análisis del aprendizaje
<p>Actor principal: Alumno</p>
<p>Personal involucrado e intereses:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alumno: Quiere mejorar su aprendizaje en temas que se le dificultan, desea aumentar sus conocimientos y espera recibir retroalimentación en caso de necesitarla.</li> <li>• Docente: Quiere poner a prueba las habilidades adquiridas por parte del alumno, concretamente en temas que impliquen análisis y reflexión partiendo de la comprensión de la lectura.</li> <li>• Experto en el tema (psicólogo/pedagogo): Desea analizar la interacción ITS – alumno para identificar posibles parámetros de mejora, y pretende evaluar el nivel de satisfacción que brinda el sistema, no solo en la comunicación sino también en la resolución de dudas.</li> </ul>
<p>Precondiciones: El ITS debe estar habilitado en modo “tutor” y el alumno debe de realizar la actividad que se le indique.</p>
<p>Garantías de éxito (Postcondiciones): El Alumno mide su nivel de aprendizaje, es capaz de adquirir nuevos conocimientos y recibe retroalimentación cuando lo necesita. El ITS presenta buena comunicación con el alumno y brinda el nivel de satisfacción que se requiere.</p>

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Alumno ingresa a la actividad asignada e inicia el proceso de lectura.
2. El Alumno realiza la prueba para medir sus capacidades.
3. El ITS válida la prueba.
4. El ITS envía los datos al servidor para registrar el historial de los resultados.
5. El ITS devuelve los resultados.

Extensiones (o Flujos Alternativos):

1a. El sistema no puede cargar la actividad o genera error al visualizarla.

1. El ITS devuelve un mensaje de error.

1a. El sistema se debe de refrescar.

2a. Se verifica la conexión del ITS al servidor web. 3a.

Se consulta al administrador del sistema.

3a. El ITS valida las respuestas que dio el Alumno y genera su propio catálogo de respuestas para ofrecer retroalimentación en caso de ser requerida.

4a. Falla el proceso de sincronización de información con el servidor web. El mensaje de error y acciones para identificar el problema y/o recuperación son las mismas que se mencionan en el flujo alterno 1a.

5a. El ITS devuelve los resultados al alumno, que contienen de forma general una respuesta positiva, negativa y/o de retroalimentación.

1. El Alumno puede repetir la prueba.

1a. Cada vez que se genera una nueva prueba, esta crea con diferente contenido.

El Alumno se queda con sus resultados y sale del sistema.

Requisitos especiales:

- [Ninguno]

Lista de tecnología y variaciones de datos:

- Para el análisis del aprendizaje, el ITS regularmente solo se basa en lo que ocurre en la pantalla, pero, también se considera el uso de cámaras y micrófonos de acuerdo al tipo de prueba de aprendizaje que se pretenda realizar.

Frecuencia: Continuo (siempre que el alumno lo requiera).
Temas abiertos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Sin temas]</li> </ul>

*Tabla 5. Caso de uso Análisis de resultados*

Caso de uso CU3: Análisis de resultados
Actor principal: Docente
Personal involucrado e intereses: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente: Quiere conocer los resultados obtenidos por uno o varios alumnos e identificar aquellas competencias y habilidades que no han desarrollado o que se les dificultan. De la misma forma, desea conocer aquellos temas en los que los alumnos presentaron mayores dificultades.</li> <li>• Escuela: Desea conocer un informe general de resultados, para analizar cuál es la situación actual de los alumnos y el nivel académico que tienen.</li> <li>• Experto en el tema (psicólogo/pedagogo): Desea conocer la efectividad y beneficios por tiempos prolongados del uso de un tutor inteligente.</li> </ul>
Precondiciones: El ITS tiene registros de los alumnos de mínimo 30 días para poder generar los reportes estadísticos.
Garantías de éxito (Postcondiciones): A través del análisis de resultados se conocen los beneficios del uso de un tutor inteligente y se generan reportes que permiten conocer el estatus actual del nivel de conocimiento de los alumnos e incluso esta información permite realizar la toma de decisiones.
Escenario principal de éxito (o Flujo Básico): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Docente solicita al sistema el análisis de resultados.</li> <li>2. El ITS recupera los datos del o los alumnos y los procesa para generar información.</li> <li>3. El ITS genera un reporte con la información y notifica al docente que está listo para su descarga.</li> </ol>
Extensiones (o Flujos Alternativos): <ol style="list-style-type: none"> <li>1a. El Docente puede solicitar un análisis de resultados, de diferentes fechas y no</li> </ol>



forzosamente sobre los datos más recientes.

2a. El ITS genera información estadística donde se evalúa el cambio del nivel de aprendizaje a través del tiempo.

3a. Si el reporte no se descarga en un plazo de 24 horas este se elimina.

1. El Docente solicita un nuevo reporte con los mismos datos o con los más recientes.

Requisitos especiales:

- [Sin requisitos]

### 4.2.3 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

El Diagrama 1 describe visualmente las acciones y actores involucrados en la operatividad del sistema.

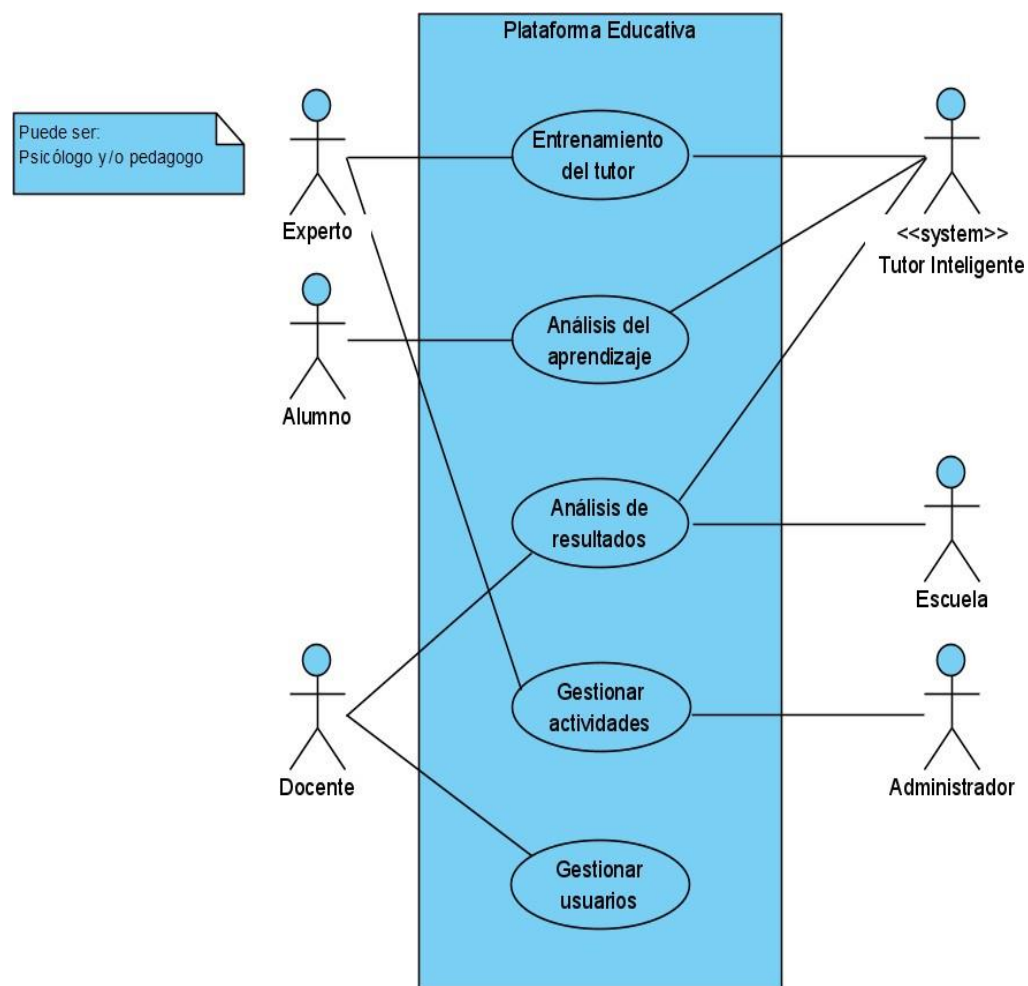


Diagrama 1. Diagrama de casos de uso (general)

## 4.2.4 DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Los siguientes diagramas (Diagrama 2, Diagrama 4 y Diagrama 3) se muestra la funcionalidad básica del Sistema Tutor Inteligente. En los cuales, se puede observar gráficamente como se lleva a cabo el proceso de interacción con el usuario.

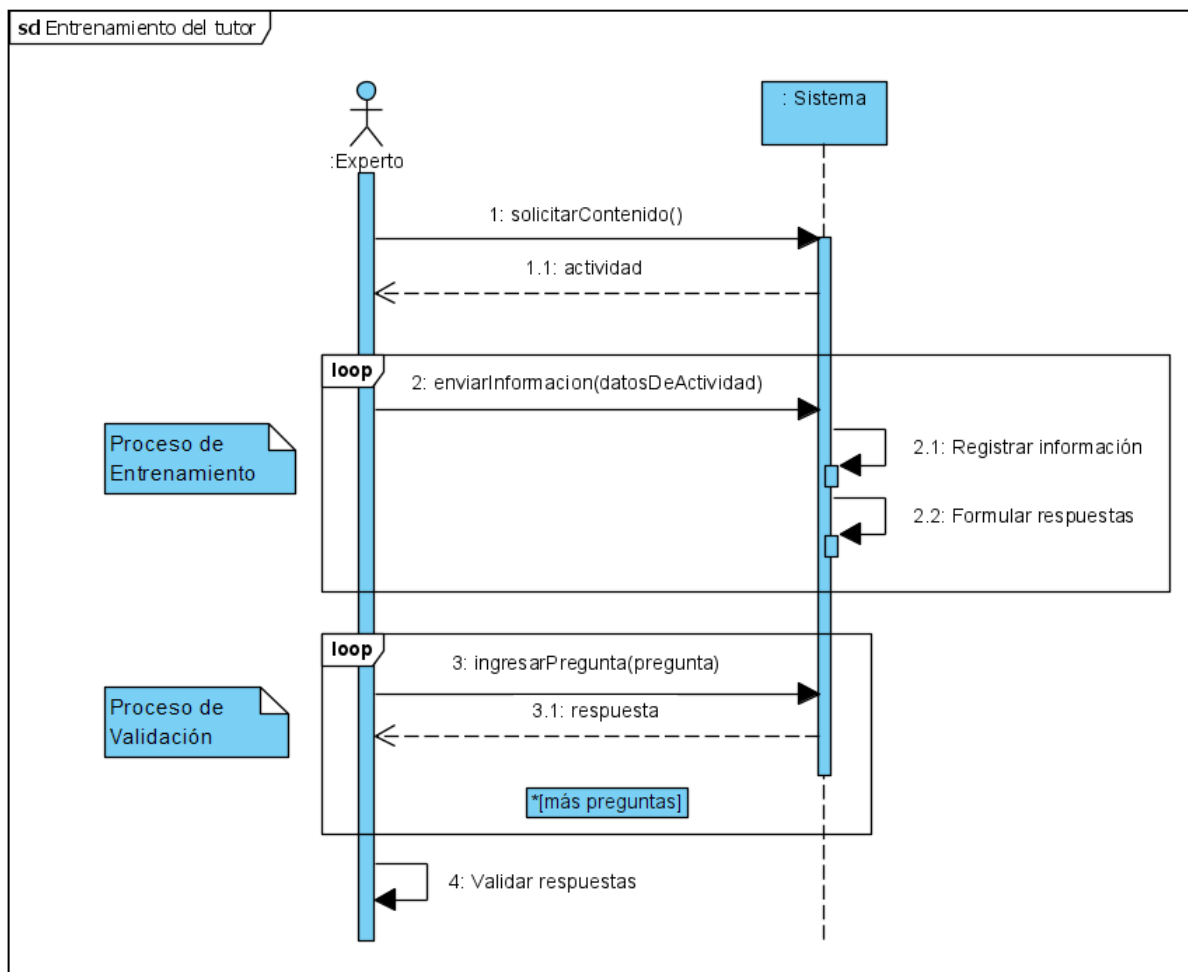


Diagrama 2. Entrenamiento del ITS

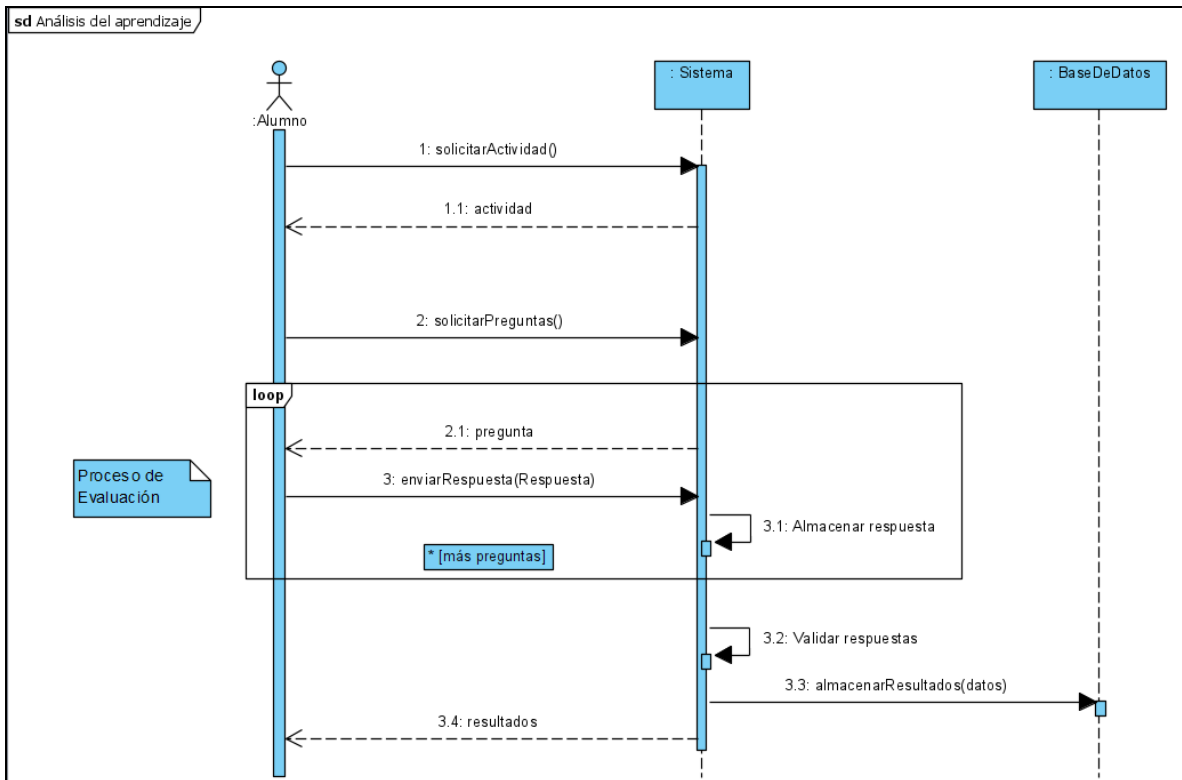


Diagrama 4. Análisis del aprendizaje

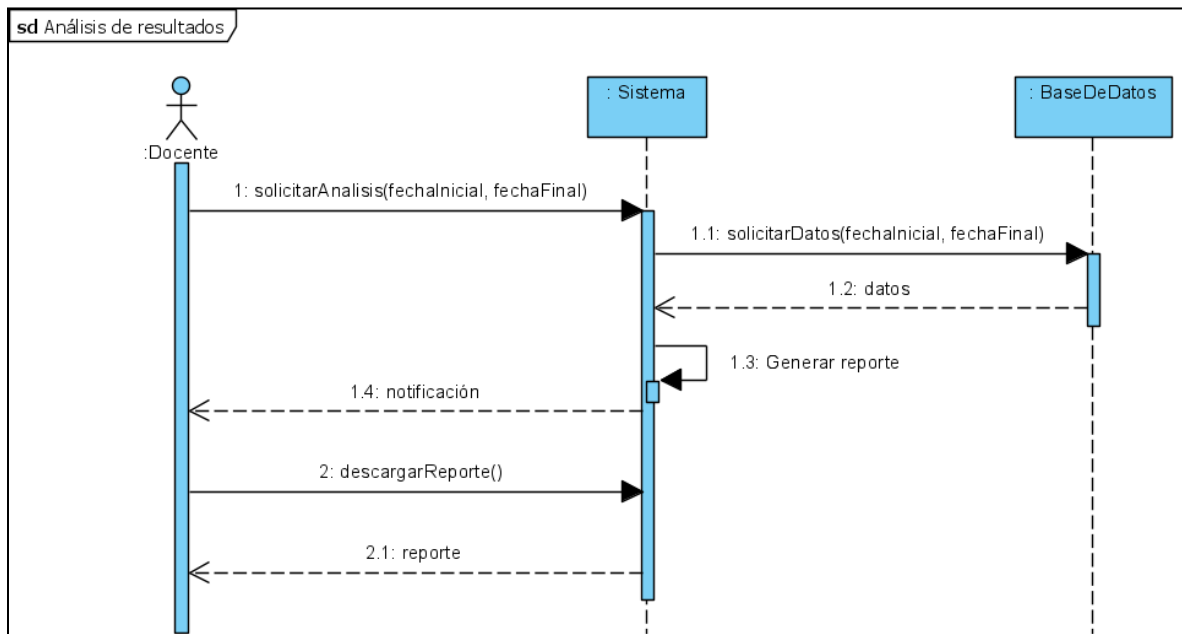


Diagrama 3. Análisis de resultados

## 4.3 DISEÑO CONCEPTUAL

A continuación, se muestra el diagrama del dominio del sistema.

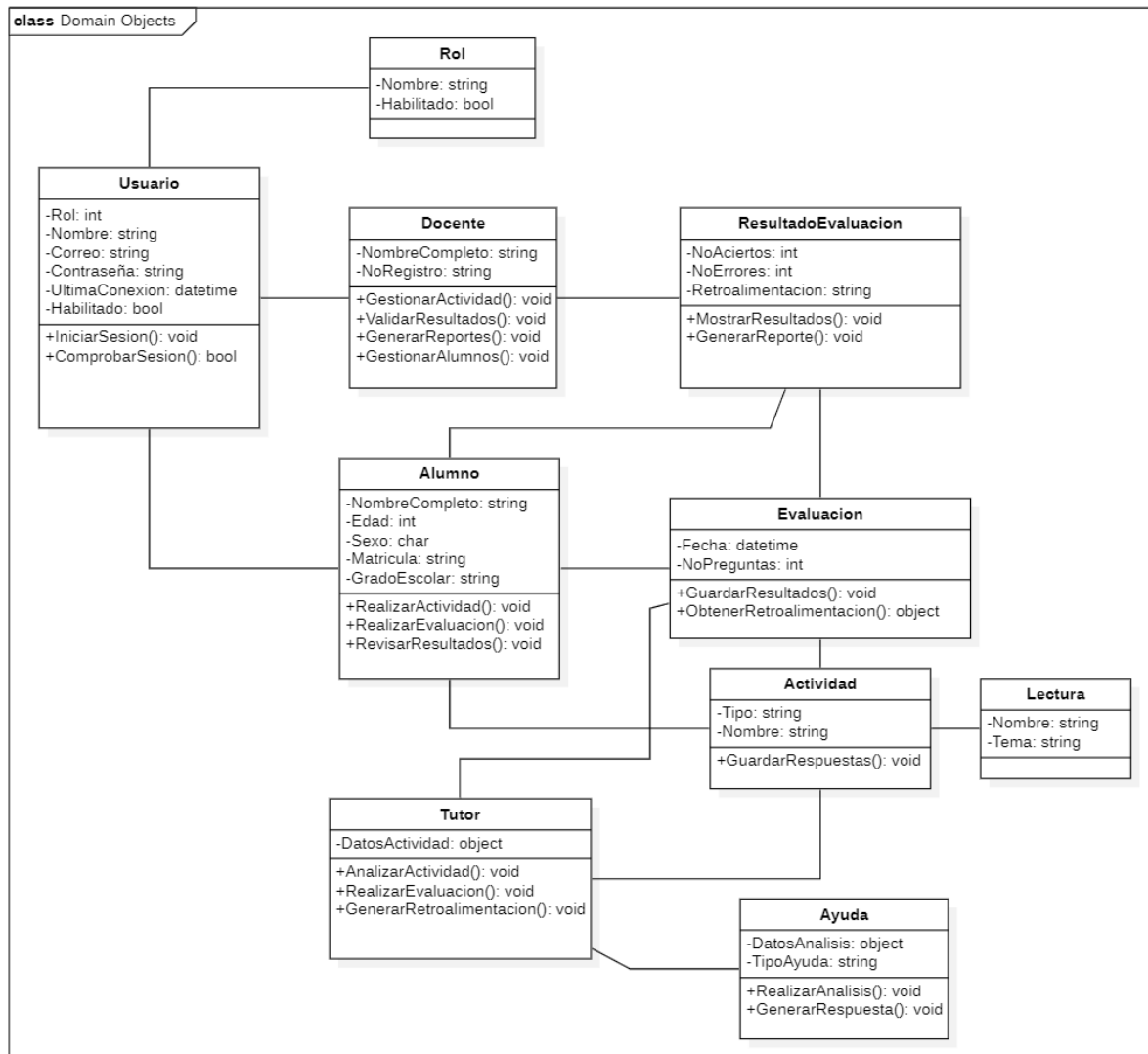
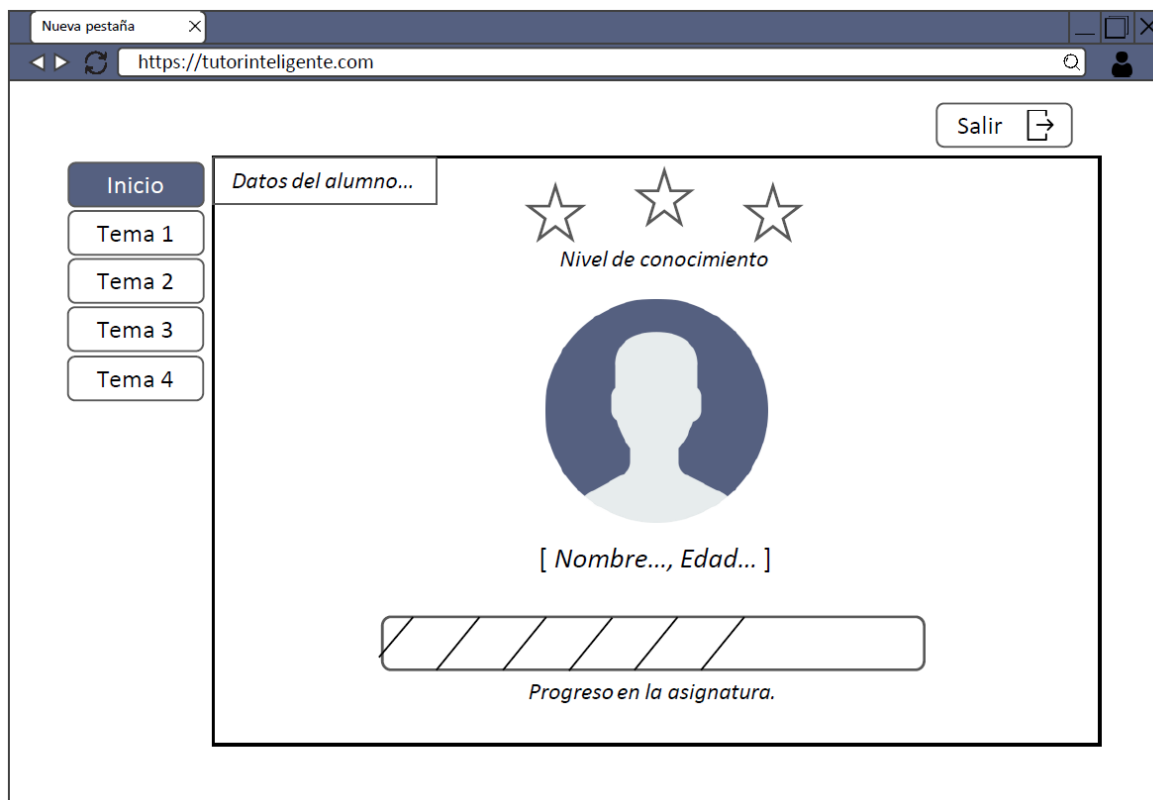


Diagrama 5. Dominio del sistema

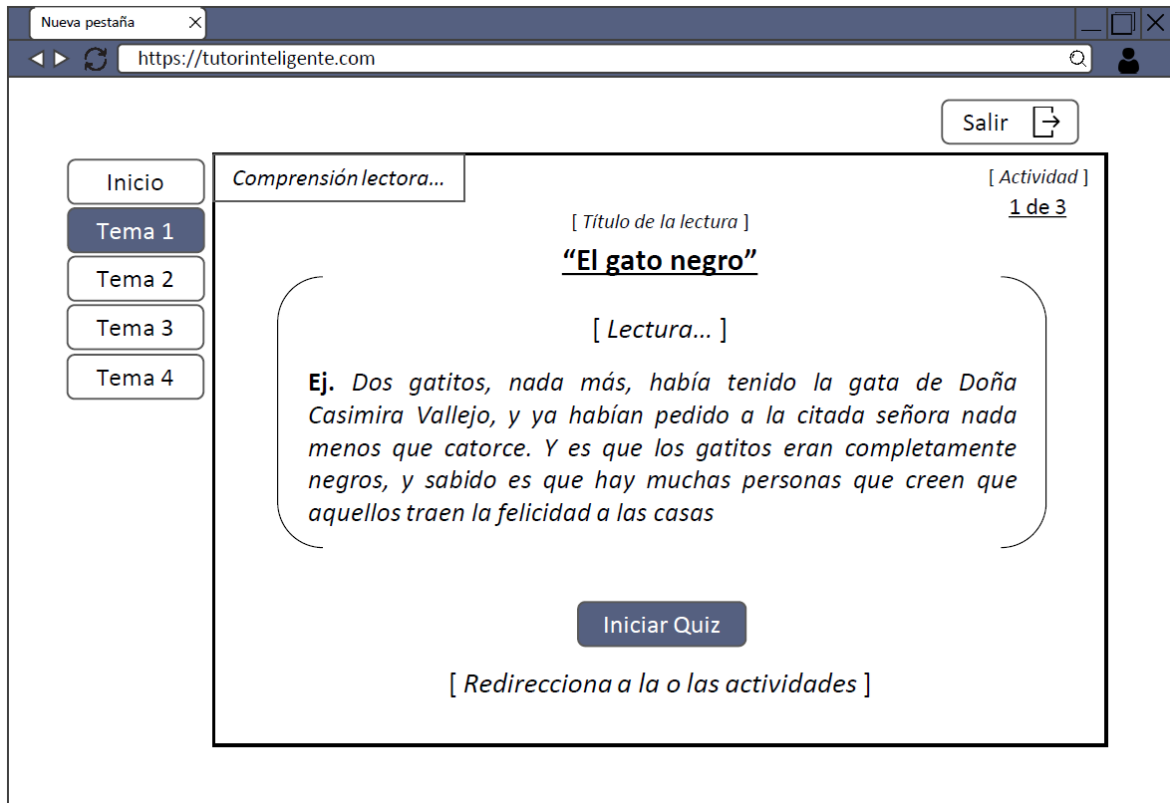
## 4.4 DISEÑO DE INTERFACES

Las imágenes que se presentan a continuación (Ilustración 3, Ilustración 4, Ilustración 5 e Ilustración 6), muestran un diseño previo de la interfaz de usuario del sistema y servirán como referencia para el desarrollo del mismo.



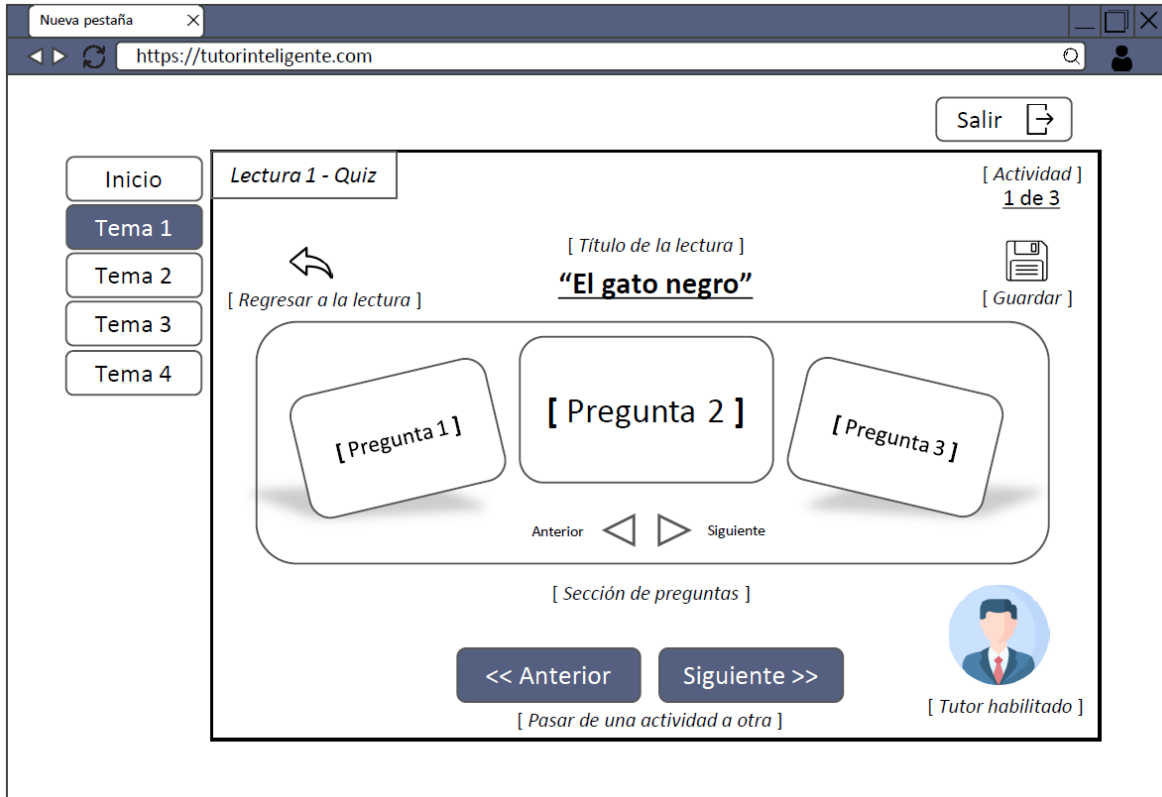
*Ilustración 3. Vista principal*

La Ilustración 33 representa la vista principal del sistema y muestra información general del alumno, en la parte superior y a través de un número determinado de estrellas, se representa su nivel de habilidad en la comprensión de la lectura (2 para el nivel mínimo, 5 para el nivel máximo), así mismo, en la parte inferior se muestra una barra de progreso que indica la cantidad de temas que ha abordado el alumno (progreso en la asignatura).



*Ilustración 4. Vista de lectura para ejercicio/actividad*

En la vista de ejercicio (Ilustración 44), se le proporciona al alumno una lectura sobre la cual se presentará la actividad. Una vez que el alumno haya concluido la lectura, procederá a realizar la actividad para medir sus habilidades de comprensión lectora.



*Ilustración 5. Vista de ejercicio/actividad*

En base a la lectura previa se le presenta al alumno una actividad que deberá de realizar para medir su nivel de comprensión de la lectura. Particularmente, la comprensión de la lectura se clasifica en varios niveles: Nivel 1, Lectura literal en un nivel primario; Nivel 2, Lectura literal en profundidad, entre otros, para evaluar los distintos niveles de comprensión de la lectura la dificultad de los ejercicios cambia. El tipo de ejercicios también depende del tiempo que empleo el alumno para dar una respuesta y la cantidad de aciertos obtenidos.





*Ilustración 6. Vista de resultados*

A través de esta vista (Ilustración 66), el sistema da a conocer los resultados obtenidos por el alumno:

- Se presenta un resumen general, desglosando todos los detalles de la evaluación (errores, tiempo empleado en cada actividad, entre otros).
- Un factor relevante, es que la información no es interpretada por el alumno sino presentada por el tutor inteligente, quien, al presentar dicha información, da retroalimentación al alumno para que logre comprender en que falló.

## 4.5 PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN

Finalizada la etapa de desarrollo, se realizaron diversas pruebas para validar la funcionalidad y eficacia del sistema, los datos de las pruebas e implementación se presentan a continuación.

### 4.5.1 PRUEBAS

Se realizaron pruebas unitarias sobre los módulos de Lecturas (Tabla 6), Actividades (Tabla 7) y Evaluaciones (Tabla 8), en las que además de validar la funcionalidad del sistema en relación con la interfaz de usuario, también, se verificó la funcionalidad de los algoritmos de inteligencia artificial. Las pruebas se realizaron en los siguientes dispositivos:

- Dispositivo físico: Laptop Asus VivoBook, procesador Intel Core i7, 12 GB de RAM, Sistema Operativo Windows 10.
- Dispositivo físico: Huawei P30 Lite, procesador Hisilicon Kirin 710, 4 GB de RAM, Sistema Operativo Android 10.

*Tabla 6. Prueba unitaria Visualización de lectura*

<b>Código PU01</b>	
Caso de prueba	Visualización de lectura
Descripción	Validar visualización de lectura (presentación de texto y recursos auxiliares, navegación, tiempo de respuesta, entre otros).
Fecha	10 de abril de 2023
Acciones de entrada	Presionar botón de "Lecturas", seleccionar un tema en particular y acceder a una lectura.

Resultado esperado	Correcta visualización del contenido de una lectura, recursos auxiliares acorde a la misma, navegación fluida y tiempo mínimo de respuesta.
<b>Información de seguimiento</b>	
Resultado obtenido	El sistema despliega correctamente visualización de la lectura, los recursos auxiliares son propios acerca del tema de la lectura, la navegación es fluida y el tiempo de respuesta es mínimo.
Estado	Exitoso
Fecha ultimo estado	30 de abril de 2023
Observaciones	N/A

*Tabla 7. Prueba unitaria Generación de Actividad de Aprendizaje*

<b>Código PU02</b>	
Caso de prueba	Generación de Actividad de Aprendizaje
Descripción	Validar generación de actividad de aprendizaje (presentación de contenido, orden de recursos, navegación, entre otras características más).
Fecha	10 de abril de 2023
Acciones de entrada	Presionar botón de "Actividades", seleccionar una actividad en particular y realizarla.

Resultado esperado	Al finalizar la actividad se guardan correctamente las respuestas en base de datos.
<b>Información de seguimiento</b>	
Resultado obtenido	El sistema despliega correctamente la información y los demás recursos empleados para la generación de la actividad de aprendizaje. Así mismo, las respuestas se guardan exitosamente en base de datos.
Estado	Exitoso
Fecha ultimo estado	30 de abril de 2023
Observaciones	N/A

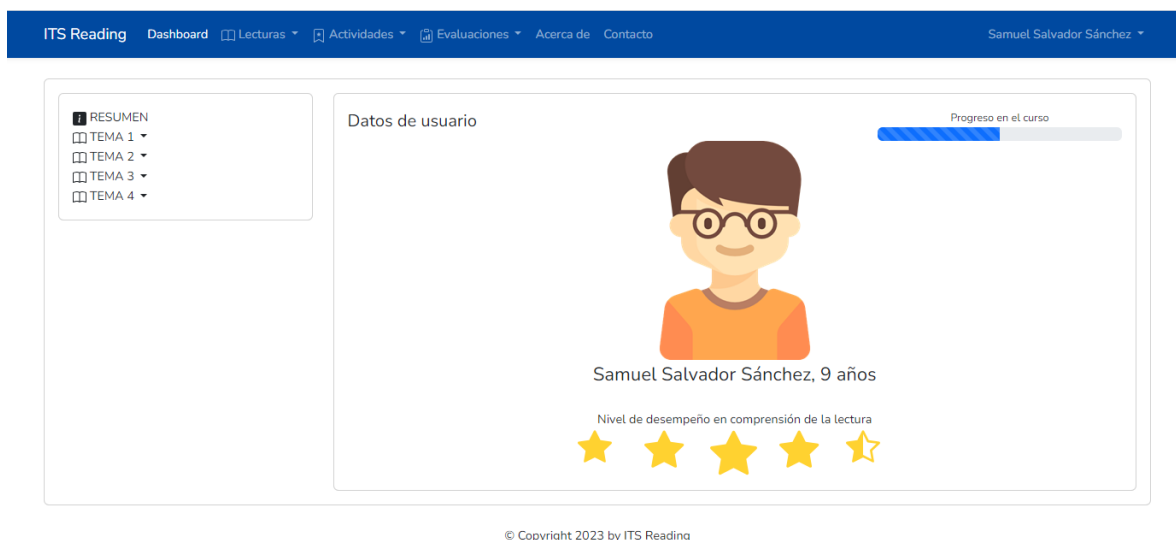
*Tabla 8. Prueba unitaria Evaluación de Actividad de Aprendizaje*

<b>Código PU03</b>	
Caso de prueba	Evaluación de Actividad de Aprendizaje
Descripción	Validar evaluación de una actividad de aprendizaje (verificar que los resultados obtenidos sean correctos [número de aciertos, número de errores], presentación de resultados y generación de retroalimentación [coherencia y relación al tema de aprendizaje]).
Fecha	10 de abril de 2023
Acciones de entrada	Presionar botón de "Evaluaciones", seleccionar tema y

	actividad de evaluación.
Resultado esperado	La evaluación de la actividad de aprendizaje se lleva a cabo de forma correcta, muestra el número de aciertos y errores obtenidos, presenta recursos auxiliares para la interpretación de resultados y genera retroalimentación sobre dichos resultados.
<b>Información de seguimiento</b>	
Resultado obtenido	El sistema lleva a cabo de forma eficiente la evaluación de la actividad de aprendizaje, los datos que se muestra en pantalla son correctos y presenta recursos auxiliares (gráficas) que ayudan a mejorar la interpretación de los resultados. Así mismo, genera de forma efectiva retroalimentación en relación al tema de aprendizaje y con base a los resultados obtenidos.
Estado	Exitoso
Fecha ultimo estado	30 de abril de 2023
Observaciones	N/A

## 4.5.2 IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se describe la implementación del sistema, se muestran algunas imágenes en relación a la interfaz de usuario y uso del mismo.



*Ilustración 7. Vista principal ITS*

La imagen anterior (Ilustración 7) muestra la vista principal del sistema, de forma general da a conocer datos del usuario, como: su nombre, su edad, su progreso en el curso y su nivel de desempeño en comprensión de la lectura.

En medida de lo posible, se realizó un diseño simple e interactivo para captar de mejor manera; el interés por parte de los alumnos.


En la imagen que se presenta a continuación (Ilustración 8), se muestra la vista de lectura que se le presentará al alumno para llevar a cabo la actividad de aprendizaje. Es importante mencionar que, en diversas ocasiones se presentarán recursos auxiliares (información complementaria), como: datos curiosos, dibujos o incluso pequeños diagramas, que le permitan mejorar su comprensión de la lectura.

ITS Reading Dashboard Lecturas Actividades Evaluaciones Acerca de Contacto Samuel Salvador Sánchez

TEMA 1 ▾

- PRESENTACIÓN
- LECTURA 1.1
- LECTURA 1.2
- LECTURA 1.3
- TEMA 2 ▾
- TEMA 3 ▾
- TEMA 4 ▾

### Comprensión lectora Tema 1, Lectura 1.1



#### "Plan para desenmascarar brujas"

Cuando Diulia se mudó al barrio, nadie sospechó nada malo de ella. Con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una abuelita amable y dulce. Desde el balcón pude ver toda la mudanza. O bien casi toda, porque a ratos mi madre me llamaba: —Entra, querido, no es bueno estar espiando a los vecinos —me decía—. Como no le hacía caso, venía a buscarme y aprovechaba para espiar un poco también. Así pude ver que del camión de mudanzas bajaron algunos muebles oscuros, y como dieciocho cajas que decían "Fruta", por todos lados. ¡Bah!, mi madre dice que vi mal, que no decían "Fruta" sino "Frágil", que cómo una viejita iba a comer tanta fruta. Puede ser, vivo en el octavo piso, a lo mejor leí mal. Pero de lo que estoy seguro, seguro, es de las cosas raras que empezaron a bajar después, nunca había visto algo parecido. Las pude enumerar porque anoté todo en mi libreta, para no olvidarlas. Eso lo aprendí con la película el niño detective: el protagonista miraba y anotaba, miraba y anotaba. De esta manera logró descubrir al asesino. Y por si Diulia fuera una asesina elaboré mi lista: Cuatro plantas carnívoras, en macetones con rueditas; una olla gigantesca, ideal para preparar brebajes; una pila de libros gordos, con hojas amarillas; y, por último, como prueba irrefutable, una jaula con un gato negro, muy negro. El gato estaba inquieto y se movía violentamente. De repente, levantó su mirada hacia mí y me clavó los ojos amarillos, permaneció unos segundos mirándome. Después abrió su boca y maulló con fuerza. Tenía unos enormes colmillos afilados. Desde el primer día supe que mi vecina Diulia era una bruja

[Iniciar QUIZ](#)

© Copyright 2023 by ITS Reading

*Ilustración 8. Vista de lectura ITS*

En la siguiente imagen (Ilustración 9), se muestra la vista de actividad de aprendizaje que tiene relación con la vista de lectura (Ilustración 8), a través de dicha actividad de aprendizaje se medirá el nivel de comprensión de la lectura.

ITS Reading Dashboard Lecturas Actividades Evaluaciones Acerca de Contacto Samuel Salvador Sánchez

TEMA 1 ▾

- QUIZ LECTURA 1.1
- QUIZ LECTURA 1.2
- QUIZ LECTURA 1.3
- TEMA 2 ▾
- TEMA 3 ▾
- TEMA 4 ▾

### QUIZ. Tema 1, Lectura 1.1

← Actividad anterior
"Plan para desenmascarar brujas"
Siguiente →

Instrucciones. Por favor, responde a las siguientes preguntas con base en la Lectura 1.1, del Tema 1.

1. Sólo el niño sospechó que Diulia era una bruja en cuanto llegó al vecindario porque:

con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una abuelita dulce y amable.

con su abrigo de lana gris y los zapatos de directora de escuela, parecía una bruja mala y terrible.

⏪ Pregunta anterior
Siguiente pregunta ⏩

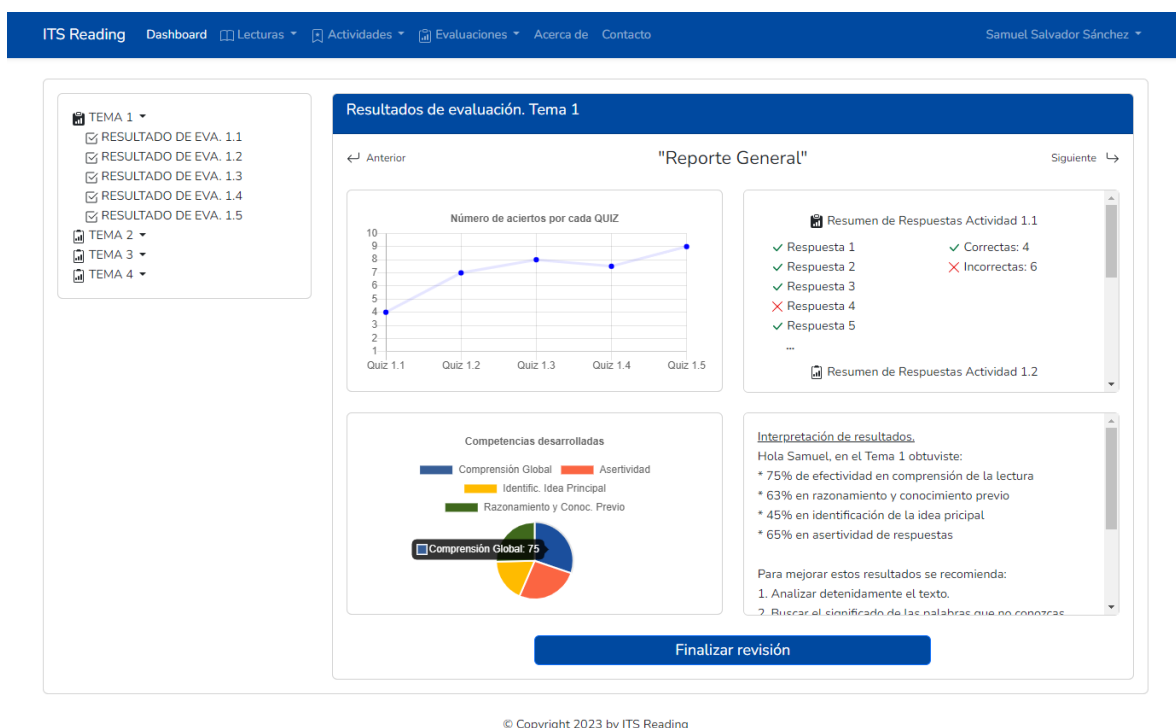
Registrar respuestas

© Copyright 2023 by ITS Reading

*Ilustración 9. Vista de actividad ITS*

62

Finalmente, a través de la siguiente vista (Ilustración 10) el ITS da a conocer los resultados obtenidos por el alumno en las diferentes actividades de aprendizaje. Así mismo, se muestran algunas gráficas que permiten mejorar la interpretación de los resultados, y se presenta una sección para dar a conocer la retroalimentación generada por el Sistema Tutor Inteligente.



*Ilustración 10. Vista de resultados ITS*



## CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se describen los resultados obtenidos en la implementación del Sistema Tutor Inteligente.

### 5.1 RESULTADOS DE CUESTIONARIOS

A continuación, se muestran los datos obtenidos en la aplicación de los instrumentos de medición

#### 5.1.1 CUESTIONARIO DOCENTE

En referencia al cuestionario aplicado a la docente del grupo se tienen las siguientes respuestas.

1. ¿Su escuela cuenta con centro de cómputo?

a) **Si**

b) No

2. ¿En promedio cuál es la cantidad de alumnos inscritos en 3° grado?

a) 0 a 10

b) 11 a 20

c) **20 a 30**

d) Más de 30

3. ¿Considera que es importante el uso de la tecnología en el ámbito educativo?

a) **Si**

b) No

4. ¿Usted utiliza algunas herramientas educativas en su sesión de clase?

a) **Si**

b) No

5. ¿Utilizaría un software educativo para mejorar la comprensión lectora de sus alumnos?

**a) Si**

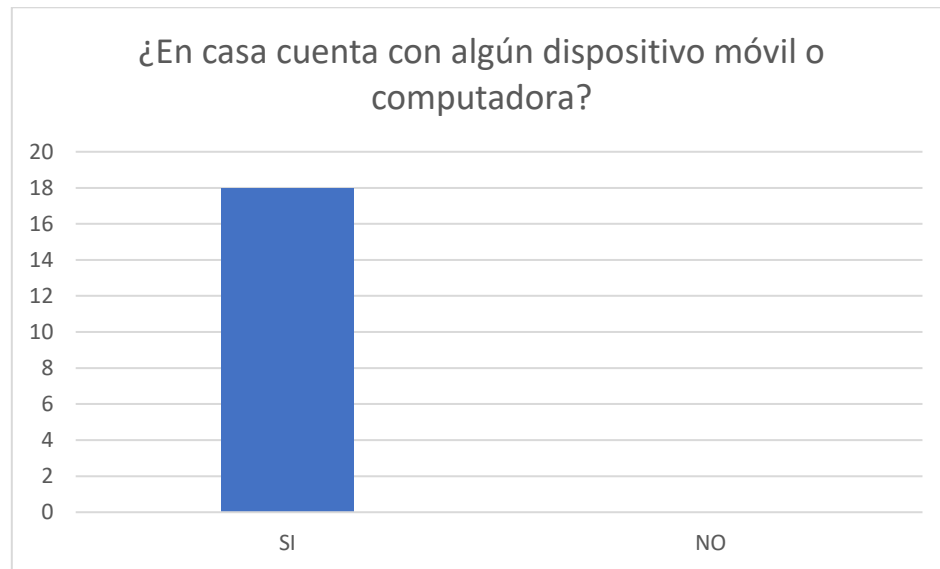
b) No

Este cuestionario solo se aplicó solo a una maestra de tercer grado ya que no existen más grupos. Para investigaciones posteriores con mayores instituciones se sugiere aplicar a más docentes.

### 5.1.2 CUESTIONARIO PADRES DE FAMILIA

Con relación al cuestionario aplicado a padres de familia, este se aplicó únicamente a los padres de familia del grupo donde se implementó el Sistema Tutor Inteligente.

La Gráfica 1 muestra los resultados para la primera pregunta, donde se puede observar que todos los padres de familia cuentan con un dispositivo móvil o computadora donde pueden acceder a herramientas tecnológicas educativas.



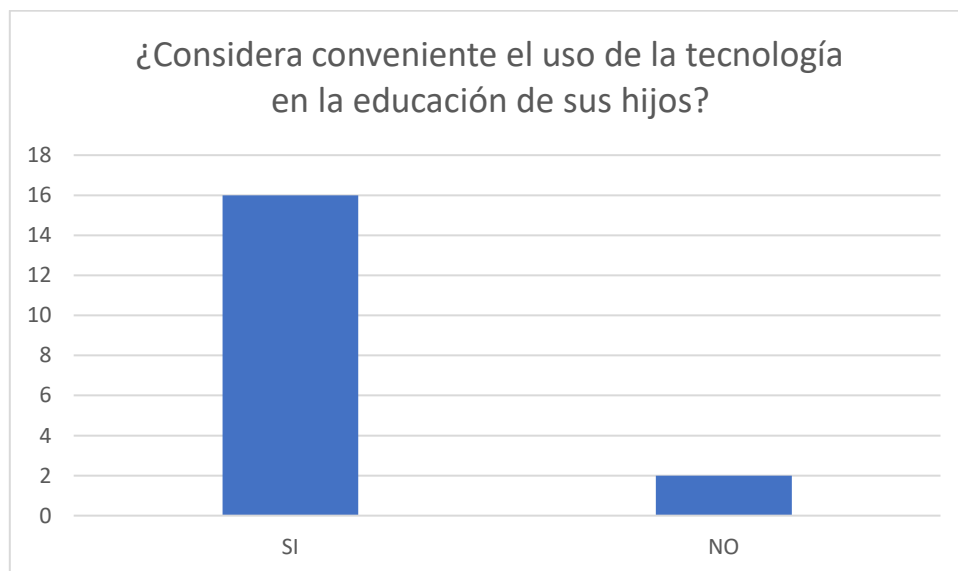
*Gráfica 1. Cuestionario padres – respuesta 1*

La Gráfica 2 muestra los resultados de la segunda pregunta relacionada con la comprensión lectora de los niños desde la perspectiva de los padres.



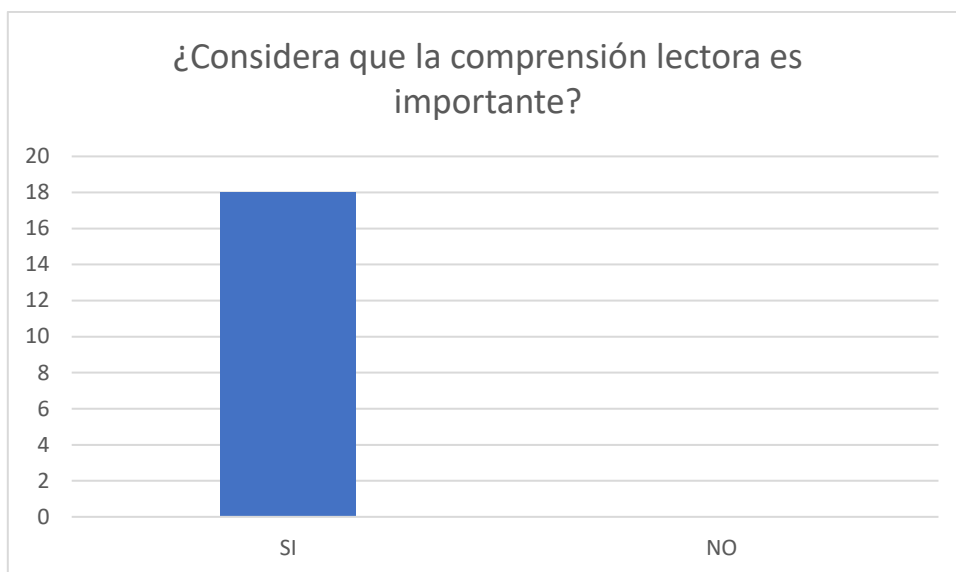
*Gráfica 2. Cuestionario padres – respuesta 2*

En la Gráfica 3 se puede observar los resultados en relación con la pregunta sobre lo conveniente que usar la tecnología en la educación. La mayoría de los padres respondió favorablemente, sin embargo, aún hay padres que no consideran muy favorable el uso de esta.



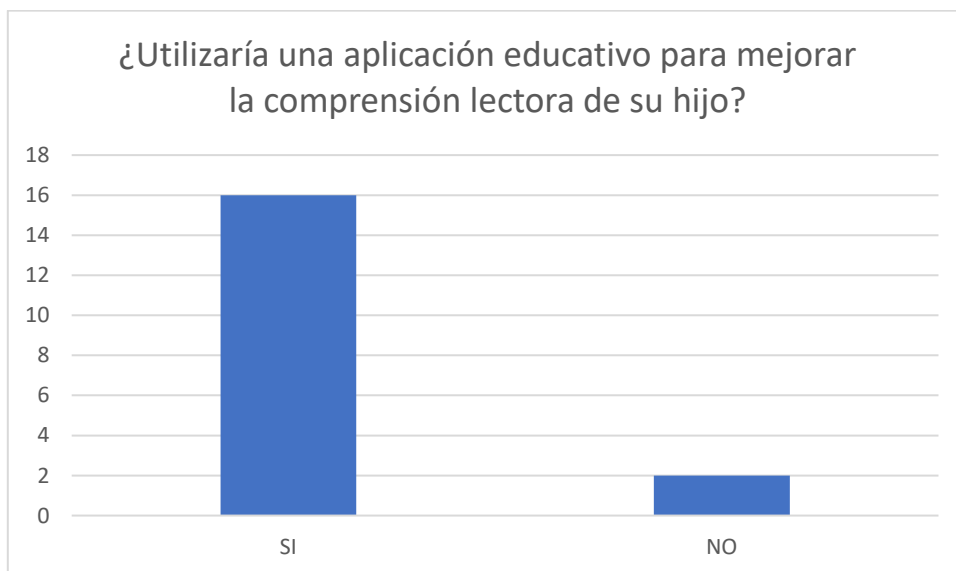
*Gráfica 3. Cuestionario padres – respuesta 3*

En la Gráfica 4 se puede notar que todos los padres consideran importante la comprensión lectora.



*Gráfica 4. Cuestionario padres – respuesta 4*

En la Gráfica 5 se muestra que no todos los padres utilizarían una herramienta digital para mejorar la comprensión lectora de sus hijos, lo cual va relacionada con la pregunta sobre el uso de la tecnología.

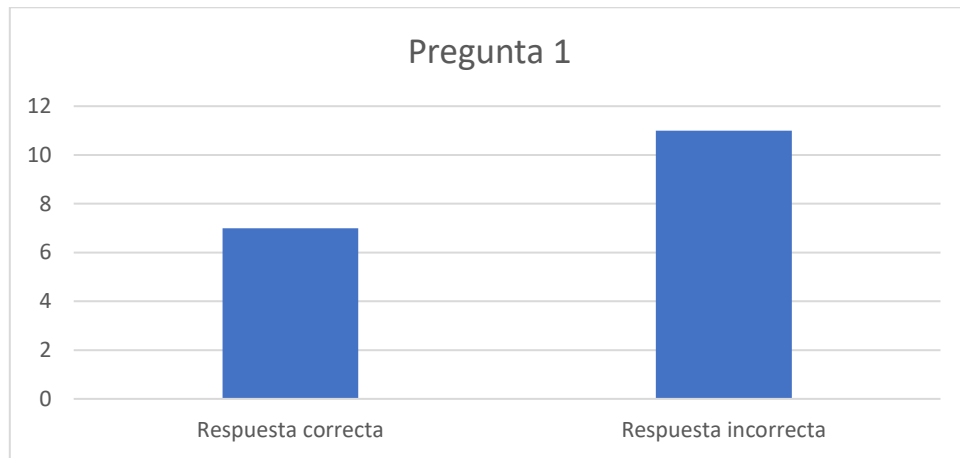


*Gráfica 5. Cuestionario padres – respuesta 5*

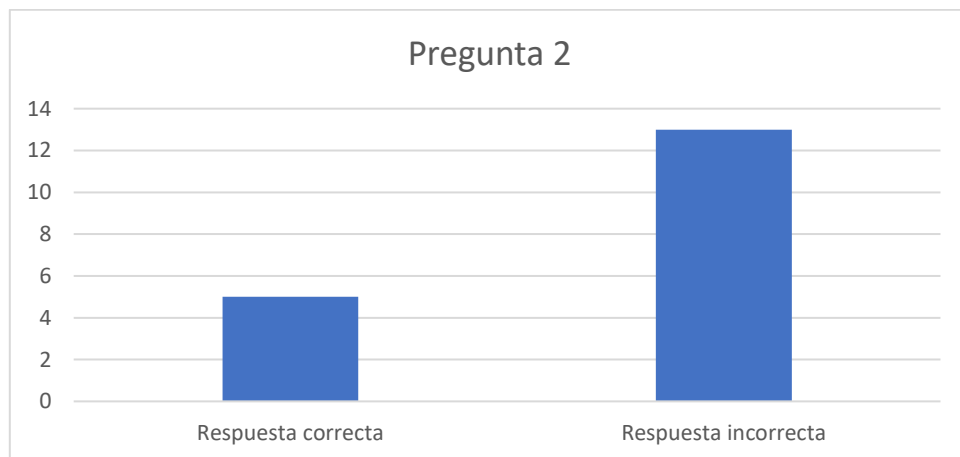
### 5.1.3 CUESTIONARIO DE COMPRENSIÓN LECTORA

El cuestionario de comprensión lectora se aplicó antes y posterior a la implementación del Sistema Tutor Inteligente, obteniendo los siguientes resultados.

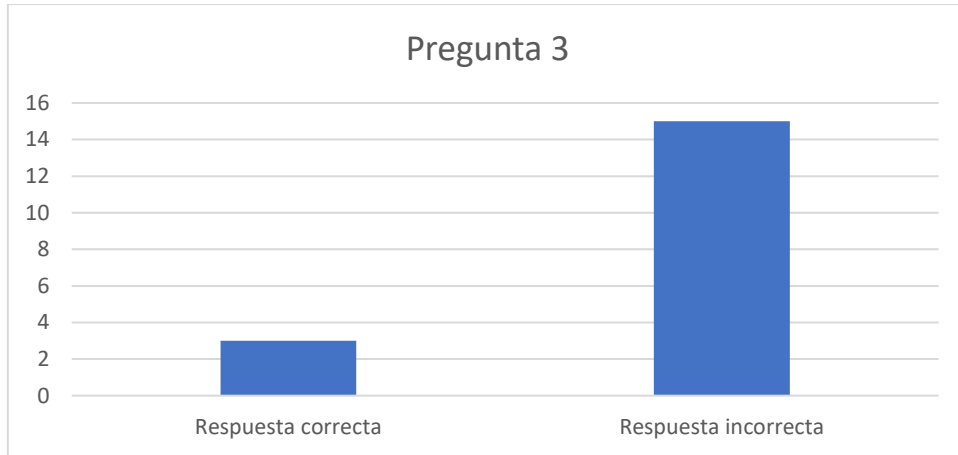
En las gráficas que se muestran a continuación se observan los resultados obtenidos por los estudiantes en la aplicación previa del cuestionario de comprensión lectora.



*Gráfica 6. Cuestionario previo alumnos – respuesta 1*

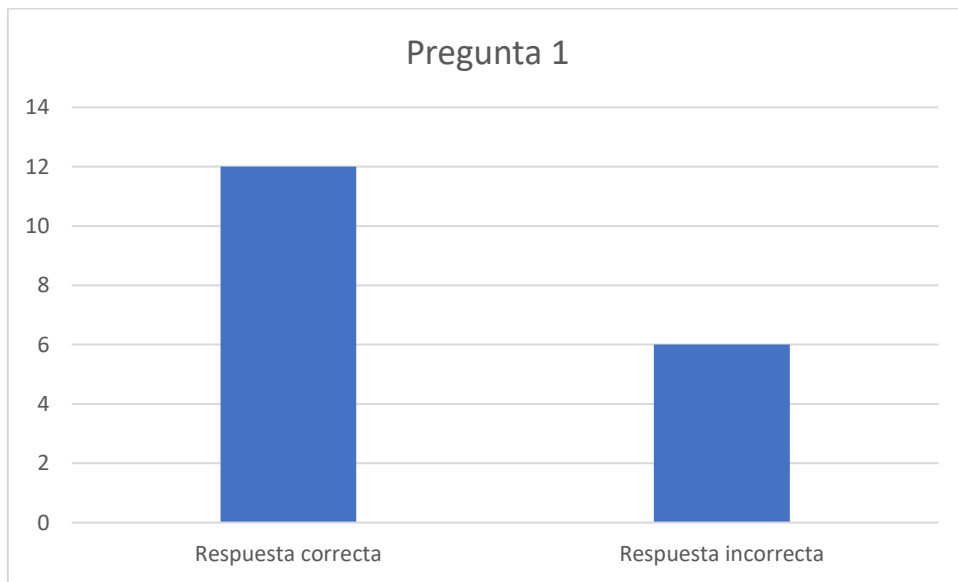


*Gráfica 7. Cuestionario previo alumnos – respuesta 2*

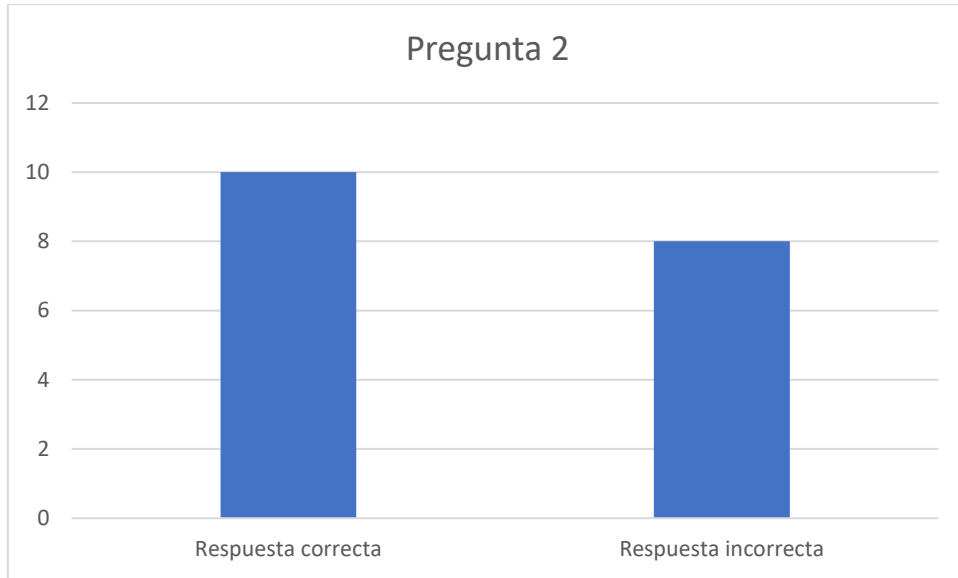


*Gráfica 8. Cuestionario previo alumnos – respuesta 3*

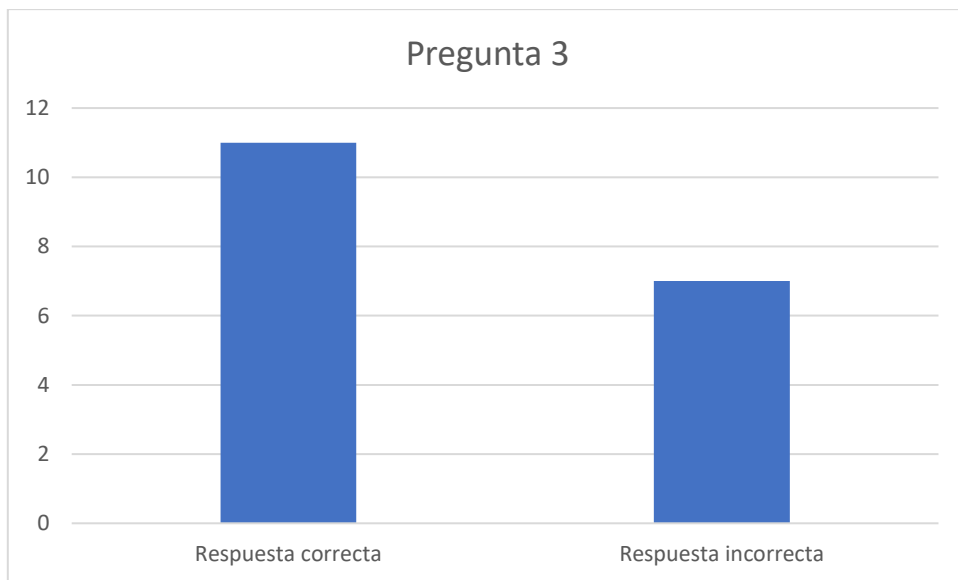
En las gráficas que se presentan a continuación, se observa los resultados obtenidos por los estudiantes en la aplicación posterior del cuestionario de comprensión lectora.



*Gráfica 9. Cuestionario final alumnos – respuesta 1*



*Gráfica 10. Cuestionario final alumnos – respuesta 2*



*Gráfica 11. Cuestionario final alumnos – respuesta 3*



## 5.1 DISCUSIÓN

En relación con los datos obtenidos en la gráfica por el docente, claramente se nota la disposición de la maestra por implementar nuevas herramientas que permitan mejorar la comprensión lectora de los estudiantes, siempre recordando que al ser de nivel primaria este tipo de herramientas digitales se encuentran más como apoyo que como herramientas de aprendizaje individual. Al ser una institución pequeña con pocos estudiantes, no se pudieron recolectar mayor cantidad de datos por lo que es necesario realizar más implementaciones del Sistema Tutor Inteligente que permitan llegar a nuevas conclusiones y complementar la presente investigación.

Con referencia al cuestionario aplicado a los padres de familia se puede observar que la mayor parte de ellos considera importante el uso de la tecnología en el ambiente educativo, sin embargo aún existen padres de familia que consideran el uso de la computadora o dispositivo móvil como una distracción y no una herramienta de apoyo para sus hijos, razón que motiva aún más a seguir realizando investigaciones que permitan evidenciar los beneficios de la aplicación guiada de la tecnología en el ambiente educativo.

Por otra parte, en cuanto a los resultados obtenidos por los estudiantes en el cuestionario de comprensión lectora, se puede observar en la aplicación previa que los estudiantes de tercer grado de primaria carecen de una buena comprensión lectora. Por comentarios, dirigidos personalmente por la docente, se refiere a que estos problemas se vieron incrementados por la reciente etapa de educativa que se vivió a distancia originada por la pandemia del COVID en 2019, ya que no se pudo trabajar adecuadamente con los estudiantes en temas relacionados a la lectura.

Posterior al uso de la implementación del Sistema Tutor Inteligente, el cual se realizó durante tres semanas, se puede observar una mejora sustancial en cuanto a la comprensión de los estudiantes ya que los resultados correctos fueron

mayores, aún hay niños que requieren de atención particular. El tutor sirvió como herramienta guía y además de interés para los estudiantes, razón por la cual ellos se vieron entusiasmados en lecturas posteriores mejorando su comprensión.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos como parte de la implementación del sistema en un grupo de prueba, se pudo constatar que, tras el uso del mismo, los alumnos presentaron mejoría en la habilidad de comprensión de la lectura. De esta manera, con base en un cuestionario previo y uno final del uso del Sistema Tutor Inteligente, fue posible identificar de manera simple el incremento del dominio de la comprensión de la lectura. A pesar de que el tiempo de prueba del sistema fue muy corto, los alumnos presentaron un desarrollo efectivo de esta habilidad reflejándolo en el test final.

Otro factor importante en la obtención de los resultados, fue el seguimiento por parte de docentes y padres de familia en el uso del sistema tutor inteligente, otorgaron un seguimiento más puntual para verificar si los alumnos habían comprendidos las lecturas. Así mismo, la propuesta de un sistema web interactivo favoreció en tener un mayor interés por parte de los alumnos y mejores resultados. Es importante mencionar que para lograr una mayor comprensión de la lectura se integraron elementos adicionales como datos extra e imágenes que permitían complementar la información que interpretaba el alumno a través de la lectura.

Con el desarrollo de este proyecto se brinda un panorama general acerca de la simplicidad y la importancia de la inclusión de la tecnología en el sector educativo. El desarrollo de sistemas tutores inteligentes provee de recursos adicionales para mejorar la educación de los alumnos. Con base en el proyecto desarrollado es posible concluir que la intervención de este tipo de herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje potencializa el nivel de desarrollo de los alumnos, identificando propiamente sus necesidades de aprendizaje y otorgando los recursos más adecuados.

## REFERENCIAS

- Castro-Schez, J. J., Glez-Morcillo, C., Albusac, J., & Vallejo, D. (2021). An intelligent tutoring system for supporting active learning: A case study on predictive parsing learning. *Information Sciences*, *544*, 446–468. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.08.079>
- Cortés, A., & Garcia, G. (2017). Estrategias pedagógicas que favorecen el aprendizaje de niñas y niños de 0 a 6 años de edad en Villavicencio- Colombia. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, RIIEP*, *10*(1), 125–143. <https://doi.org/10.15332/s1657-107x.2017.0001.06>
- Dumont, H., Istance, D., & Benavides, F. (2012). *La Naturaleza del Aprendizaje. Investigación para inspirar la práctica. Guía del practicante sobre el Proyecto "Ambientes innovadores de Aprendizaje."* 1–12. [https://www.oecd.org/education/ceri/The Nature of Learning.Practitioner Guide.ESP.pdf](https://www.oecd.org/education/ceri/The_Nature_of_Learning.Practitioner_Guide.ESP.pdf)
- Dzhurov, Y., Krasteva, I., & Ilieva, S. (2009). Personal Extreme Programming—An Agile Process for Autonomous Developers. *International Conference on Software, Services & Semantic Technologies, August 2016*, 252–259. [https://www.researchgate.net/publication/229046039\\_Personal\\_Extreme\\_Programming-An\\_Agile\\_Process\\_for\\_Autonomous\\_Developers](https://www.researchgate.net/publication/229046039_Personal_Extreme_Programming-An_Agile_Process_for_Autonomous_Developers)
- Gruhn, S., Segers, E., Keuning, J., & Verhoeven, L. (2020). Profiling children's reading comprehension: A dynamic approach. *Learning and Individual Differences*, *82*(July). <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101923>
- Hjetland, H. N., Brinchmann, E. I., Scherer, R., Hulme, C., & Melby-Lervåg, M. (2020). Preschool pathways to reading comprehension: A systematic meta-analytic review. *Educational Research Review*, *30*(March), 100323. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100323>

- Meza, A. (2013). Learning strategies. Definitions, classifications and measuring instruments. *Propósitos y Representaciones*, 1(2), 193–213. <https://doi.org/10.20511/pyr2013.v1n2.48>
- Muangprathub, J., Boonjing, V., & Chamnongthai, K. (2020). Learning recommendation with formal concept analysis for intelligent tutoring system. *Heliyon*, 6(10), e05227. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05227>
- Sánchez, M., García, J., Steffens, E., & Hernández, H. (2019). Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Información Tecnológica*, 30(3), 277–286. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n3/0718-0764-infotec-30-03-00277.pdf>
- Zaccoletti, S., Altoè, G., & Mason, L. (2020). Enjoyment, anxiety and boredom, and their control-value antecedents as predictors of reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 79(March), 101869. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101869>
- Amazon Web Services, Inc. (2023). *¿Qué es Python?* Obtenido de AWS Herramientas para desarrolladores: <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- Brainlabs. (1 de Julio de 2011). *StarUML una herramienta para modelado*. Obtenido de BrainLabs Marketing & Technology: <https://www.brainlabs.com.ar/novedad/staruml-una-herramienta-para-modelado/>
- Canonical Ltd. (2023). *Ubuntu Server documentation*. Obtenido de Ubuntu Server Docs: <https://ubuntu.com/server/docs>

- Coahuila, S. d. (2017). *Evaluación de la Lectura en tercer grado de Educación Primaria*. Obtenido de <https://www.seducoahuila.gob.mx/leer/assets/eval-lec-tercero.pdf>
- Django Software Foundation. (2023). *Why Django?* Obtenido de Django Project: <https://www.djangoproject.com/start/overview/>
- hostinger.mx. (4 de Mayo de 2023). *¿Qué es Apache? Descripción completa*. Obtenido de Hostinger Tutorials: <https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-apache/>
- JetBrains s.r.o. (2021). *Por qué PhpStorm*. Obtenido de PhpStorm: <https://www.jetbrains.com/es-es/phpstorm/features/>
- Laravel LLC. (2023). *Meet Laravel*. Obtenido de Laravel Docs: <https://laravel.com/docs/9.x>
- Microsoft. (2023). *Getting Started*. Obtenido de Visual Studio Code Docs: <https://code.visualstudio.com/docs>
- Mozilla Corporation. (2023). *JavaScript*. Obtenido de MDN Web Docs community: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- Oracle. (2023). *¿Qué es una base de datos?* Obtenido de Oracle México, Base de datos: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
- The PHP Group. (2021). *¿Qué es PHP?* Obtenido de Manual de PHP: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- You, E. (2023). *What is Vue?* Obtenido de Vue.js Web Site: <https://vuejs.org/guide/introduction.html#what-is-vue>