

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería de Sistemas



APLICACIÓN BASADA EN TECNOLOGÍA NLP Y GAMIFICACIÓN PARA MEDIR LA COMPRENSIÓN LECTORA EN NIÑOS DE CUARTO DE PRIMARIA

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

Edwin Antony Espinoza Diaz

Código 20131796

Asesor

Juan Manuel Gutiérrez Cárdenas

Lima – Perú

Diciembre 2021

Aplicación basada en Tecnología NLP y gamificación para medir la comprensión lectora en niños de cuarto de primaria

Edwin Antony Espinoza Diaz

20131796@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: La comprensión lectora es una capacidad fundamental en un niño que debe desarrollarse y medirse adecuadamente, la cual puede ocasionar problemas no solo en la niñez sino también en las otras etapas de madurez. Por ello, se propone un sistema capaz de medir dicha capacidad utilizando preguntas para obtener una calificación que refleje el nivel de rendimiento en comprensión lectora del niño, ésta se valida mediante una comparación con la nota obtenida en la evaluación PISA del niño. Las preguntas que componen el cuestionario son formuladas mediante procesamiento de lenguaje natural y reglas de articulación. Además, las respuestas a las preguntas mencionadas se recogen de los niños mediante procesamiento de voz, luego se transcribe a texto con la finalidad de comparar las respuestas recogidas por el sistema del mismo texto. El estudio fue desarrollado en 2 instituciones con una muestra de 90 alumnos de entre 10 a 12 años de edad. En primer lugar, la técnica de transformación de voz a texto empleada para transcribir las respuestas de voz de los alumnos, se concretizó adecuadamente las oraciones de respuestas en 95% de las veces. En segundo lugar, se crearon preguntas mediante el uso del procesamiento de lenguaje natural y reglas de articulación para evaluar la comprensión lectora, obteniendo como resultados que en más del 50% de los cuestionarios aplicados a los niños se obtuvieron preguntas con estructuras correctas. En tercer lugar, se obtuvo que las preguntas que conforman un cuestionario fueron estructuradas lógicamente en más del 90%. En cuarto lugar, se logró la extracción de respuestas a preguntas autogeneradas, debido a que hubo un 70% de similitud. Por último, se midió correctamente la capacidad lectora de los alumnos en un 90% de correspondencia a la nota real del total de alumnos.

Palabras Clave: Comprensión lectora, Prototipo de software para la comprensión lectora, Usabilidad del software, Arquitectura del software para determinar la comprensión lectora, Aplicaciones tecnológicas y Procesamiento de lenguaje natural.

Abstract: Reading comprehension is a fundamental ability in a child that must be developed and measured properly, which can cause problems not only in childhood but also in other stages of maturity. For this reason, a system capable of measuring said ability is proposed using questions to obtain a grade that reflects the level of performance in reading comprehension of the child, this is validated by means of a comparison with the grade obtained in the child's PISA evaluation. The questions that make up the questionnaire are formulated using natural language processing and articulation rules. In addition, the answers to the mentioned questions are collected from the children by voice processing, then transcribed to text in order to compare the answers collected by the system from the same text. The study was developed in 2 institutions with a sample of 90 students between 10 and 12 years of age. First, the speech-to-text technique used to transcribe the students' voice responses adequately conveyed the response sentences 95% of the time. Second, questions were created using natural language processing and articulation rules to assess reading comprehension, obtaining as a result that more than 50% of the questionnaires applied to children obtained questions with correct structures. Thirdly, it was found that the questions that make up a questionnaire were logically structured in more than 90%. Fourth, the extraction of answers to self-generated questions was achieved, since there was a 70% similarity. Finally, the reading ability of the students was correctly measured in a 90% correspondence to the real grade of the total number of students.

Keywords: Reading comprehension, Software prototyping for reading comprehension, Software usability, Software architecture for determine reading comprehension, Technological Applications and Natural Language Processing.

1. INTRODUCCIÓN

Para el año 2018, el Perú se encuentra en el nivel 1A de comprensión lectora en la prueba PISA aplicado cada 3 años a nivel mundial, desarrollado con una metodología tecnológica de pruebas virtuales aplicada a 72 países, siendo 6 el nivel más alto de la escala. En ese sentido, dichos resultados demuestran que el nivel de desempeño actual está por debajo del nivel 2 de línea base, considerado como el punto de partida para dominar la competencia lectora (PISA, 2018).

De acuerdo con el párrafo anterior, el país se encuentra en un nivel muy bajo en comprensión lectora, pero mucho tiene que ver la medición de la competencia que presenta limitaciones y dificultades debido a la poca atención didáctica, tecnológica, pedagógica, problemas sociales, no escolarización, alto costo, situaciones geográficas, etc. Por ello, es fundamental facilitar medios que midan y desarrollen el aprendizaje de los niños frente a las limitaciones actuales con la finalidad de establecer mejores puntos de partida para encaminar a los alumnos a un desarrollo continuo y que pueda establecer mejoras a futuro, basándonos en resultados más confiables en niños con mayores capacidades en entender y abstraer ideas ofrecidas por las lecturas, con el fin de facilitar el razonamiento en base a un objetivo (Pérez, M., 2005).

Adicionalmente, de no medirse la competencia lectora a los alumnos, no se les podrá realizar materiales que le permitan desarrollarse adecuadamente, ocasionando que ellos no solo se vean limitados en capacidades frente a los materiales de lectura, sino también en las diversas áreas del aprendizaje y aspectos sociales durante su crecimiento, por ejemplo: si un niño arrastra un bajo nivel de comprensión lectora, le será difícil, durante su paso hacia su desarrollo profesional, aprender otras ciencias y en consecuencia puede ocasionar diversos problemas tales como: desempleo, falta de ética, limitación, marginación, etc. (Llorens y R., 2015).

Por otra parte, para desarrollar una capacidad con ayuda de la tecnología es necesario implementar una dinámica atractiva, la cual brinda la gamificación que es un método que combina ambos rubros mencionados consolidados en una aplicación. En ese sentido, diversos estudios demuestran que aprender jugando puede mejorar el conocimiento y el comportamiento de la forma en la que estudian los alumnos. Además, el estilo de juego inmerso en un sistema capaz de simular los roles de un salón de clases como lo hacen los sistemas de tutoría inteligente brinda un sistema capaz de mejorar y ofrecer una enseñanza personalizada logrando el 77% de aceptabilidad en los alumnos (Clavijo et al., 2011). A pesar de que, la técnica de la gamificación tiene resultados positivos en los alumnos en aprendizaje, en el Perú hay pocas aplicaciones que lo incorporan en el ámbito de la lectura; asimismo, dichos softwares son escasos y poco fomentados por las escuelas y docentes (Barrionuevo A. y Silva B., 2020).

Ya establecido un contexto, la siguiente investigación busca como objetivo principal elaborar una aplicación basada en PISA capaz de medir la comprensión lectora a través de preguntas generadas por el sistema con ayuda del procesamiento de lenguaje natural para su creación y captación de las respuestas a través de la voz, utilizando un sistema de pruebas continuas con la finalidad de servir como herramienta de ayuda para los docentes y ser un medio ejercitador de la competencia lectora. Además, se buscará evaluar la factibilidad de medir la comprensión lectora, así como evaluar la factibilidad de creación de preguntas de textos, al igual que evaluar la factibilidad de extracción de respuestas a preguntas autogeneradas, de igual manera comprobar que la técnica empleada de transformación de voz a texto ayuda a la herramienta propuesta a captar las respuestas de los alumnos correctamente, y por último evaluar el nivel de satisfacción del aplicativo.

En la sección 2 del documento se prosigue con los estudios relacionados por cada tema utilizado, que fundamentan y dan base teórica a la investigación. Luego, en la sección 3 del documento se continúa con la presentación y explicación de las técnicas empleadas para el desarrollo del estudio, con el fin de conseguir el máximo entendimiento del lector para futuros trabajos. Después, en las secciones 4 y 5 se prosigue a explicar la solución propuesta, así como, el desarrollo y los resultados obtenidos. Por último, en las secciones 6 y 7 se dan a conocer las conclusiones del presente trabajo, revelando los hallazgos, dificultades y trabajos futuros que pueden llevarse a cabo utilizando como referencia el presente estudio.

2. ESTADO DEL ARTE

En los exámenes PISA (2018), se utilizó computadoras y dinámicas tecnológicas para las pruebas de competencia lectora. El examen mostraba pruebas progresivas con preguntas a los alumnos para medir su rendimiento. Asimismo, se pudo simplificar el recojo de información para tener respuestas más confiables en el menor tiempo posible. Por otra parte, cada pregunta fue estructurada por docentes capacitados a nivel mundial en base a un marco referencial general donde cada tipo de pregunta pertenece a un proceso o capacidad lectora, tomando 3 años de formación, que también es el tiempo donde se vuelve a tomar la prueba. El estudio tuvo limitaciones para la medición, debido a las variables extraescolares que siempre afectan cada capacidad lectora, la muestra para el examen, pruebas generales que no toman en cuenta la condición de un país, la reciente implementación de un sistema poco dinámico o entretenido, etc. (Choi de Mendizábal, 2016). Los resultados obtenidos respecto a la aprobación de la dinámica de evaluación de los alumnos en PISA fue 54.9% de aceptación.

Barrionuevo A. y Silva B. (2020) realizaron una metodología que combina la gamificación y la comprensión lectora con las mejores prácticas de estudios previos en el ámbito. La metodología consiste en una dinámica de recompensas, mostrando cuestionarios a los alumnos para medir cuánto de la información captaron recibiendo incentivos de puntuación al contestar bien y perdiendo puntos al no hacerlo, luego compararon los resultados obtenidos con los resultados de una prueba y ambiente tradicional, esto debido a que la prueba más fehaciente de captar la comprensión lectora en cuanto a entendimiento y razonamiento sigue siendo la prueba tradicional en clase. Se obtuvo un crecimiento de aprobados de 68.82% utilizando el método planteado frente a un 33,82% obtenido del método tradicional, debido a que los alumnos se sintieron más incentivados a la dinámica empleada. Se concluye en el estudio que la implementación tiene beneficios en el aprendizaje del vocabulario en lengua extranjera. Por otro lado, la dinámica es de un solo sentido, por lo que una vez iniciado se concluye armar las pruebas y volver a tomarlas.

Clavijo et al. (2011) utilizó una metodología enfocada en medir cómo las tecnologías de información están aportando en crear nuevas formas pedagógicas para poder ayudar a los alumnos a elevar el nivel de comprensión lectora. Asimismo, realizó un procedimiento que comprendía en medir cuánto ayudan las TIC a los alumnos en comprensión lectora. Las tecnologías se usaron como medio de ayuda para procesar textos facilitando la visualización del contenido, además, por cada texto visualizado se establecen métricas e indicadores que permiten medir si un alumno mejora su comprensión lectora a base de preguntas, mostrando datos estadísticos que reflejan el rendimiento de los alumnos usando el sistema. De esta manera, se obtuvieron rendimientos casi similares en la mayoría de los casos y en otros desfavorables sin poder medir adecuadamente el rendimiento. Los resultados obtenidos fueron que los alumnos evaluados registraron mejoras en los niveles de comprensión lectora en las categorías literal, inferencial y crítico por encima del 50% del nivel registrado inicialmente.

Arancibia (2010) realizó un estudio aplicado en estudiantes para evaluar la comprensión lectora con hipertexto informativo, tuvo como objetivo determinar qué estrategias eran más óptimas cuando los alumnos buscan y leen información en internet donde la información es extensa en diferentes temas a disposición del lector basado en un objetivo. Los alumnos al leer información en internet no solo están empleando su capacidad lectora, sino también otras capacidades, por ejemplo: planeación, predicción, monitoreo y evaluación de la información, siendo el más resaltante la comprensión de la información porque al combinar las capacidades existe una participación más activa del sujeto, resultando que el alumno comprenda mejor la información en un 80%. El estudio concluye revelando que, dado a la actividad de la búsqueda en web, resulta muy atractiva para los alumnos porque captan ideas de diferentes fuentes para comprender. Por otra parte, se tuvo dificultades en la búsqueda basado en un objetivo debido a que el internet es un mundo extenso que pueden bifurcar el objetivo del tema, además, los alumnos no fueron evaluados basado en capacidades sino solo en entendimiento del objetivo.

En otro sentido, en un estudio sobre gamificación aplicada al ámbito educacional denominado programa Ranopla estructurado y difundido por empresas españolas en Zaragoza, cuyo objetivo es difundir y establecer bases en cuanto a comprensión lectora a los alumnos de primaria. El programa inicia con los alumnos leyendo libros de diferentes tipos de contexto en un computador, luego acceden a la plataforma para rendir la evaluación y responder los cuestionarios que son elaborados por profesionales educacionales. Después, la calificación obtenida se evalúa de acuerdo con las preguntas acertadas del cuestionario y segmentado por el nivel del libro siendo básico, intermedio y avanzado. Al finalizar la evaluación, cada capacitador educacional puede emitir un diploma (llamado “Ranodiploma” en la plataforma) para cada alumno, donde se encuentran los puntos conseguidos del cuestionario. Por último, se realiza una evaluación en el tiempo donde alumnos, padres y capacitores pueden ver gráficas de resultados y comparan los puntos que han obtenido con respecto a la media de la clase para observar y evaluar la mejora que tienen los alumnos con respecto a la anterior evaluación (López, 2015). Los alumnos del estudio pudieron ver su estado y avance en comprensión lectora, pero en cuanto a la dinámica de las pruebas se pudieron obtener mejores resultados mostrándole un software más atractivo y textos más específicos de acuerdo a cada alumno.

Además, otro estudio denominado “Realidad virtual como buena práctica para trabajo en equipo con estudiantes de ingeniería/Virtual” consistió en buscar iniciativas que ayuden a mejorar e incorporar habilidades de trabajo en equipo, de cooperación y de colaboración en los alumnos. Para ello, se plantea un diseño pedagógico y técnico de un videojuego basado en la realidad virtual que permita diseñar instrumentos pedagógicos con la finalidad de desarrollar ciertas habilidades en los miembros del juego como comprensión lectora a nivel colaborativo. El videojuego consiste en poner a los participantes frente a pruebas donde puedan captar las ideas que se quieren dar a conocer para pasar de nivel y adquirir puntajes que les permitan ganar. Luego de realizar el análisis sobre el diseño del videojuego, se determinó que la realidad virtual colaborativa permite identificar y evaluar patrones de comportamientos de los miembros como el trabajo en equipo, asimismo, ayuda a que los miembros logren el objetivo común planteado con una precisión de más del 50% en la mayoría de las veces (Gasca et al., 2015). A pesar de que, la colaboración contribuye a que las personas puedan entender mejor la información presentada, aún queda casos donde el entendimiento depende de otros factores externos y de objetivos no comunes entre los participantes.

En la investigación “Generación de preguntas de un texto” buscan generar preguntas de textos PDF con la ayuda de un sistema que utiliza un analizador morfosintáctico combinado a un análisis de dependencias sintácticas, ambos basados en un procesamiento del lenguaje natural, utilizando las herramientas *ixa-pipes*. Las preguntas que se generaron son a nivel de sentencias y, para validar que los algoritmos sean fiables, se aplicó a pequeñas pruebas con el fin de formular un pequeño examen de demostración, teniendo como objetivo alcanzar el 100% de preguntas bien estructuradas. Se obtuvo como resultados que el sistema concretaba correctamente en cada tipo de preguntas con estructuras lógicas en 51% en las pruebas aplicadas (Alfaro, 2016). El sistema empleado presenta retos que pueden mejorarse en cuanto a la estructuración de preguntas porque solo se usó reglas generales de construcción e identificadores morfológicos creados específicamente para el estudio, lo cual hizo que los resultados sean medianamente positivos.

En la investigación aplicada en alumnos con discapacidad auditiva de nivel medio superior, se tuvo como objetivo suministrar nuevas alternativas de enseñanza y abstracción de conocimientos aplicados a necesidades específicas de los usuarios, enfatizando la discapacidad mencionada anteriormente. El estudio se llevó a cabo realizando aplicaciones de apoyo, por ejemplo, diccionarios de lengua de signos, ejercicios para identificar palabras, entre otros en diferentes niveles académicos. Se evaluaron los textos, con el fin de utilizar imágenes e información adicional con respecto al contexto combinado al procesamiento del lenguaje natural para permitir la visualización de la información de forma gradual, incrementando la amplitud del vocabulario y mejorando la comprensión lectora de los estudiantes. Las conclusiones obtenidas fueron favorables, puesto que el material adicional mostrado ayuda a los alumnos con discapacidad a entender mejor los textos. Además, en la muestra estudiada hubo un aumento en la capacidad lectora de los alumnos, justificado con la medición a través de indicadores basados en objetivos lingüísticos estándares que los alumnos deben cumplir para comprender los textos. Sin embargo, en cuanto al procesamiento del lenguaje natural, contribuye al resultado final pero no se especifica en qué medida (Quiroz et al., 2017).

En ese sentido, en otro estudio donde se emplea una aplicación basada en el procesamiento del lenguaje natural para la retención del idioma español como lengua extranjera, teniendo como objetivo analizar el tratamiento de los errores gramaticales en el proceso de aprendizaje del idioma español de los alumnos. Adicionalmente, debido a que el procesamiento del lenguaje natural tiene conocimiento de las estructuras lingüísticas, el sistema es capaz de reconocer todos los niveles de lengua en varios idiomas, los cuales son: morfología, léxico y sintaxis; ya que la tecnología usada permite realizar una programación en las estaciones tecnológicas con suficiente conocimiento lingüístico en forma de reglas y patrones que le permitirá realizar y desarrollar las funciones del buen aprendizaje de lenguas. Además, se analizó las estructuras de las oraciones que se presentan a los alumnos por el sistema, logrando analizar párrafos enteros entregados por el usuario con la finalidad de detectar errores lingüísticos para corregirlos, dando la simulación de comprensión para luego dar respuesta a una conversación (Jurafsky y H. Martin, 2020). A pesar de que, el procesamiento de lenguaje natural cuenta con un diccionario amplio aún quedan retos como el reconocimiento de sinónimos y abstracción de frases similares que podrían potenciar el sistema, brindando una mejor experiencia al usuario.

Finalizando, en el estudio desarrollado por Sánchez (2015), se busca optimizar los desarrollos de enseñanza para facilitar el aprendizaje. Por ello, se empleó el procesamiento del lenguaje natural combinado a otros aspectos lingüísticos como la evaluación y retroalimentación de las pruebas para determinar una mejora en la ortografía y comprensión lectora de los alumnos de primaria. En ese sentido, se formuló un conjunto de pasos que une una metodología de evaluación y el sistema que emplea el procesamiento del lenguaje natural para validar la forma de las palabras utilizando un análisis morfosintáctico y decir si una palabra está bien escrita o no. A pesar de que, la investigación sólo plantea una guía y fue probada en una muestra de niños de primaria, revela la necesidad de los docentes en crear nuevas formas de aprendizaje utilizando recursos computacionales y la metodología estándar en lingüística para potenciar la educación en los niños. Por otra parte, en la investigación tuvo limitaciones tales como: el vocabulario de palabras, el sistema era visual mas no interactivo en su totalidad, las mediciones realizadas eran empíricas sujetas a la observación, etc. El estudio concluye que se obtuvieron resultados observables desde la primera medición de la capacidad lingüística y ortográfica hasta la etapa final, observándose una mejoría leve en algunos y alta en otros alumnos (Sánchez, 2015).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Procesamiento de Lenguaje Natural

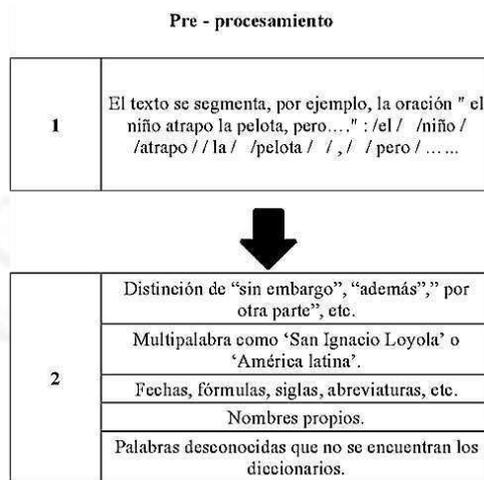
El procesamiento de lenguaje natural (NLP) se enfoca en el desarrollo de la tecnología con el lenguaje humano, es decir, permite el entendimiento de las abstracciones que los textos proveen, así como originar la emulación de los lenguajes. Para ello, el procesamiento del lenguaje natural debe tener conocimientos y la capacidad de reconocer todos los niveles del lenguaje (morfología, sintaxis, léxico), además de las convenciones de discurso y de uso (pragmática) (Siddiqui y Tiwary, 2008).

Las etapas que lo componen son:

- **Etapa de Pre - Procesamiento:** Compuesto por la segmentación del texto donde la máquina procesa cada segmento que contiene unidades tratables, comparándolas con un diccionario en el idioma a tratar y dejando de lado información irrelevante, resultando del proceso tokens que serán analizados por el siguiente proceso (De la Calle Velasco, 2014). En la figura 3.1, se muestran ejemplos de la etapa descrita.

Figura 3.1

Procesos de la etapa de pre- procesamiento.



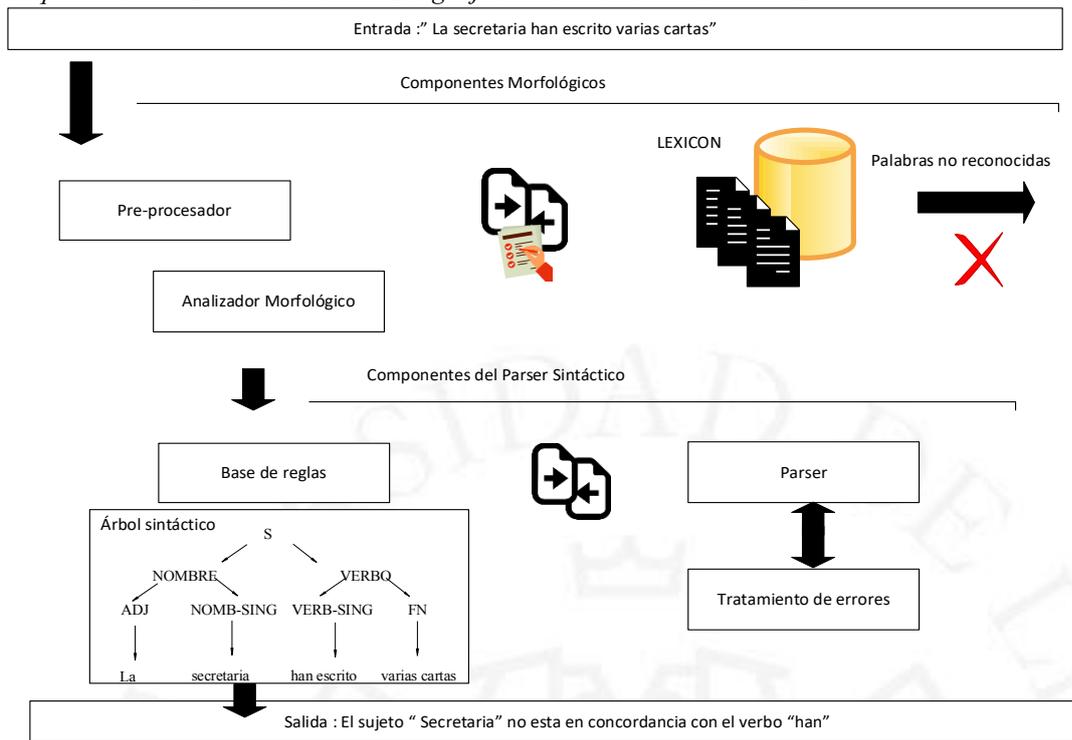
Nota. 1: segmentación y 2: identificación.

- **Análisis Morfológico:** En esta etapa se forman los léxicos mediante la lematización, que consiste en el análisis de morfemas buscando en un diccionario y comparando la composición del léxico, asimismo, se verifica con la lista de reglas gramaticales. Una vez que los lexicones están conformados, el análisis contribuye con información útil (Contreras, 2001).
- **Análisis Sintáctico:** Se transforman e identifican las partes del texto de entrada en árboles sintácticos. Se puede decir que las derivaciones que vienen a ser las reglas gramaticales son definidas a partir de un axioma para comprobar si una oración pertenece al lenguaje definido por la gramática. A este proceso se le llama análisis sintáctico (Cortez et al., 2009).

Se puede observar en la **figura 3.2**, que el proceso inicia con la entrada del usuario de una oración 'La secretaria ha escrito varias cartas'. Esta ingresa para ser comprendida por el preprocesador de texto que compara y reemplaza los errores de la escritura en la oración frente al diccionario incorporado. Luego, los segmentos de la oración pasan a ser procesados por el analizador morfológico, que coloca para comparar cada segmento de la oración gramatical del sistema y realiza el análisis sintáctico, dando como resultado un árbol de sintaxis. En esta parte del proceso, el analizador sintáctico detecta un error de concordancia, dando así una retroalimentación: El sujeto 'secretaría' no está en concordancia con el verbo han'. De esta manera, la salida del proceso en cuestión con la detección del error llevará a que en otra iteración se dé una solución para el error detectado, guardando la retroalimentación como aprendizaje (Agüero, 2012).

Figura 3.2

Arquitectura del Procesamiento de Lenguaje Natural en un sistema de voz.



Es en la fase final del análisis sintáctico donde se toma el reconocimiento de sintaxis para la investigación porque el resultado es un texto identificado según las categorías gramaticales que se muestran en la **figura 3**, para tener mapeado cada parte de la oración y poder utilizarlo para la creación de preguntas y extracción de respuestas.

Figura 3.3

Categorías gramaticales del Procesamiento de Lenguaje Natural.

CATEGORÍAS GRAMATICALES		
ADJ : adjetivo	PPR : pronombre	comp : relación completiva
ADV : adverbio	PPR_C : pronombre acusativo y dativo	coord_conj : relación coordinada o conjuntiva
ADVP : grupo adverbial	PPR_D : pronombre demostrativo	det : relación determinativa
AP : grupo del adjetivo	PPR_ID : pronombre indefinido	dobj : relación objeto directo
AUX : verbo auxiliar	PPR_N : pronombre ordinal	gnd : parámetro de género
BEG_S : puntuación al inicio de la oración	PPR_IT : pronombre interrogativo	mean : parámetro de clasificación de verbo
CIR : complementos circunstanciales	PPR_PE : pronombre personal	mod : relación modificadora
CLAUSE : cláusula	PPR_PO : pronombre posesivo	nmb : parámetro de número
CLAUSIN : cláusula sin circunstanciales	PPR_R : pronombre relativo	pers : parámetro de persona
CONJ_C : conjunciones coordinantes	PR : preposición	pred : relación predicativa
CONJ_SUB : conjunciones subordinantes	S : oración completa de entrada	prep : relación prepositiva
DETER : determinante	SEP_O : signo de puntuación dentro de la oración	subj : relación de sujeto
END_S : signos de puntuación al final oración	VERB : verbo	subor : relación de subordinación
GER : gerundio	VIN : verbo en indicativo	nmb : parámetro de número
INFP : grupo del verbo en infinitivo	VCO : verbo en condicional	pers : parámetro de persona
LIS_CLAUSE : lista de cláusulas	VSJ : verbo en subjuntivo	pred : relación predicativa
LIS_NP : lista de grupos nominales	VP : grupo verbal finito	prep : relación prepositiva
LIS_PP : lista de grupos preposiciones	VP_DOBJ : objeto directo del verbo finito	subj : relación de sujeto
CONJ : conjunciones	VP_INF : grupo del verbo en infinitivo para no auxiliares	subor : relación de subordinación
N : sustantivo	VP_INF_DOBJ : objeto directo del infinitivo	
N_TIE : sustantivo (descriptor semántico de tiempo)	VP_INF_OBJS : secuencia de otros objetos del infinitivo	
NOM : grupo nominal sin determinante	VP_MODS : modificador del verbo	
NOM_TIE : grupo nominal sin determinante tiempo	VP_OBJS : secuencia de otros objetos del verbo finito	
NP : grupo nominal	VP_V : núcleo del grupo verbal	
NP_TIE : gpo. nominal con descriptor semántico de tiempo	V_INF : núcleo del grupo del infinitivo	
NUM : numeral	Titulos de relaciones y de parámetros	
PART : participio	adver : relación adverbial	
PP : frase preposicional	cir : relación circunstancial	

3.2 Comprensión Lectora

La comprensión lectora se define como la capacidad para comprender, utilizar, reflexionar e interesarse por los textos escritos para alcanzar los propios objetivos, desarrollar el conocimiento, potenciar las habilidades personales y participar en la sociedad (PISA, 2018).

Por otra parte, la Tabla 3.1 muestra como PISA establece 6 niveles de rendimiento y el momento en que los alumnos son evaluados, se trata de ubicarlos en un nivel de rendimiento de acuerdo con el puntaje obtenido en sus pruebas aplicadas, a su vez cada nivel de rendimiento abstrae las capacidades fundamentales y los procesos necesarios para poder dar una interpretación del rendimiento del alumno (Vexler et al., 2018).

La lectura corresponde a un proceso que contiene dimensiones mostradas en la Tabla 3.2, las cuales combinan la metodología y el constante entrenamiento. La metodología como el entrenamiento tienen que estar guiados y evaluados tanto en la comprensión del alumno como en las causas y consecuencias, por las que dicho proceso de comprensión puede no resultar.

Tabla 3.1

Niveles de rendimiento comprensión lectora.

DESCRIPCIÓN	
NIVEL 1 A	Localiza información
NIVEL 1 B	Reconoce la información en textos cortos y sencillos
NIVEL 2	Sigue las conexiones lógicas y lingüísticas del párrafo para identificar información
NIVEL 3	Organiza los textos (Relaciones causa efecto)
NIVEL 4	Es capaz de seguir vínculos lingüísticos o temáticos de diversos párrafos con el fin de evaluar y procesar información.
NIVEL 5	Negocia textos con la finalidad de descifrar información.
NIVEL 6	Gestiona textos simples como complejos o densos (largos) y relaciona información con ideas complejas y contrarias a la intuición.

Nota. Obtenido del Ministerio de educación Evaluación PISA 2015. Resultados Perú, 2017, Lima. (http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Informe-PISA-2015_ALTA.pdf)

Tabla 3.2

Medición de comprensión lectora

DIMENSIÓN				
	Comprensión literal	Reorganización de la información	Comprensión inferencial	Comprensión crítica y profunda
INDICADORES	Identificar la idea principal	Suprimir información Trivial	Predecir resultados	Juzgar bajo el punto de vista personal
	Identificar los electos de una comparación	Reorganizar la información según determinados objetivos	Inferir el significado de palabras desconocidas	Distinguir un hecho de una opinión
	Identificar relaciones causa-efecto	Hacer resumen de forma jerarquizada	Preveer un final diferente	Emitir un juicio frente a un comportamiento

Nota. Obtenido del Ministerio de educación Evaluación PISA 2015. Resultados Perú, 2017, Lima. (http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Informe-PISA-2015_ALTA.pdf)

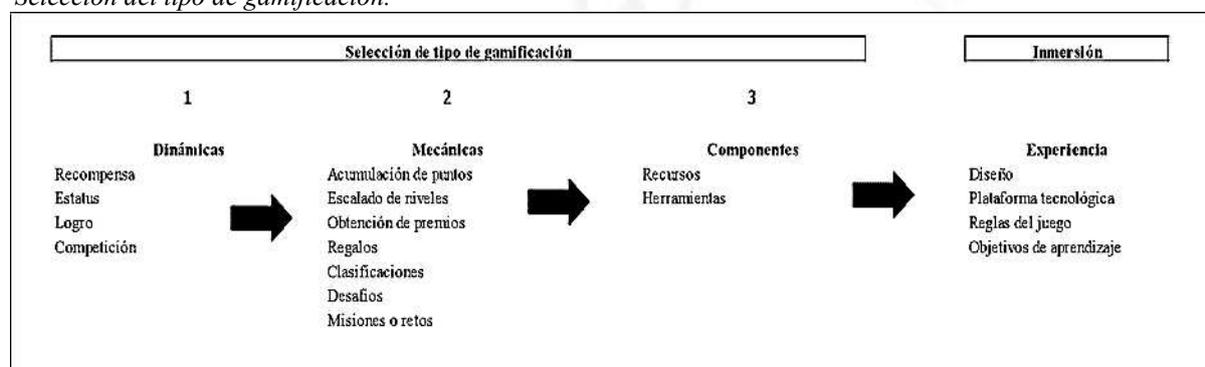
3.3 Gamificación

Consiste en dinámicas que corresponden a la estructura de un juego, por ejemplo: todo aquello en el que la forma de ejercer las capacidades sea a través de desafíos (Mikel, 2016). Además, cuenta con la mecánica que consiste en los procesos que desarrollan el juego, es decir, el objetivo atractivo por el cual el alumno adquiere motivación e interactúa con el sistema (López, 2015). Por último, se encuentran los componentes que son aquellas implementaciones que alimentan las dinámicas y mecánicas, por ejemplo: los puntos ganados, los rankings, los niveles, etc.

La gamificación utiliza técnicas mecánicas que dinamizan y facilitan la interiorización de conocimientos pedagógicos de una manera en que el alumno recibe motivación extrínseca para percibir positivamente. En la figura 3.4, se observa que la selección inicia eligiendo la dinámica donde se buscará motivar al alumno a jugar e interesarse por el juego, con el fin de dar consecución de sus objetivos. Luego, la técnica mecánica convierte el objetivo a alcanzar en una manera de recompensa hacia el usuario. Después, se prosigue con los componentes, que son los recursos dentro del juego para diseñar las actividades. Por último, para impartir la técnica mecánica dentro de una dinámica, se necesita establecer la experiencia del usuario donde se verá inmersa en un ambiente atractivo que lo llevará a alcanzar sus objetivos (Quintanal, 2016).

Figura 3.4

Selección del tipo de gamificación.



A continuación, se enlista algunos ejemplos de los elementos de gamificación en la tabla 3.3:

- **Dinámicas, Mecánicas y Componentes**

Tabla 3.3

Ejemplos de dinámicas de la gamificación.

PROCESOS	EJEMPLOS
DINÁMICAS	Generar emociones, historia guiada, evolución y desarrollo del jugador, generar relaciones y considerar las limitaciones establecidas.
MECÁNICAS	Generar trabajo en equipo, competencia, desafíos, premios, retroalimentación, azar, transacciones y turnos.
COMPONENTES	Representación del jugador, colecciones, nuevos contenidos, etc.

Nota. Obtenido de Taller: "Y tu ¿Gamificas?" por Hidalgo, M. y Garcia, A. (2015). III Jornada de formación de profesores de ELE. Hon Kong.

4. METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACIÓN

4.1 Metodología Aplicada para la Propuesta de Solución

La propuesta planteada en la presente investigación consiste en utilizar la aplicación en los colegios siguientes: I.E. 2033 CARLOS HIRAOKA TORRES e I.E.P SAN IGNACIO DE LOYOLA, con una muestra de 90 alumnos de cuarto grado de primaria, quienes tienen en promedio 9 años, para recolectar los resultados y analizarlos.

El objetivo principal de la siguiente investigación es evaluar y crear una herramienta de apoyo para el desarrollo de la comprensión lectora mediante la generación de preguntas y la obtención de respuestas a partir de textos. Estos textos serán provistos a los alumnos del nivel primaria, con el fin de elaborar una evaluación que mida la comprensión de textos por parte ellos.

La evaluación está compuesta por un conjunto de 5 preguntas creadas por el sistema a partir del texto introducido, en formato PDF basado en reglas de construcción fijas, que pretenden medir la capacidad de los alumnos en comprensión de textos, por lo que el reto máximo de la aplicación es estructurar adecuadamente las preguntas que se le tomarán a los alumnos y a su vez encontrar correctamente las respuestas a las preguntas que generó el sistema, para luego mediante el ingreso de las respuestas por voz de los alumnos, se pueda medir la comprensión lectora comparando la respuestas extraídas con las respuestas dictadas por el alumno.

Por otra parte, la Tabla 1 muestra como PISA establece 6 niveles de rendimiento y al momento que los alumnos son evaluados, se trata de ubicarlos en un nivel de rendimiento de acuerdo con el puntaje obtenido en sus pruebas aplicadas, a su vez, cada nivel de rendimiento abstrae las capacidades fundamentales y los procesos necesarios para poder dar una interpretación del rendimiento del alumno (Vexler et al., 2018).

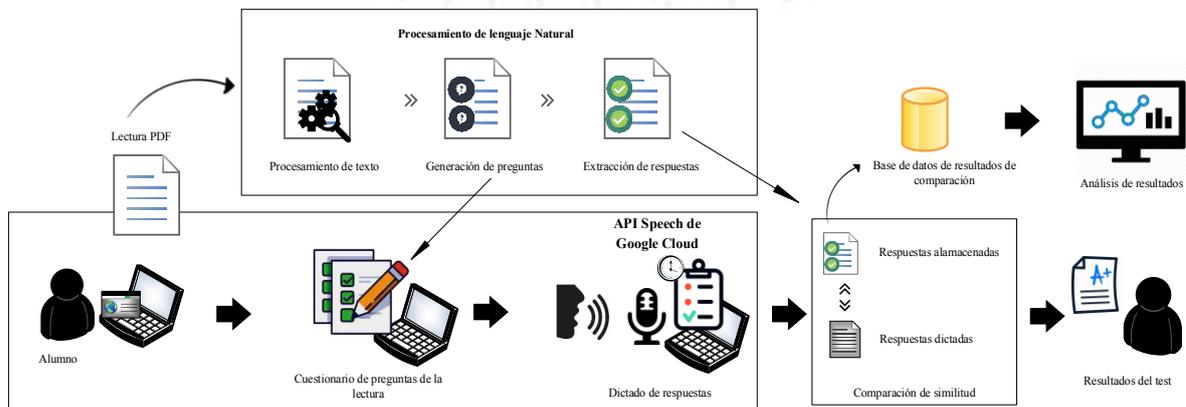
En cuanto a la evaluación, una vez generada las preguntas se muestra al alumno en un cuestionario y enseguida el alumno provee las respuestas por dictado de voz, teniendo un tiempo de 15 segundos, luego estas se guardan como texto. Después, las respuestas son almacenadas y comparadas con las respuestas extraídas por el sistema, estas se extraen al mismo tiempo en que se formulan las preguntas. La comparación se basa en buscar similitud de las palabras contenidas dentro de la respuesta transcrita de la grabación de voz con las respuestas almacenadas como respuesta en el banco de datos.

Por último, se realiza el análisis de similitud de respuestas obteniendo un porcentaje que representa cuánto se parece la respuesta brindada por el alumno a la extraída por el sistema, ya sea exacta o con sinónimos, utilizando un pequeño diccionario creado para el sistema que, con el uso y tiempo, irá creciendo y añadiendo más palabras a su léxico. Una vez validada la respuesta del sistema con la respuesta correcta otorgada por los profesores, se procesa cada pregunta para obtener un rendimiento del alumno y medir su comprensión lectora de acuerdo con la puntuación ajustada para la investigación de los niveles PISA.

En la figura 4.1, se muestra lo descrito en los párrafos anteriores.

Figura 4.1

Solución propuesta: Arquitectura de Software.



4.2 Recolección de datos

La recolección de datos de las variables de estudio como las notas de los test y la encuesta de experiencia de usuario están dados por encuestas orales bajo lineamientos del modelo TAM, es decir, en entrevistas directas personales con los alumnos (Gasca et al., 2015). La encuesta está definida con preguntas concretas para recolectar las variables utilidad, adaptabilidad e intención de uso, utilizadas más adelante para el sistema y previamente testeadas con algunos alumnos para validar el cuestionario (Torres et al., 2015).

La investigación seguirá las siguientes etapas: La primera etapa consiste en conseguir una medición inicial de la comprensión lectora que los profesores de las instituciones realizaron a los alumnos. La segunda etapa corresponde a la experimentación planteada en el presente documento. La tercera etapa se basa en la recolección y almacenamiento de todos los datos necesarios para el análisis. La cuarta etapa consiste en tomar encuestas a los alumnos para recolectar datos de la experiencia del usuario. Por último, se realiza la etapa de análisis de todos los datos recolectados para sacar conclusiones de la investigación.

1. Toma de pruebas iniciales por parte de los profesores a sus alumnos para datos iniciales de rendimiento en comprensión lectora.
2. Experimentación en los colegios con el software de la solución propuesta.
3. Recolección de notas de las pruebas tomadas a los alumnos.
4. Toma de encuestas de satisfacción del usuario sobre el sistema propuesto.
5. Análisis de datos de las pruebas y encuestas.

4.3 Procesamiento de Lenguaje Natural

Se utilizó el procesamiento del lenguaje natural para la transformación de voz a texto abstraído en la API Speech Recognition, donde todo lo que se dicta a través de un micrófono se plasma en un documento con formato .txt.

Utilizando la tecnología del procesamiento de lenguaje natural, se usa la sección del análisis sintáctico, donde se obtiene como resultado el texto ingresado de forma categorizada por las características y partes del lenguaje.

Las librerías utilizadas para realizar el proceso necesario para el sistema en Python es la de NLTK con el idioma español. Lo descrito se muestra en la figura 4.2.

Figura 4.2

Librerías e importaciones de paquetes Python.

```
import nltk
from spacy.lang.es import Spanish
from nltk import word_tokenize, pos_tag
nlp = Spanish()
```

Por otra parte, en **figura la 4.3** se muestra el código donde se pasa el texto por el análisis de procesamiento de lenguaje natural donde en primer lugar, se tokeniza las palabras y signos con “word_tokenize(text)” para determinar la clasificación de cada uno de estos con “pos_tag(tokens)”.

Figura 4.3

Código que tokeniza y clasifica cada parte del texto a través de NLP.

```

text_spanish = """Por los Locos. Los marginados. Los rebeldes. Los problematicos.
Los inadaptados. Los que ven las cosas de una manera distinta. A los que no les gustan
las reglas. Y a los que no respetan el "status quo". Puedes citarlos, discrepar de ellos,
ensalzarlos o vilipendiarlos. Pero lo que no puedes hacer es ignorarlos. Porque ellos
cambian las cosas, empujan hacia adelante la raza humana y, aunque algunos puedan
considerarlos locos, nosotros vemos en ellos a genios. Porque las personas que están
lo bastante locas como para creer que pueden cambiar el mundo, son las que lo logran."""

doc = nlp(text_spanish)

tokens = [token.text for token in doc]
print(tokens)

text = 'Hola mi nombre es lobo y voy a comerte.'
tokens = word_tokenize(text)
print(tokens)
print(pos_tag(tokens))

text = nltk.word_tokenize("""Por los Locos. Los marginados. Los rebeldes. Los problematicos.
Los inadaptados. Los que ven las cosas de una manera distinta. A los que no les gustan
las reglas. Y a los que no respetan el "status quo". Puedes citarlos, discrepar de ellos,
ensalzarlos o vilipendiarlos. Pero lo que no puedes hacer es ignorarlos. Porque ellos
cambian las cosas, empujan hacia adelante la raza humana y, aunque algunos puedan
considerarlos locos, nosotros vemos en ellos a genios. Porque las personas que están
lo bastante locas como para creer que pueden cambiar el mundo, son las que lo logran.""")
print (nltk.pos_tag(text))
    
```

Por último, se obtiene el siguiente resultado de la figura 4.4:

Figura 4.4

Resultado de clasificación.

```

[('Por', 'lo', 'locos', 'los', 'marginados', 'rebeldes', 'problematicos', 'inadaptados', 'que', 'ven', 'las', 'cosas', 'de', 'una', 'manera', 'distinta', 'A', 'los', 'que', 'no', 'les', 'gustan', 'las', 'reglas', 'Y', 'a', 'los', 'que', 'no', 'respetan', 'el', 'status', 'quo', 'Puedes', 'citarlos', 'discrepar', 'de', 'ellos', 'ensalzarlos', 'o', 'vilipendiarlos', 'Pero', 'lo', 'que', 'no', 'puedes', 'hacer', 'es', 'ignorarlos', 'Porque', 'ellos', 'cambian', 'las', 'cosas', 'empujan', 'hacia', 'adelante', 'la', 'raza', 'humana', 'y', 'aunque', 'algunos', 'puedan', 'considerarlos', 'locos', 'nosotros', 'vemos', 'en', 'ellos', 'a', 'genios', 'Porque', 'las', 'personas', 'que', 'están', 'lo', 'bastante', 'locas', 'como', 'para', 'creer', 'que', 'pueden', 'cambiar', 'el', 'mundo', 'son', 'las', 'que', 'lo', 'logran', '.')]
[('Hola', 'mi', 'nombre', 'es', 'lobo', 'y', 'voy', 'a', 'comerte', '.')]
[('Hola', 'NNP'), ('mi', 'NN'), ('nombre', 'NN'), ('es', 'NN'), ('lobo', 'NN'), ('y', 'IN'), ('voy', 'IN'), ('a', 'DT'), ('comerte', 'NN'), ('.', '.')]
[('Por', 'NNP'), ('los', 'NN'), ('locos', 'NN'), ('.', '.'), ('Los', 'NNP'), ('marginados', 'NN'), ('.', '.'), ('Los', 'NNP'), ('rebeldes', 'NNS'), ('.', '.'), ('Puedes', 'NNP'), ('citarlos', 'NN'), ('.', '.'), ('discrepar', 'NNP'), ('de', 'NN'), ('ellos', 'NN'), ('.', '.'), ('ensalzarlos', 'NNP'), ('o', 'NNP'), ('vilipendiarlos', 'NNP'), ('.', '.'), ('Pero', 'NNP'), ('lo', 'NN'), ('que', 'IN'), ('no', 'DT'), ('puedes', 'NNP'), ('hacer', 'NNP'), ('es', 'NNP'), ('ignorarlos', 'NNP'), ('.', '.'), ('Porque', 'NNP'), ('ellos', 'NN'), ('cambian', 'NNP'), ('las', 'NN'), ('cosas', 'NN'), ('empujan', 'NNP'), ('hacia', 'NNP'), ('adelante', 'NNP'), ('la', 'NNP'), ('raza', 'NNP'), ('humana', 'NNP'), ('y', 'NNP'), ('aunque', 'NNP'), ('algunos', 'NNP'), ('puedan', 'NNP'), ('considerarlos', 'NNP'), ('locos', 'NN'), ('.', '.'), ('nosotros', 'NNP'), ('vemos', 'NNP'), ('en', 'NNP'), ('ellos', 'NN'), ('a', 'NNP'), ('genios', 'NN'), ('.', '.'), ('Porque', 'NNP'), ('las', 'NNP'), ('personas', 'NNP'), ('que', 'NNP'), ('están', 'NNP'), ('lo', 'NNP'), ('bastante', 'NNP'), ('locas', 'NN'), ('como', 'NNP'), ('para', 'NNP'), ('creer', 'NNP'), ('que', 'NNP'), ('pueden', 'NNP'), ('cambiar', 'NNP'), ('el', 'NNP'), ('mundo', 'NNP'), ('.', '.'), ('son', 'NNP'), ('las', 'NNP'), ('que', 'NNP'), ('lo', 'NNP'), ('logran', 'NNP'), ('.', '.')]
    
```

Además, para poder validar la clasificación por la librería NLTK se utilizó la librería Stanza donde en el idioma español permite tener una clasificación del texto muy detallada, siendo el código el siguiente en figura 4.5.

Figura 4.5

Código de Clasificación de palabras y signos.

```

import stanza
stanza.download('es')
nlp = stanza.Pipeline('es')
doc = nlp("""Por los Locos. Los marginados. Los rebeldes. Los problematicos.
Los inadaptados. Los que ven las cosas de una manera distinta. A los que no les gustan
las reglas. Y a los que no respetan el "status quo". Puedes citarlos, discrepar de ellos,
ensalzarlos o vilipendiarlos. Pero lo que no puedes hacer es ignorarlos. Porque ellos
cambian las cosas, empujan hacia adelante la raza humana y, aunque algunos puedan
considerarlos locos, nosotros vemos en ellos a genios. Porque las personas que están
lo bastante locas como para creer que pueden cambiar el mundo, son las que lo logran.""")

print(doc)
print(doc.entities)
    
```

Dando como resultado lo siguiente en la figura 4.6.

Figura 4.6

Resultado del código en la figura 4.5.

```

    },
    {
      "id": 23,
      "text": "vemos",
      "lemma": "ver",
      "upos": "VERB",
      "feats": "Mood=Ind|Number=Plur|Person=1|Tense=Pres|VerbForm=Fin",
      "head": 3,
      "deprel": "conj",
      "start_char": 440,
      "end_char": 445,
      "ner": "0"
    },
    {
      "id": 24,
      "text": "en",
      "lemma": "en",
      "upos": "ADP",
      "head": 25,
      "deprel": "case",
      "start_char": 446,
      "end_char": 448,
      "ner": "0"
    },
  ],
  {
  }
}

```

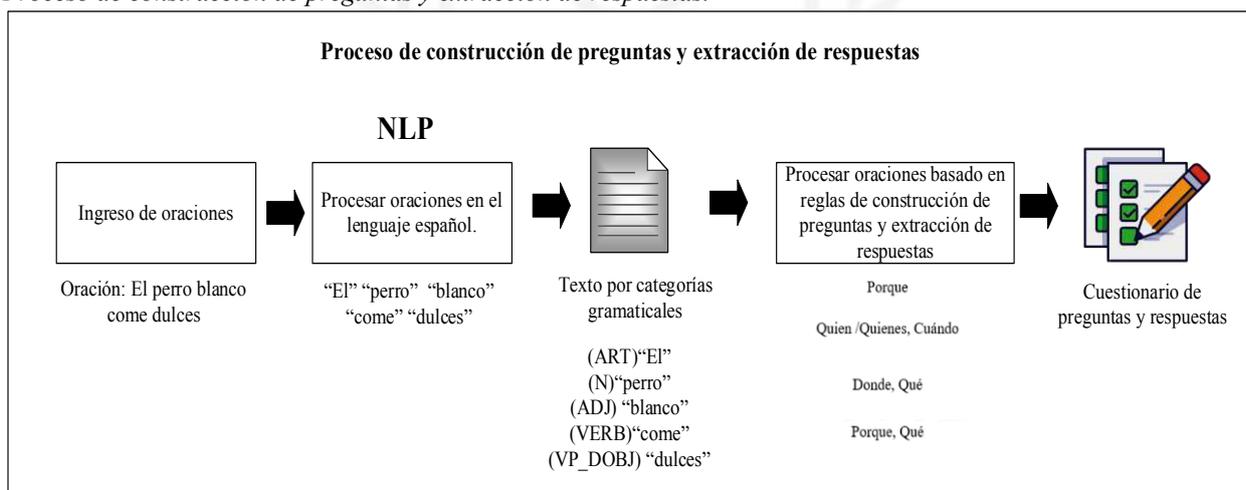
Una vez sabiendo la estructura clasificada semánticamente por oración del texto completo, solo se pasan a las reglas de construcción de preguntas donde se tiene una forma determinada fija para acomodar las palabras de acuerdo con el tipo de pregunta.

En ese sentido, se le muestra una lectura en PDF al alumno y el texto es procesado. Luego, el sistema se encarga de generar las preguntas, basadas en reglas fijas, y extraer las respuestas. Por último, se muestra el cuestionario elaborado a los alumnos para medir su comprensión lectora.

En la **figura 4.7**, se muestra el proceso de análisis del texto donde se ingresa oración por oración que componen el texto completo al procesamiento de lenguaje natural con el fin de identificar su categoría gramatical, es decir, se obtiene como resultado las oraciones categorizadas gramaticalmente para poder saber que componente de la oración pertenece cada palabra para luego ser procesado cada una de las partes según las reglas de construcción de preguntas para los tipos “¿POR QUÉ?”, “¿QUIÉN?/¿QUIÉNES?”, “¿CUÁNDO?”, “¿DÓNDE?” y “¿QUÉ?”.

Figura 4.7

Proceso de construcción de preguntas y extracción de respuestas.



4.4 Reconocimiento de voz a texto

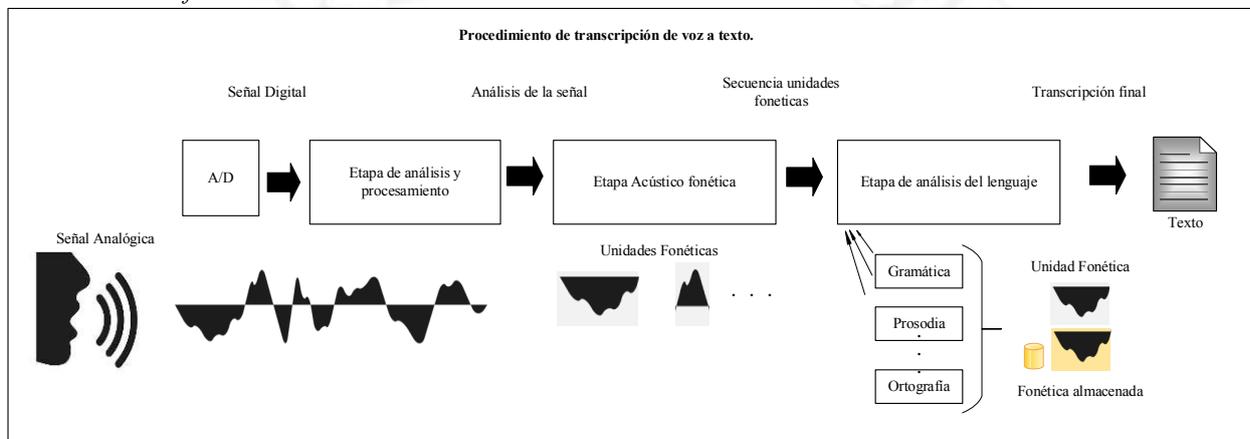
La API Speech de Google Cloud brinda la posibilidad de convertir audios de distintas duraciones a textos completos, aplicando estructuras y herramientas como son las redes neuronales, haciendo más sencilla su implementación. Además, la herramienta permite que mediante una de sus ventajas tecnológicas como el dictado por voz también se puede transcribir en tiempo real lo que los usuarios hablan al micrófono (Jurafsky y H. Martin, 2020).

En la investigación, se usa el siguiente proceso que inicia con la etapa de experimentación, es decir, cuando el alumno brinda la respuesta por voz. El computador recibe la señal de audio transformándola a digital.

Luego, la señal digitalizada se compara en cuanto acústica y fonética a los ejemplos de la librería de Speech recognition en el idioma español. Después, se identifican los componentes del lenguaje como son la gramática, prosodia, ortografía, etc. Por último, se transcribe cada palabra identificada a texto. En la **figura 4.8**, se muestra lo descrito en el párrafo.

Figura 4.8

Proceso de transformación de voz a texto.



4.4 Comprensión Lectora

En la investigación, las preguntas que se proponen estructurar corresponden a los tipos “¿POR QUÉ?”, “¿QUIÉN?/¿QUIÉNES?/¿CUÁNDO?”, “¿DÓNDE?” y “¿QUÉ?”, los cuales miden la comprensión lectora de los textos.

Los textos introducidos varían en cantidad total de oraciones que lo componen y en complejidad basado en indicadores de comprensión lectora que hacen que el alumno active las capacidades necesarias para poder ubicarlo en un nivel PISA.

Los indicadores se pueden observar en la Tabla 3.2. En la Tabla 4.1, se muestra las preguntas clasificadas por dimensión, siendo la dimensión de comprensión literal y comprensión crítica y profunda como complejas; y la reorganización de la información junto con la comprensión inferencial, las menos complejas.

Tabla 4.1*Pregunta por dimensión de comprensión lectora.*

DIMENSIÓN	TIPO DE PREGUNTA
COMPRESIÓN LITERAL	¿POR QUÉ?
REORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	¿QUIÉN/ QUIÉNES?, ¿CUÁNDO?
COMPRESIÓN INFERENCIAL	¿DÓNDE?, ¿QUÉ?
COMPRESIÓN CRÍTICA Y PROFUNDA	¿POR QUÉ ?, ¿QUÉ?

Nota. Adaptado del Ministerio de educación Evaluación PISA 2015. Resultados Perú, 2017, Lima. (http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Informe-PISA-2015_ALTA.pdf)

En la Tabla 4.2, se muestran las reglas de creación de las preguntas y lo que se busca en las oraciones, con el fin de construir las preguntas.

Tabla 4.2*Reglas para construcción de preguntas.*

TIPO DE PREGUNTA	FORMA DE IDENTIFICARLO
¿QUÉ?	<p>Buscar determinante artículo femenino en el SN principal.</p> <p>Si no se encuentra, entonces se busca dentro del SN el grupo Nominal.</p> <p>Buscar dentro del Grupo nominal el nombre(núcleo).</p> <p>Si el nombre tiene la propiedad de ser un sustantivo común, entonces es una pregunta del tipo.</p>
¿QUIÉN/ QUIÉNES?	<p>Buscar si el SN está a la izquierda del grupo verbal y si hay conjunción.</p> <p>Buscar si hay un determinante artículo masculino o un determinante posesivo masculino.</p> <p>Si no se encuentra ninguno de los anteriores, entonces se debe buscar dentro del SN el grupo nominal.</p> <p>Buscar dentro del Grupo nominal el nombre(núcleo) si hay un sustantivo propio.</p>
¿CUÁNDO?	<p>Buscar si en la sentencia hay una fecha de cualquier tipo.</p>
¿DÓNDE?	<p>Buscar si existe complemento circunstancial de lugar que empiece en su primer elemento con una preposición.</p>
¿POR QUÉ?	<p>Buscar en la sentencia causa y efecto identificando el verbo e identificando la misma palabra por qué.</p>

Nota. Adaptado de Generación de preguntas sobre un texto por Alfaro, D, 2016, Universidad del País Vasco. (https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/19434/MemoriaPFG_DanielAlfaro.pdf?sequence=2&isAllowed=y.)

En la **figura 4.9**, se muestra un ejemplo de sentencias donde después de un análisis sintáctico y morfológico de la oración, se crean preguntas a partir de un sintagma nominal, seguido por un grupo verbal, asimismo, la respuesta es extraída al mismo tiempo localizando la información de la respuesta a la pregunta creada.

Figura 4.9

Proceso de transformación de voz a texto. SN: Sintagma nominal. Definido por palabras que tienen como núcleo un sustantivo, un pronombre o una palabra sustantivada.

Sentencias	Análisis rápido	Pregunta	Respuesta
Los almorávides iniciaron las hostilidades el 14 de octubre.	SN Los almorávides GRUP.VERB iniciaron SN las hostilidades SN el 14 de octubre FP .	¿Cuándo iniciaron las hostilidades los almorávides?	El 14 de octubre.
La batalla acabó sin muchas bajas.	SN la batalla GRUP.VERB acabó SP sin muchas bajas FP .	¿Qué acabó sin muchas bajas?	La batalla.
El gobernante búlgaro, Simeón, era un hombre sabio y capaz, con un espíritu inquieto e insaciable.	SN El gobernante búlgaro, Simeón , GRUP.VERB era SN un hombre sabio y capaz , con un espíritu inquieto e insaciable FP .	¿Quién era un hombre sabio y capaz, con un espíritu inquieto e insaciable?	El gobernante búlgaro, Simeón.
Constantino y su ejército estaban persiguiendo algunos sármatas que habían cruzado el río Danubio al territorio de Licinio.	SN Constantino y su ejército GRUP.VERB estaban persiguiendo SN algunos sármatas que habían cruzado el río Danubio al territorio de Licinio FP .	¿Quiénes estaban persiguiendo algunos sármatas que habían cruzado el río Danubio al territorio de Licinio?	Constantino y su ejército.
El 3 de febrero fue la fecha que acabó la guerra.	SN El 3 de febrero GRUP.VERB fue SN la fecha que acabó la guerra	¿Cuándo fue la fecha que acabó la guerra?	El 3 de febrero.

Nota. Obtenido de Generación de preguntas sobre un texto por Alfaro, D, 2016, Universidad del País Vasco.

(https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/19434/MemoriaPFG_DanielAlfaro.pdf?sequence=2&isAllowed=y.)

Por otra parte, de la Tabla 4.2, cabe agregar con respecto a las configuraciones de construcción de preguntas lo siguiente:

¿QUÉ?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país.

Configuración detección: DETERMINANTE FEMENINO EN EL SINTAGMA NOMINAL A LA IZQUIERDA DEL GRUPO VERBAL.

Condición: Existe determinante en femenino al inicio de la oración.

Forma: ¿QUÉ + NOMBRE (NÚCLEO) + VERBO + GRUPO VERBAL?

Alcance: Si no se encuentra un nombre dentro del grupo nominal la sentencia no es del tipo Que, en otros casos tienen que cumplir exactamente con la regla de forma.

Extracción de respuesta: NOMBRE (NÚCLEO) + SINTAGMA NOMINAL

¿Qué sucedió en el año 4 en el país?

¿QUIÉN / QUIÉNES?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país porque no se pusieron de acuerdo los generales.

Configuración detección: BUSCAR CONJUNCIÓN EN EL SINTAGMA NOMINAL.

Condición: Existe pronombre seguido de un sintagma nominal de persona.

Forma: ¿QUIÉNES + VERBO + SINTAGMA NOMINAL + GRUPO VERBAL?

Alcance: Se debe cumplir estrictamente la regla de forma.

Extracción de respuesta: PRONOMBRE + NÚCLEO DEL SINTAGMA NOMINAL

¿Quiénes no se pusieron de acuerdo?

¿CUÁNDO?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país porque no se pusieron de acuerdo los generales.

Configuración de detección: BUSCAR CUALQUIER INDICATIVO DE FECHA.

Condición: Existe pronombre seguido de un sintagma nominal de persona.

Forma: ¿CUÁNDO + VERBO + SINTAGMA NOMINAL?

Alcance: Estrictamente a la forma estipulada.

Extracción de respuesta: FECHA

¿Cuándo sucedió la batalla de emancipación?

¿DÓNDE?

Oración: La Batalla de emancipación ocurrió en el desierto del pueblo.

Configuración de detección: COMPLEMENTO CIRCUNSTANCIAL DE LUGAR.

Condición: Buscar complemento circunstancial de lugar con primer elemento de preposición diferente de una fecha.

Forma: ¿DÓNDE + VERBO + SINTAGMA NOMINAL?

Alcance: Estrictamente como lo estipula la forma.

Extracción de respuesta: LUGAR

¿Dónde ocurrió la batalla de emancipación?

¿POR QUÉ?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país porque no se pusieron de acuerdo.

Configuración de detección: COMPLEMENTO DE EXPLICACIÓN.

Condición: Existe complemento circunstancial explicativo.

Forma: ¿POR QUÉ + VERBO + SINTAGMA NOMINAL?

Alcance: Estrictamente como lo estipula la forma.

Extracción de respuesta:

¿Por qué sucedió la batalla de emancipación?

4.5 Gamificación

En la Tabla 4.3, según PISA (2018), se muestran las puntuaciones ajustadas de los puntajes PISA a puntajes de 0 a 20 para la solución propuesta, con el fin de hacer más asequible la forma de puntuación de la solución.

Por otra parte, en la solución propuesta se utiliza la gamificación de la forma en que, si los alumnos consiguen notas por encima de 15, se le da la posibilidad de cambiar de texto y seguir realizando la dinámica de juego las veces que deseen con un poco más de nivel de lectura.

En ese sentido, se utilizó la dinámica de logro dando a los alumnos los textos y de conseguir una nota aprobatoria, podría decirse que lograron sus objetivos de lectura de acuerdo con su correspondencia en el nivel ajustado PISA.

Además, la mecánica empleada fue de desafíos, planteándose una nota aprobatoria en general mayor a 15. Por último, se utilizó componentes de límite de tiempo, siendo 20 minutos de lectura, 2 niveles de lectura que ponen a prueba a los alumnos y puntos que son recompensas por aprobar los cuestionarios.

Tabla 4.3

Tabla de ajuste de puntuación por nivel de rendimiento.

NIVEL	PUNTUACION	AJUSTE
6	669	18-20
5	607	16 y 17
4	545	14 y15
3	482	12 y 13
2	420	11
LÍNEA BASE DE APRENDIZAJE		
1A	358	
1B	-	menor igual 10
1C	-	

Nota. Adaptado del Ministerio de educación Evaluación PISA 2015. Resultados Perú, 2017, Lima. (http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Informe-PISA-2015_ALTA.pdf)

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados de la experimentación

Se estableció un estado inicial basado en una prueba de inicio de las lecturas con preguntas y respuestas sacadas por los profesores, con el fin de obtener resultados del rendimiento actual de los alumnos. Por otra parte, fueron 3 pruebas tomadas por los profesores, dándose en un lapso de 3 meses, con el fin de observar los resultados en el tiempo de los alumnos y poder obtener un rendimiento inicial, lo más cercano a la realidad.

En la investigación, se utiliza el resultado de la prueba final porque los profesores de la institución proporcionaron los cuestionarios y recolectaron las notas, observando que la calificación de comprensión lectora obtenida durante las pruebas iniciales era el mismo o similar con ligeras variaciones entre ellas. Luego de 1 semana, los alumnos volvieron a dar la prueba a través del sistema, mostrándoles cuestionarios de 5 preguntas con el objetivo de medir sus capacidades lectoras.

Además, se toman los niveles de calificación de PISA 2018, donde muestran una clasificación de acuerdo con el puntaje.

En la 5.1, se muestran los niveles y clasificación, así como también su descripción. Además, se muestra el ajuste de la puntuación PISA 2018 y las notas que el sistema maneja para poder dar la misma puntuación. Estos ajustes fueron realizados por los profesores de las instituciones implicadas llegando a acuerdos para poder realizar un marco de calificación para el sistema.

Tabla 5.1

Clasificación según nivel de comprensión lectora y su ajuste para la investigación.

Nivel	Descripción	Puntuación	Ajuste
6	Los alumnos infieren, comparan y hacen contrastes con precisión y análisis de diversos textos, además, poder comprender ideas nuevas provenientes de diversas fuentes de información y a su vez evaluar críticamente textos complejos y brindar puntos de vistas, posiciones y análisis.	669	18-20
5	Los alumnos pueden inferir información relevante, también pueden comprender textos pocos familiares y crear conceptos contrario y expectativas. Pueden elaborar críticas e hipótesis.	607	16 y 17
4	Los alumnos pueden organizar datos y formular significados de matices del lenguaje en diferentes contextos.	545	14 y 15
3	Los alumnos pueden entrelazar y adherir muchas partes del texto con el fin de encontrar ideas principales tomando en cuenta diversos criterios e infiriendo diversos datos. Pueden realizar conexiones, relaciones y análisis sobre el texto basándose en conocimiento poco frecuente.	482	12 y 13
2	Los alumnos pueden reconocer datos e inferir otros a partir de comparaciones y relaciones para reconocer la idea principal de los textos. También pueden conectar el texto con conocimiento previo y experiencia personal.	420	11
Línea base de aprendizaje			
1a	Los alumnos pueden ubicar muchos datos que se encuentran escondidos o que son para inducir con el fin de reconocer el propósito del texto.	358	Menor igual a 10
1b	Los alumnos pueden ubicar 1 dato explícito y notorio dentro del texto y establecer relaciones sencillas.	-	
1c	Los alumnos son incapaces de realizar tareas del nivel 1 en general.	-	

Nota. Adaptado del Ministerio de educación Evaluación PISA 2015. Resultados Perú, 2017, Lima. (http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Informe-PISA-2015_ALTA.pdf)

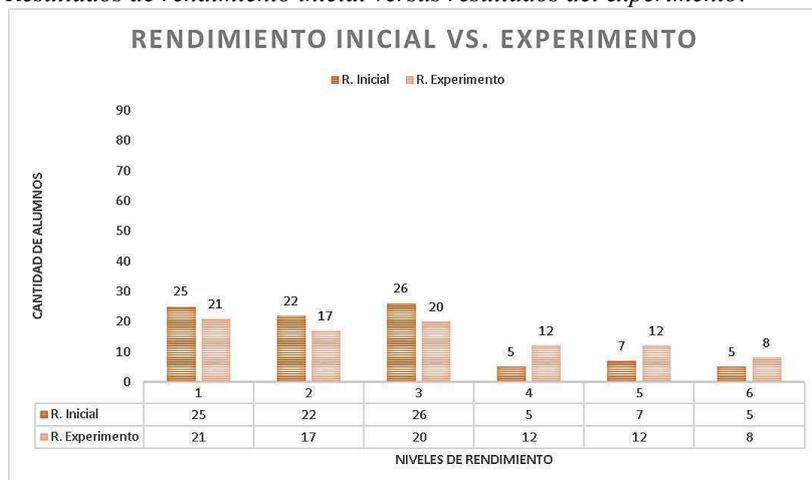
En la figura 5.1, se muestran los resultados del nivel de rendimiento inicial de los 90 alumnos de las muestras correspondientes al examen realizado por los profesores para medir la comprensión lectora versus la medición de comprensión lectora de la aplicación del experimento, tomado 3 meses después de la prueba inicial.

La clasificación por nivel de comprensión lectora está dada por la nota que sacan los alumnos en la prueba, ubicándolos de acuerdo con el ajuste de la Tabla 9. Se puede observar que en los niveles 1, 2 y 3 de rendimiento, tanto en la prueba inicial como en el experimento, se llega a alcanzar a medir la capacidad lectora en 84%, 77,2% y 76,9% respectivamente con notas de 21, 17 y 20, con un umbral de 25, 22 y 26. Desde el nivel 4 al 6, se observa el aumento de la cantidad de alumnos calificados por el experimento erróneamente a la prueba inicial, es decir, hay más alumnos en los niveles de rendimiento 4, 5 y 6 que los que deberían, siendo su rendimiento verdadero 1 antes o 1 después del que se midió en el experimento. En el nivel 4, se tiene a 7 alumnos erróneamente clasificados en su nivel de rendimiento, en el nivel 5 se tiene a 5 alumnos clasificados erróneamente y en el nivel 6 se tiene a 3 alumnos clasificados erróneamente.

Cabe resaltar que se consiguió medir la capacidad lectora de los mismos alumnos que pertenecen a un nivel, teniendo pequeños errores de 1 a 6 niños, que máximo representan el 24% de detección errónea.

Figura 5.1

Resultados de rendimiento inicial versus resultados del experimento.



En la figura 5.2, se observa que las preguntas de tipo ¿QUÉ?, ¿POR QUÉ? y ¿QUIÉN?/¿QUIÉNES? son las más generadas por el software, el cual se debe a la estructura de los textos que son continuos. Por lo tanto, se generan preguntas conceptuales con unas reglas de construcción fijas, que se encuentra en casi todos los textos y redacciones de libros, cuentos, etc., por ejemplo:

¿QUÉ?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país.

Condición: Existe determinante en femenino al inicio de la oración.

Forma: ¿QUÉ + VERBO + GRUPO VERBAL?

¿Qué sucedió en el año 4 en el país?

¿POR QUÉ?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país porque no se pusieron de acuerdo.

Condición: Existe complemento circunstancial explicativo.

Forma: ¿POR QUÉ + VERBO + SINTAGMA NOMINAL?

¿Por qué sucedió la batalla de emancipación?

¿QUIÉN / QUIÉNES?

Oración: La Batalla de emancipación sucedió en el año 4 en el país porque no se pusieron de acuerdo los generales.

Condición: Existe pronombre seguido de un sintagma nominal de persona.

Forma: ¿QUIÉNES + VERBO + SINTAGMA NOMINAL + GRUPO VERBAL?

¿Quiénes no se pusieron de acuerdo?

Además, se trató de tener textos correctamente estructurados, sin errores gramaticales ni errores de algún tipo que interfirieran con el análisis, por lo que las preguntas son elaboradas correctamente en la mayoría de los casos.

Figura 5.2

Porcentajes de tipo de preguntas generadas según tipo de prueba.



Se le muestra al alumno 5 preguntas, donde para la investigación tienen que ser lógicas, como, por ejemplo: en la figura 5.3, podemos observar las 5 preguntas creadas correctamente y que contienen sentido lógico.

Figura 5.3

Cuestionario de preguntas creadas por el sistema.

Seminario de Tesis 2		Evaluación de comprensión de lectora
Inicio	Bienvenido, Responda las siguientes preguntas dando clic en el botón play, tiene 10 segundos por pregunta	
Visualizar PDF	Pregunta 1 : Que murmuro la tercera? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Preguntas y Respuestas	Pregunta 2 : Porque el poderoso rey habia dejado de serio? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Procesar Información	Pregunta 3 : Quien tenia tres hermosas hijas? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Ver Resultados	Pregunta 4 : Quien convoco a toda la corte? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Salir	Pregunta 5 : Porque el rey monto en colera? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	

Antony Espinoza

Por otra parte, en la figura 5.4, podemos observar preguntas incorrectamente estructuradas con símbolos que obstruyen la legibilidad de lectura, que en algunos casos hace no comprender la pregunta, carecer de sentido lógico o se muestran con errores gramaticales.

Figura 5.4

Cuestionario de preguntas con errores de construcción.

Seminario de Tesis 2		Evaluación de comprensión lectora
Inicio	Bienvenido, Responda las siguientes preguntas dando clic en el botón play, tiene 10 segundos por pregunta	
Visualizar PDF	Pregunta 1 : Quien le habia hecho la prohibición? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Preguntas y Respuestas	Pregunta 2 : Que empezé a ver en el piso? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Procesar Información	Pregunta 3 : Llave de dos guardamuebles, vajilla de oro y plata, y estuches de? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Ver Resultados	Pregunta 4 : Como abríϕ la puerta del gabinete? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	
Salir	Pregunta 5 : Cuantas hijas hermosísimas tenia? Respuesta: <input type="button" value="▶"/>	

Antony Espinoza

En la figura 5.5, se muestran los resultados de las preguntas correctamente estructurados por el software. Además, se puede decir que en las pruebas realizadas, 4 de 5 preguntas fueron en su mayoría de casos correctamente estructuradas. Además, las preguntas generadas comparadas con las posibles extraídas por los profesores de ¿DÓNDE?, ¿QUIÉN?/¿QUIÉNES?, ¿QUÉ?, ¿CUÁNDO? y ¿POR QUÉ? Tienen una concordancia en promedio de las 3 pruebas del 99,6%, 94,6%, 93,3%, 33,3% Y 94%, respectivamente.

Figura 5.5

Resultados de las preguntas correctamente estructuradas de las pruebas.



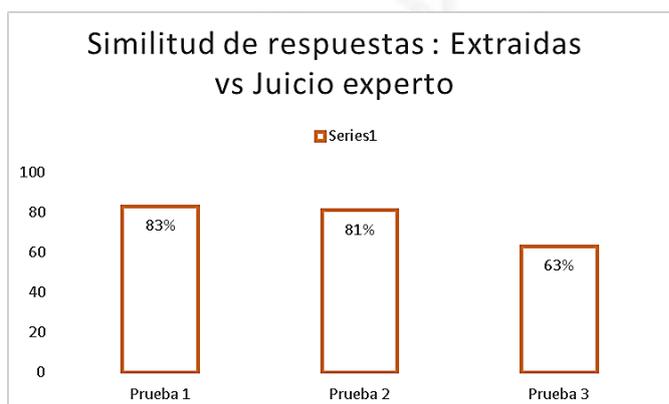
5.2. Similitud de respuestas

El proceso de comparación de respuestas se da cuando previamente el sistema extrae la respuesta a una pregunta para almacenarla. Luego, cuando el alumno habla por voz la respuesta, tanto la oración almacenada y la respuesta como la transcripción del dictado por voz que brinda el alumno, se comparan en palabras similares oración por oración.

En la **figura 5.6**, se muestra el resultado de similitud de las respuestas brindadas por los profesores, que a su juicio son correctas versus a las extraídas por el texto en cada prueba, siendo en la primera un promedio de 83% de similitud. Luego, después de 1 semana en la prueba 2, se obtiene un promedio de 81% de similitud. Por último, se consigue 63% de similitud en la prueba 3, también después de 1 semana.

Figura 5.6

Resultados del MATCH de respuestas.

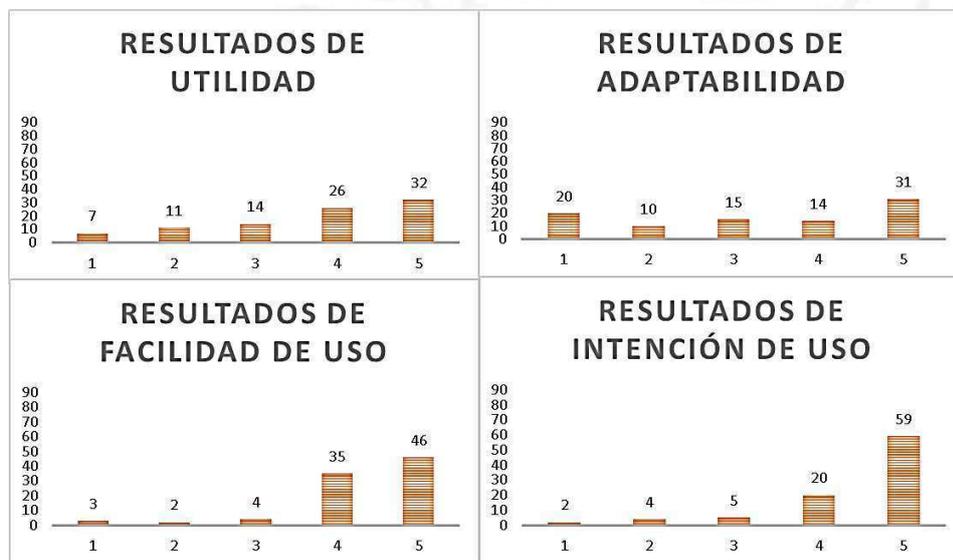


En la figura 5.7, se muestran los resultados de la encuesta a los alumnos después de las pruebas del sistema propuesto. Las encuestas están basadas en el modelo TAM utilizado en investigaciones similares, donde los alumnos contestan en base a una escala del 1 al 5 donde: 1 es muy desacuerdo y 5 significa muy de acuerdo [10]. Ver el Anexo A.

Además, se puede observar que el 80% de alumnos ven de mucha utilidad el sistema propuesto, asimismo, que al 94,4% de los alumnos les resultó fácil la resolución de los cuestionarios y uso del sistema, pudiéndose adaptar el 66,6% rápidamente. Por último, el 93,3% de alumnos tienen la intención de usar el sistema propuesto porque es muy aceptable.

Figura 5.7

Resultados de encuestas.



5.3. Discusión

La investigación evaluó la factibilidad de estructurar preguntas a partir de un texto. Además, se extrajeron las respuestas de cada pregunta, pero todo lo mencionado se realizó para una muestra específica de alumnos en cuanto a edad y grado. Se debe tener en cuenta en la dosificación de la dinámica la edad cronológica para que los niños puedan aprender divirtiéndose en futuras investigaciones y ampliaciones de muestra.

Realizadas las pruebas, se comprobó que el nivel de rendimiento de los alumnos, comparando los resultados iniciales versus los resultados del experimento, revelaron que algunos alumnos mejoraron su rendimiento académico. Esto debido a que, los textos empleados y la dinámica ejecutada fueron más atractivas para los alumnos, pudiendo acrecentar la capacidad lectora. Sin embargo, ya que se busca medir la capacidad lectora de los alumnos, es decir, que los resultados de la realidad puedan ser similares por el sistema, al conseguir leves mejoras en algunos alumnos con un resultado muy favorable porque el software no solo puede servir para medir la capacidad lectora sino también mejorarla.

Por otra parte, se pudo observar que los alumnos ven de mucha utilidad el sistema propuesto porque pueden mejorar una capacidad fundamental. Además, a muchos les resultó fácil el desenvolvimiento en las pruebas, debido a que el software está construido por fases que hacen más sencillo mostrar el contenido y lo que se busca obtener del alumno, logrando que ellos se adapten rápidamente y pueden resolver las pruebas mostradas. Por último, la intención de los alumnos de usar el sistema propuesto es muy aceptable, ya que les resultó agradable la experiencia de una prueba por computadora y por voz.

A pesar de que, en las preguntas y respuestas obtuvieron más del 90% de aciertos tanto en generación de estructura lógica como en el match de respuestas respectivamente, durante las pruebas efectuadas se tuvo que refrescar la generación de preguntas para poder obtener otras más adecuadas y entendibles bajo un umbral de por lo menos 1 pregunta errada, con posibilidad de refresco para que la evaluación sea válida. Además, se pudo observar que las preguntas correctamente estructuradas superan la mitad del total. Por lo tanto, al emplear mejores reglas de generación, se podrá aumentar el porcentaje de correctos estructurados.

Se observó que las preguntas del tipo ¿QUÉ?, ¿POR QUÉ? y ¿QUIÉN?/¿QUIÉNES? son las más generadas por el software. Esto se debe a que, la estructura para formularlas es un poco más sencilla y abundan en un texto narrativo. En primer lugar, las preguntas tipo “¿QUÉ?”, las cuales se generaron más veces, son debido a que las formas del verbo más conjunción en femenino aparecen en los textos de manera explícita, por lo que, al detectar el tipo de pregunta mencionada, al sistema le resulta rápido de estructurar. En segundo lugar, el tipo de preguntas “¿POR QUÉ?” que se generaron, son las que aparecen explícitamente la palabra “porque” más la explicación ligada. Por último, las preguntas “¿QUIÉN?/¿QUIÉNES?”, que más se generaron, son debido a que la forma pronombre ligado a sintagmas nominales de persona aparecen explícitamente en los textos.

En ese sentido, las coincidencias alcanzadas de respuestas se refieren a la comparación entre las respuestas extraídas con las dictadas y en cuanto se parecen, abstrayendo sinónimos y formas de la palabra, obteniendo en promedio 82% en las pruebas con textos simples, debido al manejo de palabras más fáciles y 63% en promedio, en textos complejos debido a la complejidad de narración, palabras, oraciones, etc.

Si bien es cierto que la investigación pudo cumplir con su objetivo general, que consiste en elaborar una aplicación basada en PISA capaz de medir la comprensión lectora a través de preguntas elaboradas por el sistema con ayuda del procesamiento de lenguaje natural para su creación y captación de las respuestas a través de la voz, cabe agregar que el aprendizaje de cualquier capacidad se da en un lapso de tiempo y es una variable fundamental que considera e implica diversos aspectos como el ritmo de aprendizaje de los niños, culturas escolares, conocimientos, compromiso, etc. (Cárdenas y Guamán, 2013). Los aspectos antes mencionados afectan constantemente el desenvolvimiento de las capacidades en los niños, haciendo que el aprendizaje se de en un lapso corto o largo de tiempo. Por ello, a pesar de obtener resultados concluyentes para la investigación, no cabe duda de que para obtener mejores resultados de la capacidad de comprensión lectora, se tiene que obtener una metodología constante que permita al alumno afianzar todos los conocimientos aprendidos de manera incremental y perdurable (González, 2003).

Por otra parte, se comprobó la medición de comprensión lectora en ciertos alumnos y que estos vieron el proceso dinámico atractivo, haciendo que al procesar la información de los textos mostrados pongan a prueba sus capacidades y den su apoyo constante en cada prueba. Además, se puede concluir que gracias a que los alumnos percibieron un ambiente tecnológico y una nueva forma de enseñanza con el uso de las tecnologías de información, hace que perciban mejor la importancia de la educación y la comprensión de textos para el desarrollo futuro de los alumnos.

El estudio reveló que el sistema propuesto es una herramienta sumamente provechosa en el proceso de enseñanza, creando en conjunto una metodología y otras herramientas que potencien su función de una manera adecuada, rápida e interactiva de entregar información y conocimiento a los alumnos. Las encuestas basadas en el modelo TAM utilizado en la investigación revelan sobre el sistema que los alumnos ven de mucha utilidad el sistema propuesto, siendo el 64,4% de alumnos de acuerdo. Además, que a muchos les resultó fácil el manejo del sistema, con un porcentaje del 90% y que pudieron adaptarse rápidamente a las dinámicas planteadas con un porcentaje del 50%, lo cual genera una alta intención de los alumnos de usar el sistema propuesto a futuro, de igual porcentaje de acuerdo con el 87,7%. Los resultados demuestran que el sistema es de gran utilidad en situaciones que se requiere refuerzos en la enseñanza y para la investigación planteada en situaciones donde se mide la competencia lectora de los alumnos.

Por último, los resultados obtenidos de la investigación fueron favorables, pudiendo demostrar los objetivos planteados. El estudio tiene importancia debido a que busca dar solución a uno de los problemas de mayor importancia en la educación y sobre una de las competencias fundamentales que adolecen los niños. Además, los resultados pueden dar un umbral para poder replicarse en otras situaciones de mayor índole, considerando más variables que afecten el rendimiento e implementando nuevas mecánicas al juego establecido por el sistema tutor inteligente.

6. CONCLUSIONES

Como conclusiones de la presente investigación, se pudo comprobar, en primer lugar, que la técnica empleada como la transformación de voz a texto ayudó a la herramienta propuesta a captar las respuestas de los alumnos en el 95% de las veces, esto debido a que el speech recognition, que fue la herramienta que se usó para realizar tal proceso, contiene un diccionario de palabras en español enriquecido y actualizado. Sin embargo, aún la transformación no fue del 100%, debido a que existe en el proceso del habla dialectos y sociolectos, es decir, maneras de hablar de las personas que no se abstraen en un diccionario común universal, pero con la debida asistencia a los alumnos en las formas de contestar se puede obtener resultados deseados.

La dinámica didáctica de mostrar de manera atractiva los cuentos narrativos con imágenes y con un sistema de premios tiene un gran impacto en cuanto a mejora del rendimiento de capacidades. La investigación evaluó la factibilidad de determinar y mejorar el nivel de comprensión lectora de un alumno mediante pruebas progresivas con relación a un estándar establecido en una aplicación autónoma, consiguiendo resultados favorables que permitieron a los alumnos poder desenvolver capacidades lectoras de mejor manera, debido a que se sienten motivados al aprendizaje.

Por último, es factible crear preguntas mediante el uso del procesamiento de lenguaje natural para evaluar la comprensión lectora, obteniendo como resultados que en más del 50% de las pruebas a los alumnos se estructuraron las preguntas correctamente y en total más del 90% las preguntas son estructuradas lógicamente, es decir, que las preguntas no carecen de sentido lógico, semántico o error gramatical. Además, es factible la extracción de respuestas a preguntas autogeneradas, debido a que las respuestas extraídas de los textos en respuesta a las preguntas durante la investigación fueron en su mayoría muy similares a las respuestas que los alumnos proporcionaban por voz, siendo en total más del 70% de similitud.

7. TRABAJOS FUTUROS

Los resultados obtenidos de la investigación fueron favorables, pudiendo demostrar los objetivos planteados. El estudio tiene importancia porque busca dar solución a uno de los problemas de mayor importancia en la educación y sobre una de las competencias fundamentales que adolecen los niños.

Los resultados pueden dar un umbral para poder replicarse en otras situaciones de mayor índole, considerando más variables que afecten el rendimiento de comprensión lectora e implementar nuevas mecánicas que acrecientan la utilidad del sistema. Por ello, como trabajo futuro queda agregar más dinámicas de gamificación con el fin de fortalecer el software, ya que la investigación revela que los alumnos están más asertivos al aprendizaje con juegos tecnológicos, solo utilizando una gamificación que consiste en premiar al alumno con nuevos textos según la nota que saquen, por lo que al aumentar variables como dificultad de texto, complejidad de entendimiento para aplicaciones futuras y desarrollar un análisis más exhaustivo podrían revelar más resultados que no se escriben en este artículo, con el fin de no solo medir la comprensión lectora sino también de mejorarla en el puntaje de nivel o en sus indicadores que lo componen.

Por otra parte, la estructuración de las preguntas se realizó con la ayuda de un conjunto de reglas fijas que usamos al momento de estructurar oraciones. Por lo tanto, mientras más reglas podamos abstraer mejor será la estructuración. Se recomienda para trabajos futuros abstraer reglas fijas y dinámicas, es decir, sumar modelos que puedan adaptarse a los diferentes tipos de textos y de situaciones gramaticales, con el fin de lograr que la aplicación mejore su rendimiento al elaborar preguntas y extraer respuestas.

Además, se recomienda abstraer reglas que puedan combinar en un futuro sinónimos o frases parecidas para que el sistema pueda abarcar con más exactitud la similitud de respuestas y crear preguntas enriquecidas de varios niveles de comprensión lectora. Sin embargo, de la presente investigación en cuanto a la extracción de respuestas, en muchos casos se obtuvo problemas con los sinónimos de las palabras, debido a que en muchos casos los alumnos y las personas en general expresamos ideas de diferentes maneras con distintas palabras. En un trabajo a futuro y como recomendación a futuras investigaciones, es posible mejorar la extracción de respuestas añadiendo diccionarios de sinónimos a las palabras y estructuras semánticas. La investigación cuenta con un pequeño diccionario armado solo para la experimentación, mientras más se enriquezca el diccionario mayor será la precisión del sistema en comparar la similitud de respuestas.

Por último, los alumnos pudieron mejorar su capacidad lectora, pero a corto plazo, porque la investigación se realizó en un lapso de tiempo pequeño para obtener resultados perdurables. A largo plazo, se recomienda evaluar constantemente a los alumnos con el fin de acostumbrarse a la metodología y dinámica para obtener mejores resultados y afinar más el sistema evolucionando constantemente el software basado en resultados. Por otra parte, el sistema, como herramienta de ayuda educacional, sirve de mucho y es bien visto por los alumnos como lo demuestran las encuestas de satisfacción de los usuarios. Por lo tanto, se recomienda seguir empleando la gamificación orientada a juegos, premios y recompensas porque es lo que tiene mayor aceptación por los alumnos.



REFERENCIAS

- Agüero, P. (2012). *Síntesis de voz aplicada a la traducción voz a voz*. [Tesis de maestría, Universidad de Florida]. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/97035#page=1>.
- Alfaro, D (2016). *Generación de preguntas sobre un texto*. [Tesis de maestría, Universidad del País Vasco]. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/19434/MemoriaPFG_DanielAlfaro.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Arancibia, M. (2010). *Estrategias de comprensión lectora con hipertexto informativo*. Ensayos e investigaciones, 16 (1), 18-32.
- Barrionuevo, A. y Silva, B. (2020). *Videojuegos para promover la comprensión lectora utilizando estrategias de gamificación*. [Tesis de bachiller]. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3358/Alexis%20Barrionuevo_Bryan%20Silva_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cárdenas, C y Guamán, L. (2013). *La Comprensión lectora y su incidencia en el desarrollo del pensamiento reflexivo en las niñas de tercero y cuarto año de educación básica de la unidad educativa "María Auxiliadora"*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4290>.
- Choi de Mendizábal, A. (2016). *Explorando los límites de PISA*. Asociación de la Sociología de la Educación. España, (9), 163-165.
- Clavijo, M., Maldonado, A. y Cuentas, M. (2011). *Enhance comprehension of reader, mediated the information technology*. Barranquilla, (9), 26-36.
- Contreras, H. (2001). *Procesamiento de lenguaje natural basado en una " gramática de estilos" para el idioma español*. [Tesis doctoral, Universidad de Los Andes]. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/15961>.
- Cortez, A., Vega, H., Pariona, J y Huayna, A. (2009). *Procesamiento de Lenguaje Natural*. Revista de investigación de Sistemas e Informática, (6), 45-54.
- De la calle Velasco, G. (2014). *Modelo basado en técnicas de procesamiento de lenguaje natural para extraer y anotar información de publicaciones científicas*. [Tesis doctoral, Universidad politécnica]. https://oa.upm.es/30856/1/GUILLERMO_DE_LA_CALLE_VELASCO.pdf.
- García Gorrostieta, J., Lopez Lopez, A., y González López, S. (2014). *Tutor inteligente para propuestas de investigación*.
- Gasca, G., Peña, A., Gómez, M., Plascencia, A., y Calvo, J. (2015). *Realidad virtual como buena práctica para trabajo en equipo con estudiantes de ingeniería/Virtual reality as goodpractice for teamwork with engineering students*. Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Información, Opción, (16), 76-91.
- González, J. (2003). *El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan*. Universidad de Oviedo. Brasil. Revista galego-portuguesa de psicología e educación, 7(8), 1138-1663.
- Hidalgo, M. y Garcia, A. (2015). *Taller: " Y tu ¿Gamificas?"*. III Jornada de formación de profesores de ELE. Hon Kong.
- Jurafsky, D., y H. Martin, J. (2020). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Speech Recognition, and Computational Linguistics*. Prentice-Hall.
- Llorens, R. (2015). *La comprensión lectora en Educación Primaria: importancia e influencia en los resultados académicos*. [Tesis de titulación, Universidad Internacional de la Rioja]. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/97035#page=1>.

- López, M. (2015). *Qué es la gamificación*. Recuperado de: <https://www.nubemia.com/programa-ranopla-gamificacion-aplicada-la-mejora-de-la-comprension-lectora>.
- Martí Sánchez, M. (2015). *Bases neurológicas del lenguaje. Procesamiento del lenguaje en el niño*, en M. del C. Fernández López (coord.): *La enseñanza del español como lengua extranjera a niños: contenidos básicos para la formación del docente*. Alcalá de Henares. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, pp. 93-161. ISBN 978-84-16133-87-1.
- Mikel, J. (2016). *Gamificación: Hagamos que aprender sea divertido*. [Tesis de titulación, Universidad Pública de Navarra]. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/21328>.
- Pérez, M. (2005). *Evaluación de la comprensión lectora: Dificultades y limitaciones*. INECSE. Madrid. Revista de Educación, 7(8), 121-138.
- Ministerio de educación (2017). *El Perú en PISA 2015: Informe nacional de*. Lima.
- PISA. (2018). *Evaluación PISA 2018. Resultados Perú*. Lima. UMC.
- Quintanal Pérez, F. (2016). *Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria*. Opción, 32(12), 327-348.
- Quiroz, C., Fajardo, S., y Gutierrez, J. (2017). *Natural Language Processing for Improving Hearing Impaired Student Reading Skills*. Quito: 2017 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS) (2017).
- Siddiqui, T. y Tiwary, U. S. (2008). *Natural language processing and information retrieval*. Oxford University Press. Nueva Dehli.
- Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2015). *Métodos de recolección de datos para una investigación*. [Tesis de titulación, Universidad Pública de Navarra]. https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf.
- Vexler Talledo y otros (2018). *Marco de evaluación de la competencia lectora de PISA2018*. Ministerio de Educación del Perú. Lima.

ANEXOS

Figura 21. Tutor inteligente para propuestas de investigación (García et al., 2014).

Anexo A

Modelo de encuesta TAM (Technology Acceptance Model).

La utilidad del Sistema

1. ¿El sistema mejora la eficacia de mi aprendizaje?
2. ¿El sistema mejora el rendimiento de mi aprendizaje?
3. ¿En general, creo que el sistema es una ventaja para mi aprendizaje?

Facilidad de Usar el Sistema

1. ¿Aprender a usar el sistema es fácil para mí?
2. ¿El proceso de usar el sistema es claro y entendible?
3. ¿En general, creo que el sistema es fácil de usar?

Adaptabilidad del Sistema

1. ¿El contenido proporcionado es adecuado para mi nivel actual de conocimiento?
2. ¿El apartado de porcentaje de avance del tema mejora tu motivación para terminar el tema y la unidad?
3. ¿Los ejemplos proporcionados en el material facilitaron la redacción de los elementos del proyecto?
4. ¿El material proporcionado en el sistema es completo y claro para permitirme realizar la redacción de los elementos del proyecto?

5. ¿El cuestionario me permitió evaluar instantáneamente mi comprensión sobre el tema y avanzar en el mismo?

6. ¿La retroalimentación del cuestionario (pistas) me ayudaron a identificar las áreas problemáticas?

7. ¿La retroalimentación del cuestionario (pistas) me ayudó a resolver las preguntas de manera eficaz?

8. ¿La retroalimentación (pistas) del analizador léxico de los elementos del proyecto me ayudó a mejorar mi redacción?

9. ¿La retroalimentación del analizador léxico de los elementos del proyecto (texto en rojo) me ayudó a identificar las palabras que se pueden mejorar?

10. ¿La retroalimentación del analizador léxico de los elementos del proyecto me ayudó a escribir dichos elementos?

La intención de utilizar el Sistema

1. ¿Tengo la intención de utilizar el sistema en el futuro como un método alternativo de aprendizaje aparte del material de clase?

2. ¿Tengo la intención de utilizar el Sistema en el futuro como un método alternativo de aprendizaje en caso de tener algún problema de comprensión del tema enseñado en clase?

Nota. Obtenido de Tutor inteligente para propuestas de investigación por García et al., 2014.