Instituto Tecnológico de Orizaba

División de Estudios Profesionales e Investigación

Maestría en Sistemas Computacionales

PROYECTO DE TESIS

TÍTULO DEL PROYECTO: Estimación de la comprensión lectora a través de asistencia virtual por medio de la aplicación "*Studyranks*".

PRESENTADO POR:

I.S.C. Rafael Ojeda Barbis M21011178

PARA OBTENER EL GRADO DE:

Maestro en Sistemas Computacionales

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TESIS:

M.R.T. Ignacio López Martínez

CODIRECTOR DEL PROYECTO DE TESIS:

Dr. José Andrés Castillo Hernández

ORIZABA, VER. MAYO 2023.

Agradecimientos

El presente trabajo está dedicado a:

A Dios, quien ha estado presente en cada etapa de mi vida, guiándome en los momentos adversos y brindándome su fuerza en las situaciones más difíciles.

A mis padres, Rafael y Yolanda, los cuales me han apoyado durante toda mi vida, siendo guías, consejeros y mentores, otorgándome su amor de forma incondicional, sabiendo exactamente que decir y que hacer en cada una de las situaciones. Este logro no es solo mío si no de hechos también por su sacrificio y dedicación hacia mi persona.

A mi esposa Marlen y su mamá Rosita, las cuales me vieron pasar numerosas horas realizando este trabajo de tesis, sin dormir, cansado y frustrado cuando no salían las cosas como quería, sacrificando momentos y recuerdos, sabiendo que ese sacrificio finalmente ha rendido fruto y, a pesar de cualquier situación, siempre ha estado apoyándome, desde la licenciatura la culminación de la maestría. Marlen, eres mi más grande aventura, la persona que siempre estuve buscando, te amo.

A mis amigos Abraham y Miguel, los cuales han estado en todas esas ideas que se volvieron proyectos y trabajos, por formar parte de mi vida desde la licenciatura y a lo largo de la maestría, apoyándome en esas ideas descabelladas, brindándome su consejo y conocimientos, haciéndome ver mis errores y dándome ánimos para resolverlos. Gracias *brothers*. A mis amigos de la maestría, Nicol, Leo, Steve y Jesús, por darme sus consejos y guiarme cuando me encontraba perdido, dándome esas palabras de motivación adecuadas para no darme por vencido, complementando mi experiencia y conocimiento con su sabiduría y vivencias.

A mi director de tesis M.R.T. Ignacio López Martínez, por aconsejarme y guiarme durante la elaboración de este trabajo de tesis, apoyándome con sus conocimientos y motivación para la realización del proyecto, siempre dándome una razón para no dimitir y poniéndome a prueba retos para que saliera adelante. Gracias por su dedicación hacia mi persona y siempre estaré agradecido por todo lo que aprendí de usted.

A mis profesores y tutores, por compartirme sus conocimientos y experiencias que han compartido a lo largo de mi carrera profesional, gracias por compartir su tiempo y esfuerzo en cada una de las lecciones, ya que, gracias a ello, puedo concluir un gran logro profesional.

Por último, pero no menos importante, extiendo un agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), así como el apoyo del Tecnológico Nacional de México por el apoyo y financiamiento otorgado para la culminación de este trabajo.

Índice

Resumen 1

Introducción 2

Capítulo 1. Antecedentes 3

1.1 Marco teórico 3

1.1.1. Comprensión lectora 3

1.1.1.2 Evaluación de comprensión lectora en México 3

1.1.2. Inteligencia Artificial 4

1.1.2.1. Procesamiento del Lenguaje Natural 4

1.1.2.1.1. Comprensión del lenguaje natural 5

1.1.2.1.2. Generación del lenguaje Natural 6

1.1.3. Tecnología del Habla 7

1.1.3.1. Sistemas de reconocimiento del habla 7

1.1.3.2. Sistemas de síntesis del habla 8

1.1.4. Asistencia virtual 9

1.1.4.1. Amazon Alexa 9

1.1.4.2. Google Assistant 10

1.1.4.3. Apple Siri 11

1.1.4.4. Microsoft Cortana 12

1.2. Planteamiento del problema 12

1.3. Objetivo general y objetivos específicos 13

1.3.1. Objetivo general 14

1.3.2. Objetivos Específicos 14

1.4. Justificación 14

Capítulo 2. Estado de la práctica 16
2.1 Trabajos relacionados 16
2.3 Solución propuesta 27
2.3.1 Lenguajes de programación 27
2.3.2 Framework 28
2.3.3 Sistema gestor de base de datos 28
2.3.4 Metodologías de desarrollo de software 28
2.3.5 Instrumentos o estrategias de evaluación 29
Capítulo 3. Aplicación de la metodología 30
3.1 Descripción de la solución 30
3.1.1 Sprint 1 Determinación de requerimientos 32
3.1.1.2 Diagrama de casos de uso 33
3.1.2 Sprint 2 Desarrollo conceptual de la aplicación 33
3.1.2.1 Diagrama de clases 34
3.1.2.2 Diagrama de actividades 35
3.1.2.3 Diagrama de secuencia 36
3.1.2.4 Arquitectura de la aplicación 37
3.1.2.5 Base de datos 38
3.1.2.6 Diseño de interfaces 39
3.1.2.7 Implementación 43
3.1.2.8 Grupo de interfaces gráficas 43
3.1.3 Sprint 3 Análisis de textos de evaluación y recomendaciones 51
3.1.3.1 Textos de evaluación. 51
3.1.3.2 Generación de reactivos. 52
3.1.3.3 Recomendaciones para la mejora de la comprensión lectora. 54
3.1.4 Sprint 4 Desarrollo de la aplicación *skill* 56

3.1.4.1 Registro de usuario 56
3.1.4.2 Búsqueda de usuario 60
3.1.4.3 Contenido de evaluación 63
3.1.4.4 Estimación de la evaluación 67
3.1.4.5 Almacenar resultados 69
3.1.4.6 Presentación gráfica de funcionalidades 71
3.1.4.6.1 Registro, búsqueda y perfil de usuario 71
3.1.4.6.2 Contenidos de evaluación 73
Capítulo 4. Resultados 76
4.1 Sprint 5 Aplicación de caso de estudio. 76
4.1.1 Caso de estudio: Implementación de la aplicación *Studyranks* para estimar la comprensión lectora en una escuela de educación media superior 77
Capítulo 5. Conclusiones 88
5.1 Conclusiones 88
5.2 Recomendaciones 89
Productos académicos 90
Referencias 92

Índice de Tablas

Tabla 2.1	Análisis comparativos de artículos relacionados	.....	19
Tabla 3.1	Descripción de colecciones de la base de datos.	.....	33
Tabla 3.2	Primera iteración (Sprint 1)	.....	33
Tabla 3.3	Segunda iteración (Sprint 2)	.....	34
Tabla 3.4	Descripción de colecciones de la base de datos	.....	39
Tabla 3.5	Tercera iteración (Sprint 3)	.....	51
Tabla 3.6	Cuarta iteración(Sprint 4)	.....	56
Tabla 4.1	Quinta iteración (Sprint 5)	.....	76

Índice de Figuras

Figura 1.1 Estructura de componentes NLP. ……. 5

Figura 1.2 Arquitectura de un sistema de procesamiento de lenguaje natural. …… 5

Figura 1.3 Comprensión de la información lingüística. ……... 6

Figura 1.4 Representación de la generación del lenguaje natural. …… 6

Figura 1.5 Arquitectura de los sistemas ASR. …….. 8

Figura 1.6 Diagrama general de los sistemas de texto a voz. ……. 9

Figura 1.7 Dispositvos con *Alexa* integrado. …… 10

Figura 1.8 Dispositivos con *Google Assistant* integrado. …… 11

Figura 1.9 Dispositivos Apple actuales. …….. 12

Figura 3.1 Diagrama de casos de uso Studyranks. …… 33

Figura 3.2 Diagrama de clases Studyranks. …… 34

Figura 3.3 Diagrama de actividades de Studyranks. …… 36

Figura 3.4 Diagrama de interacción del usuario con la aplicación Studyranks …. 37

Figura 3.5 Arquitectura de la aplicación Studyranks. …… 38

Figura 3.6 Esquema de base de datos en MongoDB. …… 39

Figura 3.7 Pantalla de bienvenida. …… 40

Figura 3.8 Perfil de usuario con recuperación de resultados. …….. 41

Figura 3.9 Instrucciones e inicio de evaluación. …….. 41

Figura 3.10 Preguntas de evaluación y respuestas ponderadas. …… 42

Figura 3.11 Recomendaciones para mejorar la comprensión lectora ……. 42

Figura 3.12 Pantalla de bienvenida …….. 44

Figura 3.13 Perfil de usuario con resultados de evaluación …… 46

Figura 3.14 Instrucciones de inicio de evaluación. ……. 47

Figura 3.15 Representación visual de reactivos de evaluación. ……. 49

Figura 3.16 Representación visual de recomendaciones. …… 50

Figura 3.17 Orientaciones didácticas (MEJUREDU). …….. 52

Figura 3.18 Estructura del contenido de evaluación …….. 53

Figura 3.19 Asignación de valor o ponderación ……... 53
Figura 3.20 Presentación gráfica de la recomendación. ……. 55
Figura 4.1 Resultados (facilidad de uso). ……... 78
Figura 4.2 Resultados (rendimiento). ……... 78
Figura 4.3 Resultados (efectividad). ……. 78
Figura 4.4 Resultados (aceptación de herramienta). ……... 79
Figura 4.5 Bienvenida ……... 80
Figura 4.6 Perfil de usuario (MongoDb) ……... 81
Figura 4.7 Perfil de usuario …… 81
Figura 4.8 Búsqueda de usuario ……... 82
Figura 4.9 Retorno a perfil personal …… 83
Figura 4.10 Pre inicio de evaluación …… 84
Figura 4.11 Preguntas y reactivos inciso uno …… 85
Figura 4.12 Preguntas y reactivos inciso dos ……... 85
Figura 4.13 Preguntas y reactivos inciso tres ……... 86
Figura 4.14 Almacenamiento de resultados (MongoDb). ……... 86
Figura 4.15 Recomendaciones …… 87
Figura 4.16 Perfil con resultados actualizados. …… 87

Índice de Scripts

Script 3.1	Código fuente de la interfaz inicial o bienvenida	41
Script 3.2	Código fuente del perfil de usuario	42
Script 3.3	Código fuente de instrucciones para realizar evaluación	44
Script 3.4	Código fuente de reactivos de evaluación.	46
Script 3.5	Código fuente de sección de recomendaciones.	47
Script 3.6	Código fuente AddUserIntent (Jovo)	52
Script 3.7	Código fuente AddUserIntent (Alexa)	53
Script 3.8	Código fuente AddUserIntent (Alexa prompts).	54
Script 3.9	Código fuente para el registro de nuevo usuario	55
Script 3.10	Código fuente SearchUserIntent (Jovo)	56
Script 3.11	Código fuente SearchUserIntent (Alexa)	56
Script 3.12	Código fuente SearchUserIntent (Alexa prompts).	57
Script 3.13	Código fuente para la búsqueda de usuario	57
Script 3.14	Código fuente InitTestIntent (Jovo y Alexa)	59
Script 3.15	Código fuente para pre iniciar la evaluación	60
Script 3.16	Código fuente de las preguntas de evaluación.	61
Script 3.17	Código fuente entidades de respuesta.	62
Script 3.18	Código fuente almacenamiento de resultados.	63
Script 3.19	Código fuente comparación y asignación de resultados.	64
Script 3.20	Código fuente retornar y asignar datos de resultados.	65
Script 3.21	Código fuente directiva perfil	66
Script 3.22	Código fuente directiva contenido de evaluación	67
Script 3.23	Código fuente preguntas evaluación	68

Resumen

El proceso de comprensión lectora debe desarrollarse desde etapas tempranas de la educación y tiene que fomentarse durante todo el proceso educativo del estudiante. La última evaluación del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos(PISA) realizada en México en el año 2018 arrojó resultados notablemente bajos dentro del área de la comprensión lectora, posicionándolo en el penúltimo lugar de los países que fueron parte de la prueba, con solo 420 puntos demostrando un nivel básico de desempeño.

Por consiguiente, en el presente proyecto se propone el desarrollo de una aplicación para estimar el nivel de comprensión lectora mediante la utilización de dispositivos de asistencia virtual. El asistente virtual hace uso de inteligencia artificial para facilitar el reconocimiento de voz, mejorar la precisión del sistema y la interacción con el usuario. La aplicación desarrollada mostrará textos a través de dispositivos inteligentes con pantalla que integren asistencia virtual y con la cual se realizarán evaluaciones para así capturar información del usuario que apoyará para establecer el nivel de comprensión lectora del estudiante.

El beneficio de la aplicación a desarrollar es permitir el monitoreo del avance de las habilidades de comprensión lectora del estudiante, lo cual servirá para conocer si el uso de dispositivos de asistencia virtual con pantalla es efectivo durante el proceso de aprendizaje. Esto permitirá tomar decisiones sobre las herramientas de docencia aplicables, con el objetivo de mejorar el nivel de conocimiento que se genera durante el proceso de lectura y comprensión.

Introducción

El proceso de comprensión lectora se establece como el entendimiento de lo que se lee, siendo un pilar fundamental en la enseñanza y captación de la información de textos escritos para así generar nuevo conocimiento. Evaluaciones realizadas por organizaciones internacionales y nacionales arrojan resultados no favorables para los estudiantes mexicanos, puesto que demuestran que se encuentran bajo el promedio que marcan estas instituciones sobre la comprensión lectora y de las habilidades que son necesarias para el nivel de formación en el que se localizan.

Los estudios realizados sobre asistencia virtual en la educación han demostrado resultados positivos con respecto a la aceptación que tiene el uso de dispositivos como apoyo en la docencia y en la administración escolar, actualmente el uso de dispositivos inteligentes que integran asistencia virtual se ha vuelto muy común en hogares, por lo que el acercamiento de este tipo de tecnologías no se considera ajeno a las personas.

Por consiguiente, en el presente proyecto de tesis se propone el desarrollo de una aplicación que mediante el uso de asistencia virtual realice una estimación del nivel de comprensión lectora de estudiantes. Haciendo uso de dispositivos inteligentes con pantalla que utilizan un asistente virtual basado en inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural, se presentará un conjunto de textos de evaluación y se capturará información del usuario a través de asistencia virtual utilizando la voz para obtener resultados que reflejen el nivel actual de comprensión lectora.

Este trabajo está conformado por tres capítulos: en el capítulo uno se describen términos y conceptos que son considerados más relevantes, el objetivo general y los objetivos específicos, el planteamiento del problema y la justificación; en el contenido del capítulo dos se considera el estado de la práctica y un análisis comparativo de los trabajos relacionados. Finalmente, en el capítulo tres se presenta la propuesta de solución para el desarrollo de la aplicación, el análisis de las tecnologías y metodologías, así como las actividades correspondientes para el desarrollo del proyecto.

Capítulo 1. Antecedentes

En el presente capítulo se presentan una seria de conceptos generales y aspectos relevantes de la investigación como el problema que se pretende resolver, el objetivo general, objetivos específicos y justificación del presente trabajo de tesis.

1.1 Marco teórico

A continuación, se describen los conceptos de los términos relacionados para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

1.1.1. Comprensión lectora

La lectura es un medio fundamental para obtener información en la sociedad y en específico, del ámbito escolar [1]. Es un proceso cognitivo que está orientado a comprender el significado de un escrito, esto no es una tarea sencilla, puesto que infunde, en tempranas etapas de desarrollo, el dominio que se requiere de la lectura para desarrollar estrategias y así conseguir una lectura fluida y comprensiva. La comprensión lectora se relaciona de forma cercana con una visión del mundo y de cómo se interpreta, esto depende de la apreciación del texto de acuerdo con las motivaciones variadas del lector.

1.1.1.2 Evaluación de comprensión lectora en México

La evaluación de la comprensión lectora es un proceso que mide las habilidades de lectura, a través de diversas herramientas, como las prueba EXCALE, PLANEA y PISA, y evalúan la capacidad para entender y analizar textos escritos, esto incluye la identificación de información explicita, la inferencia de significados implícitos, la identificación de ideas principales y secundarias, la síntesis de la información, la comprensión de vocabulario y la evaluación critica de la estructura y contenido de los textos.

La Comisión Nacional para la Mejora Continua de la educación (MEJUREDU) establece un modelo de evaluación diagnóstica, formativa e integral (MEDFI) que plantea instrumentos para la mejora de proceso aprendizaje. Los materiales están estructurados y presentan una variedad

de situaciones dentro del contexto a evaluar acompañados de orientaciones didácticas que vinculan el aprendizaje con el conocimiento y tablas descriptivas que los aprendizajes esperados, otorgan sugerencias de estrategias y recursos didácticos orientados a estimular y fortalecer el aprendizaje evaluado.

1.1.2. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es una clase de inteligencia la cual se aplica en equipos de cómputo, para desarrollar tareas que involucran capacidades cognitivas semejantes a las de los seres humanos y donde los usuarios pueden percibir la interacción de manera sutil con aplicaciones de mensajería, asistentes virtuales y otros artefactos de IA. La IA es parte del campo de la ciencia de la computación y se determina como la tecnología que permite que diferentes conjuntos de sistemas y máquinas simulen la inteligencia humana. La IA es una de las más importantes innovaciones tecnológicas desde la invención de la informática es la responsable por cambiar y simplificar variedad de tareas y funciones en nuestra vida diaria [2].

1.1.2.1. Procesamiento del Lenguaje Natural

El procesamiento del lenguaje natural (NLP), también conocido como lingüística computacional es una parte de la inteligencia artificial la cual se encarga del estudio de los lenguajes desde una perspectiva computacional. Es un campo de la lingüística y la computación que hace referencia a las interconexiones entre las computadoras y el lenguaje humano [3]. Su tarea es el análisis y representación automática del lenguaje humano, NLP ha evolucionado desde sus inicios con las tarjetas perforadas y el procesamiento por lotes hasta llegar a los modelos computacionales que simulan procesos cognitivos para interpretar el cómo se realiza la comprensión del lenguaje natural como el inglés, español, francés, entre otros [4]. Dentro del NLP existen dos subcampos importantes, la comprensión del lenguaje natural (CLN) y la generación del lenguaje natural (GLN) como se muestra en la **Figura 1.1**.

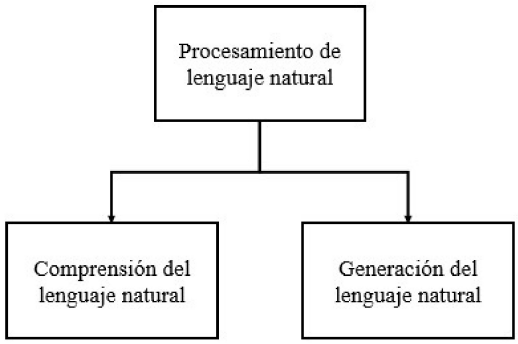


***Figura 1.1**. Estructura de componentes NLP*

Los sistemas de NLP basan su arquitectura en la estructura de niveles del lenguaje natural (***Figura 1.2***), donde en cada nivel es un paso de como la computadora analiza e interpreta las oraciones proporcionadas en lenguaje natural [5].

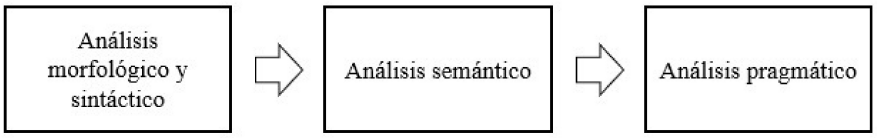


***Figura 1.2**. Arquitectura de un sistema de procesamiento de lenguaje natural. Tomada de ¨Procesamiento de lenguaje natural¨, por Augusto Cortez Vásquez et al, Revista de Ingeniería de sistemas e informática, volumen 6.*

1.1.2.1.1. Comprensión del lenguaje natural

Uno de los subcampos PLN es la comprensión del lenguaje natural o NLU (*Natural Languaje Understanding*) que tiene como objetivo comprender el significado o intención de los datos a procesar y determinar el significado contextual de la frase u oración. Entre las acciones que realiza el NLU (***Figura 1.3***) sobre el lenguaje natural se encuentra la clasificación del tema, detección de las entidades, análisis sintáctico, extracción de información, análisis de la ambigüedad léxica, análisis de sentimientos, entre otros [6].



Figura 1.3 *Comprensión de la información lingüística, Tomado de "Structured vs Unstructured Data: Exploring an Untapped Data Reserve.", por Waldron Myke.*

1.1.2.1.2. Generación del lenguaje Natural

La generación del lenguaje natural o NLG (*Natural Language Generation*) es un subcampo del procesamiento del lenguaje natural encargado de traducir los datos estructurados de las computadoras en texto entendible para los humanos mediante el uso de inteligencia artificial, es el proceso de tomar datos estructurados y convertirlos en texto. Este proceso de conversión a texto incluye realizar una planificación del contenido, planificación del texto, agregación, micro planeación, lexicalización, realización, entre otros (***Figura 1.4***) [7].

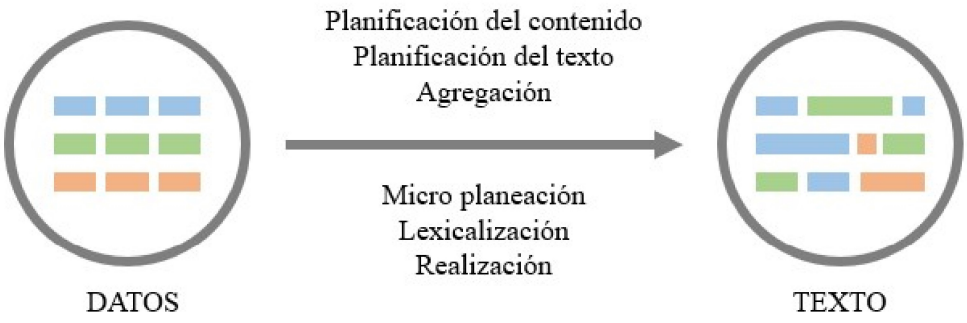


Figura 1.4 *Representación de la generación del lenguaje natural*

1.1.3. Tecnología del Habla

La comunicación humana en su forma oral se basa en la una gran cantidad de conocimiento previo y no solamente del lenguaje que se habla sino de las condiciones externas y factores que influyen en la mente humana, la tecnología del habla se especializa en buscar el modo en como transmitir el conocimiento adquirido del lenguaje a la máquina [8]. Los aspectos que se destacan dentro de la tecnología del habla es el procesamiento del lenguaje natural, la relación del diálogo entre el hombre y la máquina y finalmente el contenido de los datos que se transmiten.

Las tecnologías del habla son un conjunto de técnicas especializadas en analizar y procesar el lenguaje humano para generar sistemas de comunicación entre los humanos y las máquinas, en donde el reconocimiento del habla se encarga de la comprensión y análisis de los mensajes hablados y la síntesis de voz para emitir mensajes vocales de forma artificial [9].

1.1.3.1. Sistemas de reconocimiento del habla

Los sistemas de reconocimiento del habla o ASR (*Automatic Speech Recognition*) permiten la comunicación entre la máquina y el humano mediante la transcripción del lenguaje humano a texto. Para realizar esta traducción del lenguaje hablado se hace uso de modelos acústicos los cuales contienen una serie de componentes que se encargan de predecir mediante estadística sonido o fonema, estos modelos se entrenan a partir de un gran conjunto de datos acústicos [10].

La arquitectura típica de los sistemas de reconocimiento del habla está conformada por cuatro elementos principales: el procesamiento de las señales y extracción de características, modelos acústicos, modelos de lenguaje y la búsqueda de hipótesis [11], como se puede observar en la ***Figura 1.5***.

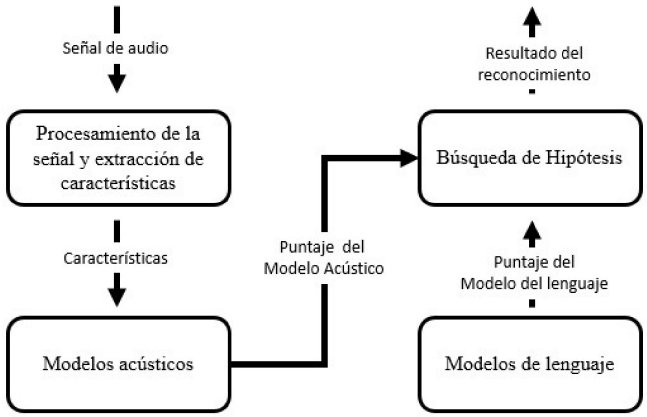


Figura 1.5 *Arquitectura de los sistemas ASR. Tomado de "Automatic Speech Recognition" por Dong Yu, Li Deng, ISBN : 978-1-4471-5778-6.*

1.1.3.2. Sistemas de síntesis del habla

Los sistemas de síntesis del habla o TTS (*Text-to-speech*) son una tecnología de asistencia que se especializa en la lectura del texto digital a voz, son aplicaciones que convierten el texto escrito a audio. En los sistemas TTS participan módulos que mediante transformaciones continuas realizan el proceso de convertir el texto de entrada a un sonido sintetizado donde se incorporan procesamientos para finalmente producir una síntesis de la voz.

Los tres componentes principales que están integrados a estos sistemas de síntesis del habla son: el primer componente es el procesamiento de texto o análisis, en donde se realiza una normalización del texto y la conversión de grafemas a fonemas. En la prosodia, segundo componente, se genera información para producir voz y la predicción de frases y entonaciones de la oración. La generación de voz es el último componente y en él se genera la voz resultante del procesamiento del texto y la prosodia [12].

En la ***Figura 1.6*** se presenta un diagrama general del funcionamiento de los sistemas de síntesis del habla [13].

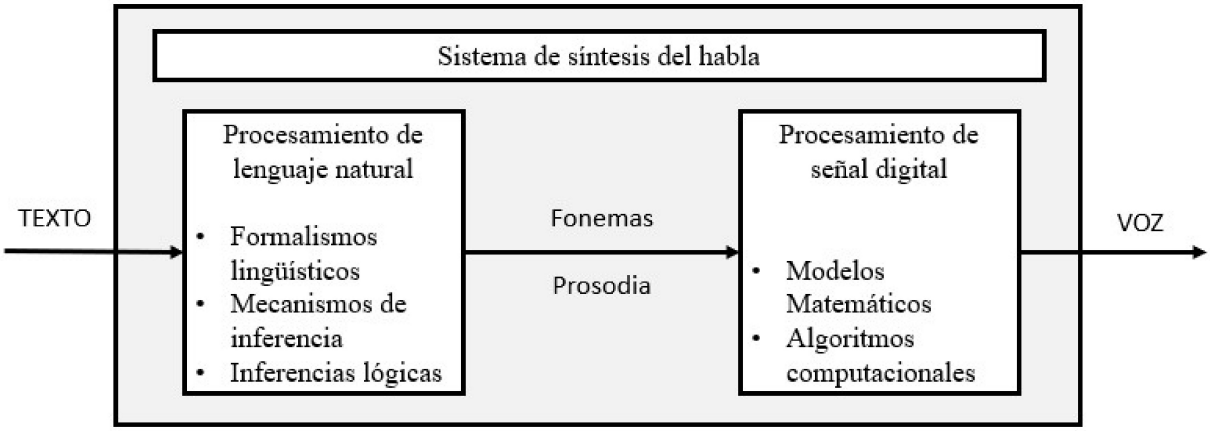


Figura 1.6 *Diagrama general de los sistemas de texto a voz. Extraído de "Design and Implementation of Text To Speech Conversion for Visually Impaired People", por Itunuoluwa Isewon.*

1.1.4. Asistencia virtual

La asistencia virtual se refiere a profesionales que brindan soporte o apoyo que se brinda de manera remota a empresas o personas que se encuentran en otra locación, en la actualidad existen agentes digitales denominados asistentes virtuales que son aplicaciones de software que ofrecen servicio y otorgan soporte a los usuarios para automatizar y realizar tareas. Estas actividades o tareas se llevan a cabo dependiendo de las solicitudes del usuario, mediante el reconocimiento de ubicación y la habilidad de mostrar información de una variedad extensa de recursos que se encuentran en línea. La tecnología de los asistentes virtuales se logra a través de la combinación de dispositivos móviles, interfaces de programación de aplicaciones, y la diseminación en aplicaciones móviles [14]. Entre los agentes de asistencia virtual que destacan en el mercado actual son *Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Siri* y *Microsoft Cortana*.

1.1.4.1. Amazon Alexa

Alexa es un servicio de voz inteligente ubicado en la nube de Amazon que permite el reconocimiento de voz y lenguaje natural integrado a dispositivos inteligentes que cuenten con micrófono y altavoz. Mediante el uso de habilidades o aplicaciones denominadas *skills* se logra que la interacción y la realización de tareas automáticas se consiga mediante comandos de voz.

Actualmente Amazon cuanta con dispositivos que integran pantallas inteligentes que muestran el contenido de la información al usuario e inclusive permiten realizar llamadas de voz y video entre dispositivos. Amazon Echo Show es un dispositivo con pantalla frontal que muestra información al usuario y no solo la transmite mediante la voz. Permiten hacer llamadas y videollamadas, ingresar a aplicaciones de vídeo en *streaming* o consultar las condiciones meteorológicas. En la actualidad hay varios dispositivos de la familia Echo Show y varias generaciones diferentes que se diferencian en el tamaño de la pantalla, en la calidad del altavoz o altavoces, en la calidad de la cámara incorporada o inclusive la empresa que los distribuye [15] como se muestra en la ***figura 1.7***.



Figura 1.7 *Dispositvos con Alexa integrado. a)Echo show 5, b)Echo show 8, c)Echo show 10, d)Echo show 15, e) Facebook Portal Go, f)Facebook Portal Plus*

1.1.4.2. Google Assistant

Google Assistant es un asistente virtual inteligente desarrollado por Google que, mediante el uso de inteligencia artificial, permie conversaciones bidireccionales entre los usuarios a través

del uso de la voz o texto y que se encuentra disponible en dispositivos móviles que integran Android y en dispositivos inteligentes que integran micrófono, altavoz e inclusive pantallas.

Hoy en día, Google cuentan con dispositivos que combinan un altavoz inteligente y una pantalla de diferentes tamaños como se observa en la ***figura 1.8***. Mediante estos dispositivos se tiene control de los dispositivos inteligentes conectados al hogar u oficina. En donde se visualizan fotografías con Google Fotos, revisar el estado del tiempo, realizar videollamadas, gestionar el calendario, controlar otros dispositivos inteligentes e incluye un control de seguridad y privacidad en caso de no requerir la cámara [16].

a) b)





d) e)





Figura 1.8 *Dispositivos con Google Assistant integrado. a) Google Nest Hub, b) Google Nest Hub Max, c) Lenovo Smart Display, d) JBL Smart Display*

1.1.4.3. Apple Siri

La asistencia personal virtual inteligente controlado por voz desarrollado por Apple es conocido como Siri, está diseñado para trabajar con dispositivo de la familia de Apple como el iPhone, iPod, entre otros, solo basta con decir el comando de voz y Siri responde para buscar y encontrar

lo solicitado. Tiene acceso a un conjunto de aplicaciones que se encuentran integradas en los dispositivos como mensajería, correo, mapas, entre otras [17]. Al momento de realizar esta investigación Apple cuenta con dispositivos inteligentes independientes que integran micrófono, altavoz y pantalla, como se observa en la ***figura 1.9***.



Figura 1.9 *Dispositivos Apple actuales*

1.1.4.4. Microsoft Cortana

Cortana es un asistente digital personal desarrollado por Microsoft que permite agilizar los tiempos de trabajo, y permite al usuario enfocarse en sus tareas diarias. Cortana está integrado al sistema operativo Windows 10 (algunas regiones), brinda al usuario un motor de busque da información en línea, programar citas, crear eventos e inclusive redactar correos electrónicos [18]. Al realizar esta investigación no se encuentran dispositivos inteligentes independientes que integren Cortana como asistente virtual.

1.2. Planteamiento del problema

La lectura es fundamental dentro de la educación, siendo uno de los pilares principales de la sociedad del conocimiento y sin ella no se hubiera desarrollado la sociedad. La lectura es el puente entre el aprendizaje y generación del conocimiento, base fundamental de la sociedad del conocimiento y tiene un papel importante en el desarrollo, aseguramiento y futuro del

conocimiento. La lectura en cualquiera de sus medios, impresa o electrónica, permite al usuario tener un idea, conocimiento u opinión del tema planteado, el cual facilitará el desarrollo efectivo del campo a estudiar. La comprensión es el producto de la relación continua entre el texto y el sujeto que realiza la acción de leer, quien otorga sus conocimientos previos en razonamiento para elaborar una interpretación propia y coherente del contenido leído. La comprensión lectora es un desafío importante del sistema educativo de cualquier institución o país, debido a esto, algunas agencias nacionales e internacionales se han dado a la tarea de realizar estudios y sus resultados arrojan una innovación escasa referente a la comprensión lectora.

Derivado de esto se generan diferentes instrumentos de evaluación de la comprensión lectora como el *Progressive Linguistic Complexity* o CLP por sus siglas en inglés, que es aplicada para el diagnóstico de la habilidad lectora y otorga una guía con opciones para mejorar la habilidad de comprensión lectora.. Esta prueba evalúa principalmente la dimensión textual de la comprensión lectora en sus niveles más bajos, sin contar la dimensión crítica y pragmática.

La comprensión se considera como el conjunto de las etapas que participan en los procesos relacionados a la elaboración, formación, notificación e integración de las estructuras del conocimiento. El nivel de comprensión de un texto varía dependiendo del grado en que la información que contiene el texto es adaptada e integrada en las estructuras del conocimiento.

La comprensión lectora en México presenta desafíos significativos que requieren atención inmediata. Los resultados de evaluaciones educativas han revelado una preocupante falta de habilidades de comprensión lectora en los estudiantes. Esta situación impacta negativamente su rendimiento académico, su capacidad para acceder a oportunidades y perpetúa la desigualdad educativa. Es necesario implementar nuevas estrategias que fomenten el hábito de la lectura, así como materiales y técnicas para mejorar el proceso de comprensión lectora.

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

En la siguiente sección se detalla el objetivo general, así como sus objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación que permita la presentación de textos y realice la medición de la comprensión lectora mediante el uso de asistencia virtual.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las características de los asistentes virtuales para identificar dispositivos inteligentes compatibles
- Examinar y seleccionar un instrumento de evaluación utilizado para medir el conocimiento obtenido de una lectura de comprensión.
- Fundamentar la metodología de desarrollo de software a utilizar para el desarrollo de la aplicación.
- Diseñar la estructura de la aplicación de asistencia virtual basándose en las características y funcionalidades establecidas para la recolección y análisis de la información.
- Desarrollar e implementar la aplicación de asistencia virtual que permita la recolección y análisis de información.
- Evaluar los resultados obtenidos de la funcionalidad de la aplicación de asistencia virtual por medio de un caso de estudio para demostrar la precisión en la captura de la información mediante el uso de dispositivos de asistencia virtual.

1.4. Justificación

Los últimos resultados obtenidos por el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos en el año 2018, posicionan a México 67 puntos por debajo del promedio de la organización que es de 420 para el área de comprensión lectora ubicándolo en el penúltimo lugar de los países que participan en la prueba de evaluación, puesto que solo el 55% de los estudiantes evaluados alcanzaron el nivel dos de desempeño de competencia lectora y solo el 1% se posicionó entre los niveles cinco y seis.

El acercamiento actual en la utilización de las tecnologías de la información en el área de la educación como parte de los recursos de aprendizaje disponibles para la enseñanza no es suficiente para la mejora de la docencia, a pesar de que el uso de dispositivos que cuentan con asistencia virtual es positiva y actualmente son más fáciles de adquirir, aunque también, es necesario mejorar la coherencia y veracidad de la información que se obtiene a cambio. Actualmente los estudiantes que están cursando cualquier grado educativo se encuentran en dificultades al momento de interactuar con una variedad de textos informativos y la obtención del conocimiento o idea principal que contienen, debido a la falta de estrategias o herramientas requeridas para realizar un proceso de compresión lectora efectiva. Este trabajo está enfocado en la utilización de dispositivos inteligentes que integran el uso de asistencia virtual que brindarán ejercicios de lectura y proporcionará recomendaciones para la mejora de las habilidades de comprensión lectora.

Capítulo 2. Estado de la práctica

Este capítulo presenta, un análisis de los artículos relacionados que se encontraron hasta el momento de donde se obtuvo la información para realizar el presente trabajo y que tienen una relación directa o indirecta y/o parcial o total con la tesis propuesta.

2.1 Trabajos relacionados

En [19] se propuso un nuevo marco de trabajo denominado Asistente Virtual para mejor el contenido que se adquiere principalmente a través de medios no convencionales. Este asistente virtual es un agente artificial que simula una asistencia humana mostrada en programas de televisión que indican al usuario brindar comentarios de retroalimentación mediante preguntas o *back-channeling*. Este marco de trabajo aseguró que la información que se proporciona a los usuarios es adecuada durante la interacción con el asistente virtual. Los resultados experimentales que se obtuvieron demuestran una capacidad de crecimiento del nuevo marco de trabajo del asistente virtual, ya que permitió recabar información evaluativa de una manera eficiente.

Los asistentes virtuales integrados a altavoces inteligentes permiten una interacción basada en voz que no requiere una experiencia previa en el uso de dispositivos electrónicos o inteligentes lo cual ofrece oportunidades para su uso en diferentes áreas de la sociedad donde no se tiene acceso a los dispositivos tradicionales. En [20] se realizó un estudio de campo con el asistente virtual Alexa Echo Dot 3 en adultos mayores que no tenían contacto frecuente con dispositivos inteligentes, en donde se observó, después de 3 semanas, un uso constante de búsquedas en línea que estuvieron relacionadas con la salud, y no solo de funciones básicas como alarmas o recordatorios, lo que acentuó la necesidad de un análisis para revisar la veracidad de la información brindada por los dispositivos.

Actualmente existe una evolución relacionada con la simulación de interacciones conversacionales humanas a través de los denominados chats. Estos chatbots ofrecen una mejora en la eficacia de las organizaciones y acrecientan el rendimiento del soporte a socios y cliente. Las soluciones que se ofrecen en agentes inteligente y los chatbots son variados e inclusive

integran inteligencia artificial, sistemas de comprensión y el uso de procesamiento de lenguaje natural. En [21] se realizó una investigación para construir una guía para desarrollar un asistente virtual mediante el uso de un marco de trabajo o soluciones preconstruidas, como resultado se logró comparar los diferentes productos que se encuentran relacionados a los chatbot y las mejoras de implementación a considerar para cada caso de estudio.

En [22] se investigó los diferentes enfoques que se perciben de la computación móvil para facilitar la información de guías turísticos, así como las distracciones que generan y su interacción con dispositivos con pantallas pequeñas provocando una interrupción en la experiencia del viaje. Se realizó una exploración de la utilidad de un asistente virtual (*SpaceBook*) como guía turístico para brindar información a través de una interfaz de usuario, y notificaciones con las características interesantes de cada destino, se logró obtener como resultado la revelación de la complejidad de la priorización de las instrucciones del guía turístico, en conjunto con la identificación, la descripción de los lugares, el embellecimiento de la información que se brindó a los usuarios y el equilibrio que se obtiene entre las solicitudes de los usuarios y la información que se otorgó mediante el asistente virtual.

El interés en el uso de los chatbots en la educación se ha tornado creciente a través de los últimos años, a pesar de que la información acerca de su diseño como tutores inteligentes no es clara o esta sea escasa. En [23] se presentó una metodología formal para el diseño e implementación de un chatbot que actuara como un tutor inteligente para un curso de nivel universitario, esta metodología se basó en predicados de primer orden utilizados en diferentes herramientas de uso comercial, enfocados en la fase de abstracción del conocimiento y modelado y el flujo conversacional. Se obtuvo como resultado una propuesta de definiciones matemáticas para modelar los elementos de la conversación, conflictos de resolución, procesos de razonamiento y así conseguir un marco de trabajo independiente.

Los dispositivos de asistencia virtual como *Google Assistant*™ y *Alexa* se volvieron entre los consumidores, los usuarios logran activar la interacción de con la maquina mediante el uso de palabras de activación como “Alexa” u “Ok Google”. Esta interacción dispone una barrera de accesibilidad para las personas que presentan trastornos auditivos impulsado a la mejora de las tecnologías de reconocimiento de lenguajes de señas. En [24] se realizó la propuesta para

examinar la interacción de los usuarios con sordera o problemas de audición y el uso de dispositivos de asistencia virtual que son capaces que comprender comandos de lenguaje de señas, donde se evaluaron los prototipos de interacción basado en el enfoque de Wizard-of-Oz y se confirmó la identificación de los diferentes factores de preferencia de cada uno de los enfoques propuestos. Como resultado se aportó información empírica de las interacciones y la resolución de los usuarios, se proporcionó una guía para el diseño de sistemas basados en estos prototipos.

Las pantallas inteligentes amplifican lo que se concibe como un altavoz inteligente para el hogar que incluye una pantalla táctil, otorgando al usuario una forma visual de las diferentes variantes que existen que solo proveen una salida auditiva e invisible para los usuarios. En [25] se elaboró un estudio empírico sobre las interacciones de los usuarios con pantallas inteligentes donde el agente inteligente interpretó a una representación humanoide. Se realizó la comparación de tres escenarios distintos con un grupo experimental y se obtuvo información de datos cuantitativos donde se demostró que la visualización del agente en pantalla no afecta la experiencia del usuario, desde otro punto, la información que se obtuvo de datos cualitativos presentó perspectivas variadas por parte de los usuarios. Como se resultado se discutió los desafíos y puntos potenciales de incorporar agentes en pantallas inteligentes, se analizó la presencia constante en pantalla, los comentarios recabados y como se influyó en la amabilidad de los usuarios.

El uso de asistentes virtuales como Alexa de Amazon, Google Home de Google, Siri de Apple y Cortana de Microsoft, se volvió en gran medida parte de la vida cotidiana de las personas, estos asistentes proporcionan información que se obtienen mediante la interacción vocal de los usuarios mediante comandos, sin embargo, no logran brindar información de un dominio específico y solo otorgan información que se considera genérica. Slemp en un asistente virtual propuesto en [26] para su uso en grandes organizaciones que cuentan fuertes regulaciones del manejo de la información y que poseen una gran cantidad de reglas y reglas únicas de la organización. El asistente virtual Slemp pudo capturar de los usuarios información de la organización de forma sencilla y se utilizó para proporcionar respuestas de carácter específico

a los usuarios que pertenecen a la organización. Se demostró que el desarrollo y diseño de Slemp no se adoptó de manera sencilla a organizaciones del mismo rubro.

La utilización de asistentes virtuales los cuales se encuentran integrados en teléfonos inteligentes se encuentra en un creciente aumento, al mismo tiempo, su difusión logró obtener un impacto de carácter positivo acorde a la accesibilidad de los dispositivos, a pesar de esto, la personas que presentan trastornos del habla o disartria no logran interactuar de manera eficiente con estos asistentes virtuales. En [27] se investigó el punto donde las personas con disartria inducida por esclerosis lateral amiotrófica (ELA) son comprendidas y se obtuvieron respuestas congruentes de tres asistentes virtuales integrados en teléfonos inteligentes. Se enfocó en el reconocimiento del habla disártrica italiana para el estudio del comportamiento de los asistentes virtuales. Se obtuvo una serie de grabaciones muestra de personas con disartria para identificar las diferencias en términos de reconocimientos de voz de los asistentes virtuales y la congruencia de sus respuestas. Como resultado se acentuó un desempeño desigual entre los asistentes virtuales, el reconocimiento de voz del asistente de Google presentó un 25% de fiabilidad de la tasa de error por palabra, mientras que Siri obtuvo respuestas coherentes un 60% de las veces.

En [28] se presentó el desarrollo de una aplicación mediante un agente conversacional inteligente para el mejoramiento de la accesibilidad de la información dentro de un museo, donde se buscó brindar un contexto cultural, la arquitectura de la aplicación, los rasgos de implementación que presentan un desafío, así como los comentarios de los visitantes. Se creó un agente virtual inteligente que interactuó con los usuarios en un lenguaje natural hablado, donde se implicó el diseño del núcleo que se basó en inteligencia artificial para comprender el idioma rumano. Se realizó una encuesta sobre la aprobación turística del agente virtual en las instalaciones del museo “Casa Muresenilor” en Brasov, obteniendo niveles de aceptación buenos por partes de los visitantes y del personal, se determinó que la flexible implementación que presentó el sistema permite su uso en diferentes instancias interesadas con el uso de mejoras o modificaciones menores.

En [29] se realizó un estudio para el desarrollo de un diseño de interacción para los tableros inteligentes en la industria manufacturera debido a la falta de interrelación entre los usuarios y los tableros en base al esfuerzo humano para recabar información relacionada a indicadores para

la mejora del rendimiento de procesos y la eficiencia de los recursos. Se elaboró un tablero compuesto por una estructura de tres capas: capa de datos, capa de procesamiento y capa de presentación. Se implementó un asistente virtual que desempeño el papel de mediador entre el usuario y el panel de control, se brindó una interfaz de usuario basado en lenguaje natural para la comunicación con los usuarios y se logró una interacción entre los usuarios, así como también el reconocimiento del personal relevante. Se observó, en comparación con la interacción hombre-maquina tradicional, la facilidad de uso del diseño presentado y la experiencia intuitiva que generó entre los usuarios, al igual que la fiabilidad de que los datos presentados de forma correcta y oportuna.

La inteligencia artificial muestra un progreso significativo y creciente durante los últimos años en especial el área que corresponde al procesamiento del lenguaje natural. La inteligencia artificial incorporada en los asistentes virtuales tiene como base la computación en la nube se comunica con los usuarios por medio del lenguaje natural, estos dispositivos son incorporados en los hogares actualmente debido a la facilidad de uso e interacción y que se comienzan a utilizar en escuelas y universidades. En [30] se realizó una investigación para estudiar la integración de los asistentes virtuales con inteligencia artificial en la educación, desafíos y limitantes que presentan. Se concluyó que el papel de estos dispositivos y su uso en las aulas está en una etapa temprana de investigación, ya que es necesaria la capacitación del personal docente para integrarlos en las aulas y la implementación de filtros de protección para alumnos.

Actualmente la educación investiga los beneficios y herramientas que la nueva era tecnología que se vive en estos días le ofrece, al igual que las habilidades tecnológicas que han adquirido los estudiantes de la actual generación, en [31] se describieron los diferentes asistentes virtuales utilizados como herramientas educativas y su contribución con los procesos de enseñanza aprendizaje. Se presentó un análisis de cada una de las características de los asistentes virtuales desarrollados por diferentes compañías y su uso en la educación. Se propuso implementar asistentes virtuales y su impacto en el desempeño educativo. Se concluyó que es importante realizar una planificación curricular para la integración de los asistentes virtuales para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y evitar transformarlos en agentes distractores., y es

necesario considerar la accesibilidad de estos dispositivos, su ubicación y la conexión a internet de las escuelas.

El uso de chatbots en los negocios es una práctica popular debido a la reducción de costos del servicio al cliente y al volumen de usuarios que maneja. Sin embargo, su uso en el área de la educación se encuentra en una etapa tempana. Los universitarios tienen actividades recurrentes que son exigentes y que no se puede afrontar sin una asistencia o apoyo oportuno. En [32] se realizó un asistente virtual inteligente que otorgó soporte de manera inmediata y de forma continua a estudiantes, profesores y personal académico. Se verificó y comprobó el modelo propuesto en donde los participantes de tres instituciones académicas participaron en el proyecto piloto. Se concluyó que el uso de chatbots con integración de inteligencia artificial en sistemas de gestión de educación disminuyó los tiempos de búsqueda de información y permitió a los profesores monitorear su aplicación en la enseñanza de forma efectiva.

El aprendizaje de lenguajes extranjeras mediante el uso de aplicaciones de sistemas conversacionales automáticos o chatbots aún es escaso, en [33] se construyó un chatbot denominado English Practice el cual se dedicó de manera directa a estudiantes del idioma extranjero inglés, este agente se instaló en dispositivos móviles para interaccionar con los usuarios por medio de una ventana de chat, el cual recordó de forma automática a los estudiantes estudiar y sugirió respuestas a preguntas con múltiples respuestas, así como la capacidad de brindar apoyo que requirieron aprender nuevas lecciones o ampliar su vocabulario. Se mostró que el uso de las funciones básicas del sistema y permitió una fiabilidad para mejorarlo.

En [34] se describió un prototipo de asistente virtual educativo (AVE) destinado a incrementar el involucramiento de las personas en el control de la diabetes, mediante una educación continua, recomendaciones y la interacción. El AVE tuvo como objetivo reducir los acontecimientos críticos, motivando a las personas a llevar nuevas formas de control de la diabetes pasa mejorar su calidad de vida. Se capacitó el AVE en función del material educativos estándar y se llevó a la practica en base a técnicas de procesamiento de lenguaje natural que manifiestan la utilización de comprensión de lenguaje natural por medio del aprendizaje automático. Se desarrolló en una aplicación de autocontrol de la diabetes y se probó dentro del programa Chrodis Plus JA. Como resultado el prototipo arrojó opiniones positivas y comentarios para su mejora, se recomendó

probar el prototipo con personas mayores y la incorporación del lenguaje automático para brindar un flujo de comunicación más adecuado.

La pandemia ocasionada por el SARS-Cov-2 afecto de manera considerable diferentes áreas del mundo tanto académicos como financieros, académicamente el aprendizaje se volvió un problema y esto derivó a una alta tasa de deserción escolar, produciendo problemas económicos, esto ocasionó que estudiantes que deseaban acceder a la educación privada no lo hicieran. En [35] se propuso la integración de un Chatbot que usó inteligencia artificial para administrar las tareas, así como de proveer información académica de cursos, reducir la carga administrativa, mejorar la experiencia del usuario y alentar a las personas a sentirse parte del colegio. Se obtuvieron como resultados del método propuesto la efectividad del uso de chatbots en el manejo de la administración y con la integración de la Inteligencia artificial se logró aprender de una manera no supervisada, ya que se creó un sistema versátil para establecer conexiones entre las preguntas y la coherencia de las preguntas de los usuarios.

En la actualidad los docentes disponen de varios recursos que son de apoyo para comunicar un tema y así realizar las clases más atrayente, El acercamiento en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) no es suficiente para la mejora de la docencia, porque lo que es imprescindible realizar una evaluación y medir el impacto y sus beneficios. En [36] se investigó la eficacia de las respuestas devueltas por asistentes virtuales con voz, como Google Nest o Amazon Echo, aplicado como material de apoyo para docentes de la asignatura de Tecnología en la Educación Secundaria Obligatoria con alumnado real. Se logró comprobar que la utilización de asistentes de voz en la asignatura brindó respuestas limitadas, puesto que no lograron responder a respuestas especificas plateadas por los alumnos, al igual que la coherencia y validez de la información que se obtuvo a cambio, a pesar de que la opinión del alumnado en el uso de los asistentes virtuales fue positiva y homogénea.

En [37] exploró la forma del proceso de aprendizaje del idioma inglés en estudiantes de primario con el uso de asistente virtual de voz Amazon Echo Dot, como herramienta para apoyar en el aprendizaje de idiomas. Se desarrolló un skill que incorporó el material contenido en libros de texto del idioma inglés para conseguir la interacción de los participantes mediante el uso de la voz. Con los datos obtenidos de los registros del Amazon Echo Dot se logró observar las

preferencias y patrones de los estudiantes. Se llevó a cabo un experimento con duración de un semestre de donde se registró una colección de datos sometidos a métricas de transcripción para examinar los registros de voz y de usuario. Esto aportó el conocimiento para analizar el contenido de la información de manera detallada y se logró comprender el proceso de aprendizaje.

La tabla 2.1 contiene información comparativa de los artículos más relevantes que están relacionados con el proyecto de tesis con el fin de observar las semejanzas y discrepancias más importantes.

Tabla 2.1 *Análisis comparativos de artículos relacionados.*

Articulo	Problema	Contribución	Tecnología	Resultados	Estado
Ballati F. *et al* [27]	Reconocimiento del habla italiana en personas con problemas de disartria	Investigación para el identificar el desempeño de los asistentes virtuales	Siri en un IPhone 7, Google Assistant en un Samsung A5, Cortana en un Lumia 910	El comportamiento de los asistentes virtuales es diferente y la precisión de la transcripción varía dependiendo el usuario.	Terminado
Duguleană, M., Briciu *et al* [28]	La accesibilidad de la información dentro de un museo de historia.	Desarrollo de un agente conversacional con inteligencia artificial.	Simulink, Node.js, Google cloud speech, RASA, ,	Mejora en el acercamiento de la herencia cultural mediante el uso de inteligencia artificial.	Terminado
J.-S. Jwo *et al* [29]	La falta de información que se presenta en un tablero de control, interacción con los usuarios y uso limitado de la herramienta de control.	Desarrollo de un dashboard con integración de asistencia virtual.	RFID, API, AngularJs, API RESTful, Node.js, Google Cloud Speech, Microsoft Bot platform with LUIS	El dashboard permite realizar consultas especializadas con el soporte del asistente virtual.	Terminado

Articulo	Problema	Contribución	Tecnología	Resultados	Estado
Terzopoulos, G. *et al*.[30]	Estudiar las capacidades de los asistentes virtuales dentro de un salón de clases.	Estudio del análisis de las características de los asistentes virtuales.		La eficiencia en el uso de los asistentes virtuales en el proceso de aprendizaje presenta retos.	Terminado
Omar Cóndor-Herrera *et al* [31]	Describir los diferentes asistentes virtuales que pueden ser usados como herramienta educacional.	Estudio de los asistentes virtuales y su contribución el de proceso de enseñanza aprendizaje		Detección de las características de los asistentes virtuales y su usabilidad en la educación	Terminado
Mekni, M *et al* [32]	Bajo rendimiento de los estudiantes derivado de la administración del tiempo e información durante la etapa de formación educativa.	Desarrollo de un asistente virtual para estudiantes, personal y académicos	DialogFlow, Wit.ai, Watson Conversation, Microsoft Bot platform with LUIS, Amazon Lex, MySQL, NodeJS, HTML.	La integración de un chatbot brinda información de forma más efectiva en conjunto con sistemas de gestión de aprendizaje.	Terminado
Pham, X *et al* [33]	Uso limitado de agentes inteligentes "*chatbots*" en el aprendizaje del idioma inglés.	Desarrollo de un *chatbot* para la enseñanza del idioma ingles	*Google Cloud Datastore, Firebase, Dialogflow, API.ai,*	La interacción con el chatbot fue positiva, pero es difícil de usar sin haberla usado antes.	Terminado

Articulo	Problema	Contribución	Tecnología	Resultados	Estado
Anastasiadou, M *et al* [34]	Falta de estrategias para la gestión de información y control de la diabetes.	Desarrollo de un prototipo de asistencia virtual educacional.	Rasa, SQL	Interés por parte de los usuarios del rendimiento y funcionalidades del asistente virtual	Terminado
J., Mullo-Ca *et al* [35]	Problemas académicos relacionados con la pandemia de COVID-19 y la deserción escolar	Desarrollo de un *chatbot* para apoyar en aspectos administrativos de una universidad	*DialogFlow*, *Chatfuel*, LUIS or *Wit.ai*	Es efectiva la implementación de un *chatbot* para la gestión administrativa de la información	Terminado
M. del S. Pérez *et al* [36]	Falta en la mejora de la enseñanza a través de las tecnologías de información y comunicación	Estudio para determinar la eficacia de las respuestas de los asistentes virtuales.	Alexa, Google Assistant	Se muestran limitaciones en relación a las respuestas que brindan los asistentes virtuales	Terminado

El uso de los asistentes virtuales no es exclusivo de una sola área de estudio, sino que su uso se extiende dependiendo del alcance y la problemática la cual se aborda, dentro del área de la educación el uso de dispositivos en combinación con los asistentes virtuales mejora en gran medida la administración y recuperación de la información, brinda asistencia no presencial a los usuarios que requieren datos institucionales y se adapta con facilidad a diferentes departamentos académicos e inclusive en asignaturas en donde el uso de la voz es necesaria para comprender los contenidos.

2.3 Solución propuesta

Considerando las características y las funcionalidades requeridas para el trabajo de tesis, la idea de solución principal es desarrollar una aplicación skill que realice el proceso de estimación de comprensión lectora mediante el uso del dispositivo de asistencia virtual con pantalla integrada *Echo Show 8* y *Alexa*. La aplicación, desarrollada bajo la metodología *Scrum*, presentará mediante interfaces gráficas pruebas de evaluación al usuario a través de diferentes textos para su lectura y posterior evaluación, utilizando *TypeScript* como lenguaje de programación y *MongoDB* como sistema de base de datos. El *quiz* se empleará como instrumento de evaluación cuantitativo, proporcionando retroalimentación al usuario y presentando un puntaje en pantalla basado en el valor resultante de cada unidad de análisis de la lectura, evaluado en cada reactivo. La selección de estas tecnologías, junto con el framework de *Jovo* para el desarrollo de la aplicación, se ha realizado tras un análisis de metodologías y tecnologías compatibles para la elaboración de la propuesta de solución.

2.3.1 Lenguajes de programación

Typescript es un lenguaje de programación de código público desarrollado por Microsoft que permite crear aplicaciones en basadas en JavaScript que admite usar código ya realizado en JavaScript y agregar algunas funciones como la verificación de tipos de datos [43], es un compilador que traduce las instrucciones de un lenguaje a otro, es un lenguaje de tipado que permite crear tipos genéricos de datos o interfaces, uso de módulos, tuplas y decoradores. De igual forma, la programación orientada a objetos de su sintaxis es similar a la de otros lenguajes y agrega el uso de modificadores de acceso y clases abstractas.

2.3.2 Framework

El marco de trabajo de código abierto llamado Jovo, permite la construcción de experiencias de chat y voz para trabajar entre dispositivos y plataformas, es altamente personalizable y las herramientas que ofrece se adaptan tanto para desarrolladores que trabajan de manera individual como para equipos de desarrollo con flujos de trabajo profesional y robustos. Incluye una interfaz de línea de comandos, *staging*, unidades para realizar pruebas y un depurador basado en navegador. Ofrece una gran variedad de integraciones para implementar, crear y mejorar las aplicaciones en Jovo [45].

2.3.3 Sistema gestor de base de datos

MongoDB es un sistema de base de datos NoSQL orientado a documentos de código abierto y está escrito en C++ y que guardar los datos en tablas con estructuras de datos BSON que son similares a JSON, y que presentan un esquema dinámico. Al ser un proyecto de código público, los archivos binarios se encuentran disponibles para los sistemas operativos Windows, GNU/Linux, OS X y Solaris siendo en múltiples desarrollos o implementaciones en empresas [55].

2.3.4 Metodologías de desarrollo de software

Scrum es una metodología de desarrollo empleada en el desarrollo de software basado en procesos incrementales e iterativos. Es un marco de desarrollo ágil flexible y adaptable, diseñado para entregar productos de valor al cliente a lo largo del desarrollo del proyecto. Su principal objetivo es cumplir las necesidades de los clientes por medio de un ambiente de transparencia en la comunicación, una responsabilidad colectiva y el progreso continuo. El desarrollo se origina de una idea global de lo que se necesita elaborar o construir, creando una lista ordenada de características por prioridad (*product backlog*) que se desean obtener [58].

Esta metodología consta de una serie de eventos que funcionan para mejorar la colaboración, la adaptación y la inspección, para entregar de manera constante productos de valor con respecto a las necesidades del cliente. Estos eventos se describen a continuación.

Sprint: Un período de tiempo fijo, generalmente de 2 a 4 semanas, en el que se realiza el trabajo en el producto. Durante el *Sprint*, se desarrolla un conjunto de características priorizadas del *Product Backlog.*

Reunión de Planificación del *Sprint* (*Sprint Planning*): Al inicio de cada *Sprint*, el equipo se reúne para definir las metas del *Sprint* y seleccionar las tareas del *Product Backlog* que se comprometen a completar durante el *Sprint*.

Reunión Diaria de *Scrum* (*Daily Scrum*): Estas son reuniones diarias cortas en las que el equipo se sincroniza, discute el progreso y los obstáculos para el trabajo en curso.

Revisión del *Sprint* (*Sprint Review*): Al final de cada *Sprint*, el equipo muestra el trabajo completado al *Product Owner* y otros interesados, y se recopila retroalimentación para futuros ajustes.

Retrospectiva del *Sprint* (*Sprint Retrospective*): Después de la Revisión del *Sprint*, el equipo realiza una retrospectiva para analizar lo que funcionó bien y lo que necesita mejorar en el proceso de desarrollo.

2.3.5 Instrumentos o estrategias de evaluación

El quiz, también conocido como cuestionario corto, es una estrategia de evaluación que consiste en un conjunto reducido de preguntas cuidadosamente diseñadas. Por lo general, se asigna un tiempo limitado para su completitud y su propósito es evaluar el conocimiento o habilidades particulares del individuo que lo responde. Esta herramienta se revela especialmente útil en la educación a distancia, donde permite medir de manera eficiente y rápida la comprensión y retención de información, así como las habilidades adquiridas.

Capítulo 3. Aplicación de la metodología

En el siguiente capítulo se presenta el desarrollo de la aplicación tomando en cuenta la información, componentes y elementos obtenidos del estado de la práctica.

3.1 Descripción de la solución

Teniendo en cuenta el objetivo general del proyecto de tesis, se describe la propuesta de solución utilizando la metodología Scrum.

Se realiza la determinación de requerimientos con las características mínimas que la aplicación debe de cumplir tomando en cuenta las capacidades actuales que brindan los dispositivos de asistencia virtual, para así formar un *Sprint backlog* o selección de tareas con el conjunto de funcionalidades, de acuerdo a las descripciones de los requerimientos o historias de usuario que se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 *Descripción de tareas o historias de usuario.*

Identificador de historia	**Rol**	**Funcionalidad**	**Tareas**
ID-01	Como un usuario	Registro en la aplicación skill a través de un formulario de ingreso	Diseñar la función de registro.
			Codificar la función de registro.
			Probar la función de registro.
ID-02	Como un usuario registrado	Búsqueda en la aplicación skill mediante un código de acceso	Diseñar la función de búsqueda.
			Codificar la función de búsqueda.
			Probar la función de búsqueda.
ID-03		Visualización de resultados de	Diseñar la interfaz de perfil de usuario, con los resultados de evaluación.

Identificador de historia	Rol	Funcionalidad	Tareas	
	Como un usuario registrado	comprensión lectora por cada unidad de análisis de la lectura	Codificar la función para la recuperación de datos de usuario.	
			Probar la interfaz de perfil y la función de recuperación.	
ID-04	Como usuario registrado	Realización una lectura de comprensión para después ser evaluado por medio de un quiz	Mostrar textos de evaluación	Diseñar la interfaz de textos.
				Codificar la función de recuperación de textos.
				Probar la interfaz y función de textos de evaluación.
			Evaluación	Diseñar la interfaz de preguntas y respuestas.
				Codificar la función de preguntas y respuestas.
				Probar interfaz y función de preguntas y respuestas.
			Almacenamiento de datos	Diseñar la función de registro de respuestas.
				Codificar la función de registro de respuestas.

Identificador de historia	Rol	Funcionalidad	Tareas	
				Probar la función de registro de respuestas.
ID-05	Como usuario registrado	Visualización de recomendaciones para mejorar la comprensión lectora	Diseñar la interfaz de recomendaciones	
			Codificar la función de recomendaciones	
			Probar la interfaz y función de recomendaciones	

Una vez identificadas las tareas obtenidas de las historias de usuario, se elaboran los *sprints* para cubrir los requerimientos del cliente. Cada uno de estos *sprints* se planean de manera que cumplan con los objetivos del proceso de desarrollo del proyecto de tesis. A continuación, se enumera cada iteración de manera detallada.

1. Determinación de requerimientos
2. Desarrollo conceptual de la aplicación
3. Análisis de textos de evaluación y recomendaciones.
4. Desarrollo de funcionalidades de la aplicación skill.
5. Aplicación de caso de estudio

3.1.1 Sprint 1 Determinación de requerimientos

La primera iteración o *sprint* se integra de la identificación de las funcionalidades principales de la aplicación skill. Las actividades que se realizan durante este *sprint* se muestran en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 *Primera iteración (Sprint 1)*

SPRINT	**1**
NOMBRE	Determinación de requerimientos
TAREAS	Análisis de requerimientos de la aplicación skill
FINALIDAD	Definir las funcionalidades principales de la aplicación.
ESTADO	Terminado

Se tiene como objetivo de la aplicación permitir la presentación de textos de comprensión para calcular el nivel de comprensión lectora haciendo uso de dispositivos inteligentes los cuales integren un asistente virtual para la recolección de los datos e información de los usuarios. Los usuarios son personas que se encuentren en algún nivel de educación básica, media o superior y que pretendan obtener una estimación del nivel de comprensión lectora que poseen. Estos usuarios interactúan con un dispositivo físico que permite la visualización, interacción y captura de información durante el uso de la aplicación.

3.1.1.2 Diagrama de casos de uso

Tomando en cuenta los requesitos funcionales de la aplicación, se presentan los actores y la interacciones con el sistema mediante un diagrama de casos de uso general, este se representa en la figura 3.1

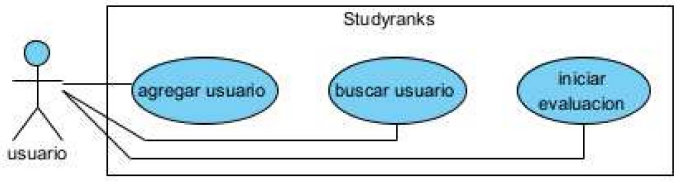


Figura 3.1 Diagrama de casos de uso Studyranks

3.1.2 Sprint 2 Desarrollo conceptual de la aplicación

En el siguiente *sprint*, se realiza una descripción de la arquitectura de la aplicación, el esquema de base de datos y los diseños de las interfaces gráficas de los componentes del sistema.

Tabla 3.3 *Segunda iteración (Sprint 2)*

SPRINT	**2**
NOMBRE	Desarrollo conceptual de la aplicación
TAREAS	Desarrollar el diseño conceptual de la aplicación.
FINALIDAD	Identificar la arquitectura, flujo de trabajo, esquema de almacenamiento e interfaces de la aplicación
ESTADO	Terminado

3.1.2.1 Diagrama de clases

En esta sección se presenta el diagrama de clases que es una representación de los datos almacenados y que forman parte del perfil de cada usuario.

La figura 3.2 muestra la estructura general de la aplicación donde se presentan las clases de usuario y resultados. La clase usuario tiene como atributos, un _id el cual es el identificador único del documento y que hace referencia al usuario, un nombre el cual está compuesto de un arreglo de datos el cual contiene nombre y se puede ampliar para agregar los atributos de apellido paterno y apellido materno, un campo de edad del usuario y escolaridad o último grado de estudios.

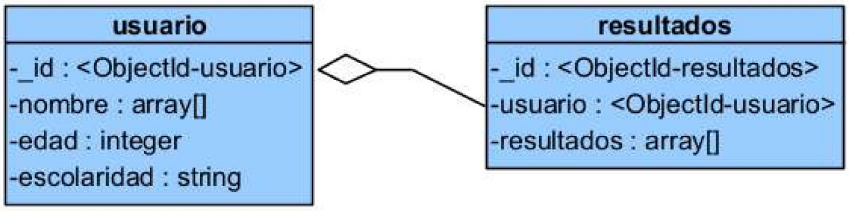


Figura 3.2 Diagrama de clases Studyranks.

3.1.2.2 Diagrama de actividades

El comportamiento de la aplicación y la interacción del usuario se representa en la figura 3.3 en donde como evento inicial, el usuario realiza la primera acción mediante el uso de la voz utilizando la palabra de invocación o *invocation name* para ejecutar la aplicación el dispositivo, si esta acción es reconocida por el asistente virtual en el dispositivo se redirecciona al componente principal de la aplicación, en caso contrario, el dispositivo de asistencia virtual responde que el comando no es reconocido o que no existe ninguna *skill* con ese nombre asignada a esa cuenta.

Una vez reconocido el comando o instrucción de voz, se realiza la segunda interacción en donde el usuario indica la acción buscar o registrar, mediante el uso de una frase definida en el modelo de entrenamiento y que apunta hacia la acción que se desea realizar denominado *intent*, y que redirige hacia el componente seleccionado. Si la acción es buscar, el componente solicita un número de identificación con el cual se realiza la consulta en la base de datos, por otro lado, si la acción requerida es registrar, el componente solicita al usuario los datos los cuales son almacenados en una entidad o *entity*. Una entidad es una representación de un espacio de memoria en el que se almacenan datos de un tipo definido dentro del modelo de interacción de Jovo y que posteriormente es transformada a una ranura o *slot* de Amazon Alexa.

Al finalizar la búsqueda o registro de los datos del usuario en la base de datos, estos se despliegan de forma visual en la pantalla del dispositivo en el perfil del usuario mediante el uso del Lenguaje de Presentación de Alexa o *Amazon Presentation Language* (APL), en este componente se muestran los últimos valores almacenados de las pruebas de evaluación. Como paso siguiente el usuario puede enviar una instrucción de voz para comenzar la prueba o en caso contrario salir de la aplicación. El usuario al proseguir con la evaluación se muestra de forma visual mediante APL un conjunto de instrucciones que el usuario debe de cumplir al realizar la prueba, cuando se encuentre listo el usuario le indica al asistente virtual dar inicio a la evaluación mediante un comando de voz, una vez finalizada la prueba de comprensión de textos el dispositivo muestra en pantalla un conjunto de recomendaciones para mejorar las unidades de análisis de la lectura, al terminar las recomendaciones el usuario puede salir de la aplicación o en su caso, regresar a su perfil para ver sus resultados o comenzar otra prueba.

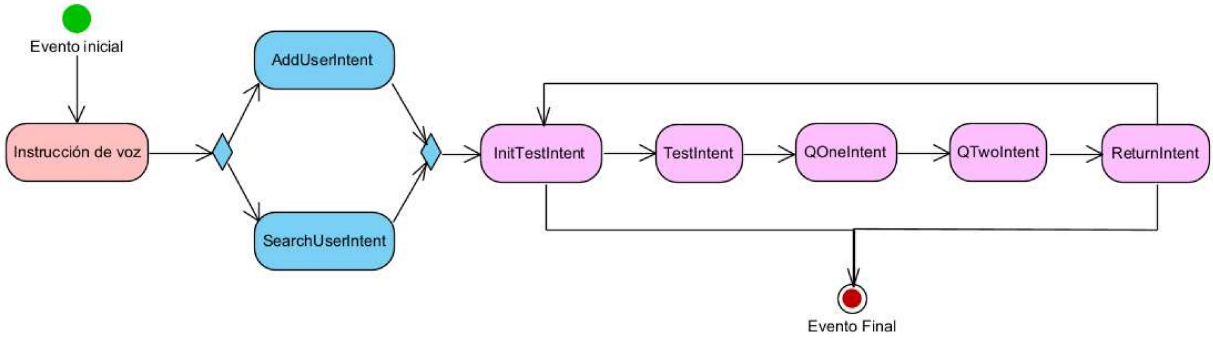


Figura 3.3 Diagrama de actividades de Studyranks.

3.1.2.3 Diagrama de secuencia

El proyecto de aplicación incorpora el framework Jovo, el cual permite una interacción flexible y fluida con los usuarios. Este marco de trabajo, permite la creación de aplicaciones conversacionales multiplataforma, una vez que el usuario realiza una instrucción de voz dirigida al dispositivo inteligente, se realiza un reconocimiento de la instrucción mediante el uso de NLU (*Natural Language Understanding*) o Entendimiento de Lenguaje Natural que se transmite a Jovo, el componente de aplicación en Jovo se conecta a la base de datos en donde realiza una petición y consulta.

Finalmente, la base de datos regresa una respuesta a Jovo que se transmite al asistente virtual del dispositivo y que lo muestra de forma visual y auditiva utilizando NLG (*Natural Language Generation*) o generación de lenguaje natural.

En la figura 3.4 se presenta el diagrama de secuencia en donde se muestra la interacción del usuario con la aplicación y que previamente fue explicado.

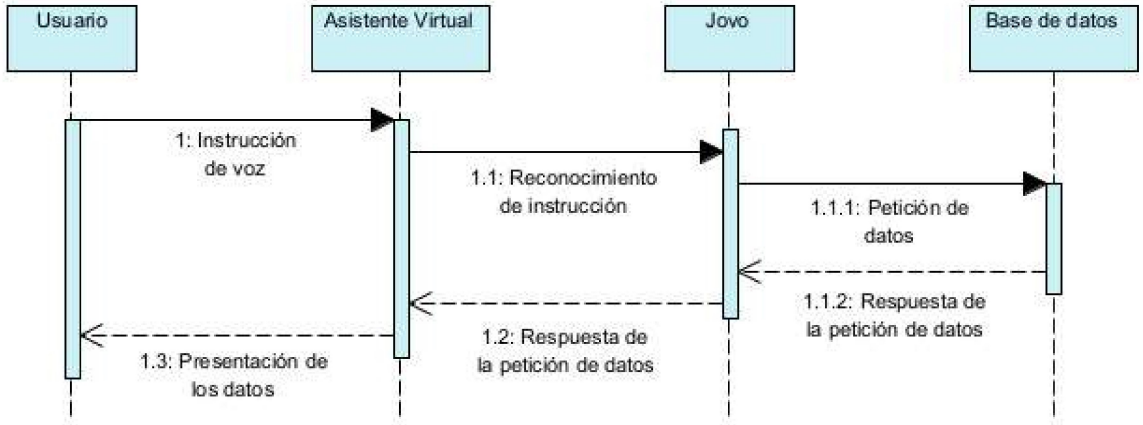


Figura 3.4 Diagrama de secuencia del usuario con la aplicación Studyranks.

3.1.2.4 Arquitectura de la aplicación

La arquitectura del sistema representada en la figura 3.5 muestra la distribución y ordenamiento de los componentes de la aplicación de asistencia virtual. El usuario realiza la interacción mediante el uso de la voz utilizando el nombre de invocación para iniciar la aplicación o solicitar información almacenada en la base de datos, el dispositivo hace una petición al servicio de AWS Lamba, el cual permite la ejecución de código sin la necesidad de un servidor en ejecución o *serverless*, para obtener los recursos que se encuentran en los Servicios Web de Amazon (AWS) como *Cloudfront*, encargado de entregar el contenido de forma global de archivos multimedia, de *S3 Bucket*, donde se realiza un almacenamiento del contenido de manera escalable en la nube, y finalmente IAM, que administra el acceso a los recursos de AWS. En el diagrama se aprecia que la función *Lamda* realiza una petición al modelo de Jovo donde se contiene la lógica de la aplicación para recuperar el conjunto de textos de comprensión al igual que se realiza la conexión a la base de datos. Las respuestas a cada una de estas peticiones son devueltas a la función lambda que se encarga de transferirlas al asistente virtual y al dispositivo que lo interpreta en forma audiovisual.

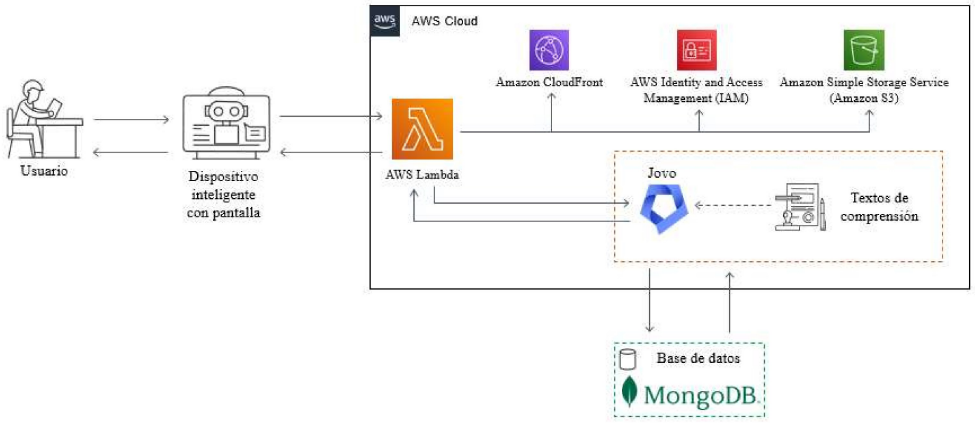


Figura 3.5 Arquitectura de la aplicación Studyranks.

3.1.2.5 Base de datos

Debido a la cantidad de datos y la complejidad con la que necesitan ser almacenados, los cuales provienen de la realización continua de evaluaciones mediante la aplicación y el asistente virtual, se utiliza una base de datos que se adapte y permita un crecimiento a la medida, tomando en cuenta lo anterior, se decidió utilizar un esquema de datos no relacional con el gestor de base de datos MongoDB, el cual presenta una amplia flexibilidad, rendimiento y escalabilidad en el manejo y almacenamiento de los datos. Entre las ventajas que presente este tipo base de datos es la desarrollo y despliegue rápido, con el uso de *clústeres* o grupos de servidores que se encargan de administrar los datos al unísono, permite almacenar la información en diferentes servidores en lugar de establecerlo en un servidor dedicado. El alto rendimiento que presenta en el uso de documentos y colecciones para distribuir y almacenar la información, sin tener que depender de un sistema estructural como se presenta en las bases de datos relacionales.

Se hace uso del servicio en la nube de MongoDB Atlas para la creación de un clúster de datos, ya que brinda una creación rápida del grupo al igual que cuenta con diferentes niveles de seguridad que aseguran el rendimiento y disponibilidad de los datos. Para la conexión de la aplicación con la base de datos se utilizó el complemento que otorga el framework de Jovo y que otorga un enlace rápido sin la necesidad de realizar configuraciones externas. En la tabla

3.1 se encuentran definidas las colecciones registradas en el clúster de MongoDB, mientras que en la figura 3.6 se muestran los elementos que contienen cada una de las colecciones.

Tabla 3.4. Descripción de colecciones de la base de datos.

Colección	Descripción
usuario_collection	Grupo de documentos en donde se almacenan la información correspondiente al usuario.
resultados_collection	Grupo de documentos en donde se almacenan los datos resultantes de las pruebas de evaluación.

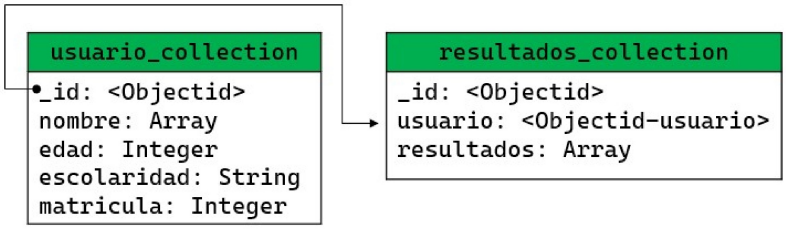


Figura 3.6 Esquema de base de datos en MongoDB.

3.1.2.6 Diseño de interfaces

En cuestión de interfaces gráficas se toma en cuenta que la aplicación se encuentra enfocada a dispositivos de asistencia virtual que cuentan con pantalla, como los son los dispositivos de la familia Echo Show, Echo Spot, y también los que integren asistencia virtual como televisores y tablet´s. En la siguiente sección, se presenta un prototipo de diseño de las interfaces a utilizar en la aplicación dirigido al dispositivo Echo Show 8 de Alexa.

Mockup o bosquejo

En la figura 3.7 se hace referencia a la pantalla inicial o de bienvenida de la aplicación, esta interfaz presenta una primera ventana de bienvenida al usuario con elementos informativos, para este ejemplo, se hace referencia al nombre de la aplicación y una descripción breve sobre el propósito de la aplicación.



Figura 3.7 Pantalla de bienvenida.

En esta pantalla, se muestran atajos o ayudas que hacen referencia hacia la siguiente acción y que lo dirigen hacia los *intents* para continuar con el ciclo de interacción con la aplicación. Realizada la instrucción de voz por parte del usuario, existen dos opciones que conducen al usuario hacia la siguiente interacción, la primera es registrar un usuario en donde se le solicitan sus datos para ser almacenados en la base de datos. La segunda opción corresponde a la buscar un usuario y es en donde se le solicitan los datos para buscarlo en la base de datos en caso de que se encuentre registrado.

La figura 3.8 muestra la pantalla de perfil en donde despliega la información de usuario, así como también los últimos resultados obtenidos de las evaluaciones de comprensión, las unidades a evaluar se integrar en tres elementos los cuales otorgan un porcentaje y que es promediado para obtener un resultado general.

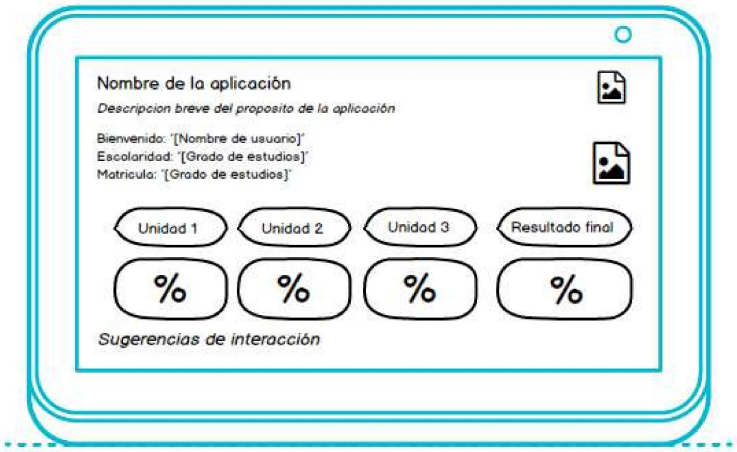


Figura 3.8 Perfil de usuario con recuperación de resultados.

En la figura 3.9 se aprecian las instrucciones previas para realizar la evaluación de comprensión lectora, en esta pantalla se muestra un botón que se pretende sea activado por voz o mediante una interacción física con el dispositivo, de igual manera se muestra un texto breve que el usuario tiene que leer previo a comenzar con las preguntas de evaluación, cada texto cuenta con un conjunto único de preguntas y respuestas.

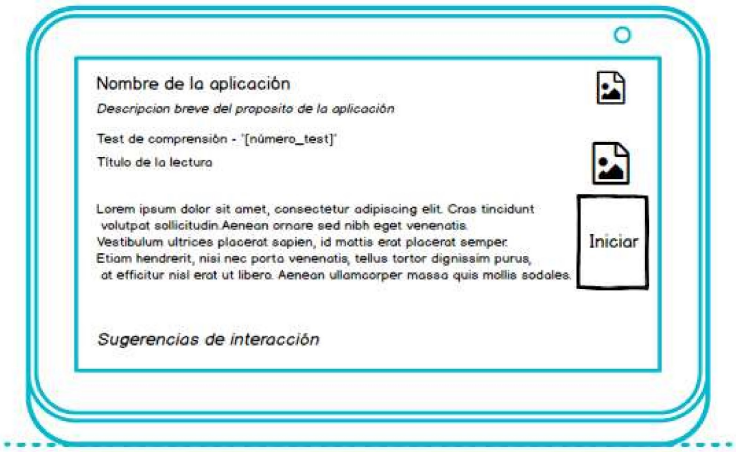


Figura 3.9 Instrucciones e inicio de evaluación.

La figura 3.10 presenta en pantalla el conjunto de preguntas y respuestas correspondientes al texto de evaluación que fue mostrado en la interfaz de instrucciones, cada uno de los reactivos tiene una ponderación predefinida.

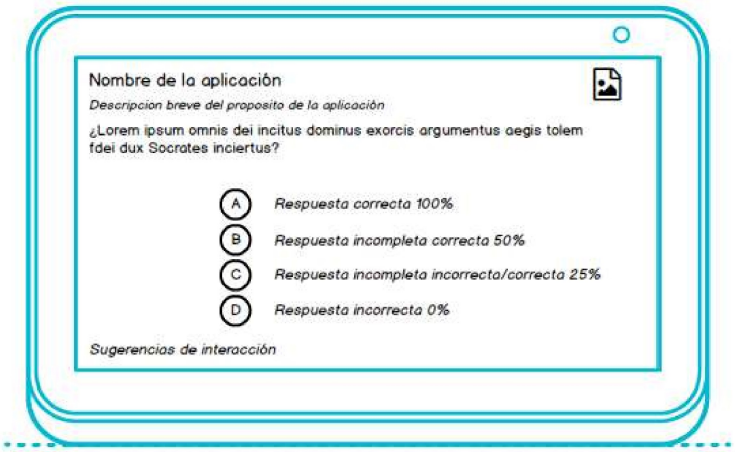


Figura 3.10 Preguntas de evaluación y respuestas ponderadas.

Finalmente, en la figura 3.11 se despliega en pantalla una recomendación breve para mejorar el proceso de comprensión lectora, acompañado de un elemento ilustrativo que hace alusión al texto presentado en pantalla.



Figura 3.11 Recomendaciones para mejorar la comprensión lectora.

3.1.2.7 Implementación

En esta sección se detalla el desarrollo de las interfaces gráficas de la aplicación de asistencia virtual que corresponden a los componentes y los parámetros que son enviados para ser traducidos por el dispositivo.

3.1.2.8 Grupo de interfaces gráficas

En la figura 3.12 se muestra el código de *Amazon Presentation Language* para la creación de la pantalla de inicio de la aplicación, en este se especifica la versión que se aplica para el uso de los componentes, el tipo de documento que se realiza, las plantillas que se importan al documento, los tipos de componentes y los enlaces correspondientes a las imágenes.

```
1.  {
2.      "type": "APL",
3.      "version": "2023.1",
4.      "import": [
5.          {
6.              "name": "alexa-layouts",
7.              "version": "1.5.0"
8.          }
9.      ],
10.     "mainTemplate": {
11.         "parameters": [
12.             "payload"
13.         ],
14.         "item": [
15.             {
16.                 "type": "Container",
17.                 "height": "100%",
18.                 "width": "100%",
19.                 "paddingTop": "16dp",
20.                 "paddingLeft": "16dp",
21.                 "paddingRight": "16dp",
22.                 "paddingBottom": "16dp",
23.                 "items": [
24.                     {
25.                         "type": "AlexaBackground",
26.                         "backgroundImageSource": "https://d1tcch1w5mejqw.cloudfront.
    net/fondo_libros.jpg",
```

Script 3.1 Código fuente de la interfaz inicial o bienvenida

Una vez alimentado el documento de APL de inicio de aplicación, en la figura 3.13 se aprecian los elementos que corresponden a la bienvenida o introducción, donde se muestra el logo de la

institución o instancia, el nombre de la aplicación y los elementos previamente descritos en el prototipo de diseño.



Figura 3.12 Pantalla de bienvenida

El código que se muestra en la figura 3.14, estructura el archivo de APL que corresponde al perfil de usuario, este contiene los elementos de identificación del usuario, como su nombre, escolaridad y matrícula. También integra los últimos resultados de cada unidad de análisis de la lectura obtenidos del usuario procedentes de las pruebas de evaluación realizadas.

```
"items": [
    {
        "text": "Bienvenido: ${payload.datos_usuario.nombre}",
        "fontSize": "24dp",
        "layoutDirection": "LTR",
        "textAlignVertical": "auto",
        "maxLines": 3,
        "fontWeight": "bold",
        "type": "Text",
        "width": "100%"
    },
    {
        "text": "Escolaridad: ${payload.datos_usuario.escolaridad}",
        "fontSize": "24dp",
        "layoutDirection": "LTR",
        "textAlignVertical": "auto",
        "maxLines": 3,
        "fontWeight": "bold",
```

```
67.         "type": "Text",
68.         "width": "100%"
69.     },
70.     {
71.         "text": "Matrícula: ${payload.datos_usuario.matricula}",
72.         "fontSize": "24dp",
73.         "layoutDirection": "LTR",
74.         "textAlignVertical": "auto",
75.         "maxLines": 3,
76.         "fontWeight": "bold",
77.         "type": "Text",
78.         "width": "100%"
79.     }
80. ]…
81.


111.       "items": [
112.           {
113.               "backgroundColor": "#1a8fe3",
114.               "item": [
115.                   {
116.                       "text": "Localizar información",
117.                       "fontSize": "16dp",
118.                       "maxLines" : 3,
119.                       "textAlign": "center",
120.                       "textAlignVertical": "center",
121.                       "type": "Text",
122.                       "width": "150dp",
123.                       "paddingLeft": "1dp",
124.                       "paddingTop": "15dp",
125.                       "paddingBottom": "12dp"
126.       }…

218.       "items": [
219.           {
220.               "backgroundColor": "#1a8fe3",
221.               "item": [
222.                   {
223.                       "text": "${payload.datos_usuario.unit_1}%",
224.                       "fontSize": "50dp",
225.                       "textAlign": "center",
226.                       "textAlignVertical": "center",
227.                       "type": "Text",
228.                       "width": "150dp",
229.                       "height": "100dp"
230.       }…
```

Script 3.2 Código fuente del perfil de usuario

En la figura 3.15 se muestra la representación de los datos que son reemplazados una vez que el usuario busca o registra un usuario, y después de haber realizado la prueba de comprensión, y es en donde se obtiene la puntuación final de cada uno de la unidad de análisis y su ponderación final.



Figura 3.13 Perfil de usuario con resultados de evaluación.

La figura 3.16 se muestra el código necesario para crear la interfaz del componente de instrucciones, este componente es previo a la realización de la prueba de evaluación de comprensión. Esta interfaz muestra el título de la evaluación, un identificador que indica el número de contenido y una lectura adaptada para la lectura por el usuario.

```
47. "items": [
48.     {
49.         "text": "Test Comprensión lectora - [${payload.datos_instruccion.evalnum}]",
50.         "fontSize": "30dp",
51.         "layoutDirection": "LTR",
52.         "textAlignVertical": "auto",
53.         "maxLines": 3,
54.         "fontWeight": "bold",
55.         "type": "Text",
56.         "width": "100%"
57.     },
58.     {
59.         "text": "${payload.datos_instruccion.titulo}",
60.         "fontSize": "25dp",
61.         "layoutDirection": "LTR",
62.         "textAlignVertical": "auto",
63.         "maxLines": 3,
64.         "fontWeight": "bold",
65.         "type": "Text",
66.         "width": "100%"
67.     }
68. ]…

100.        "items": [
101.            {
102.                "items": [
103.                    {
104.                    "text":"${payload.datos_instruccion.contenido}",
```

```
105.                    "fontSize": "20dp",
106.                    "textAlign": "left",
107.                    "textAlignVertical": "auto",
108.                    "type": "Text"
109.                    }
110.                ],
111.                "type": "ScrollView",
112.                "height": "30vh"
113.            }
114.        ]…
```

Script 3.3 Código fuente de instrucciones para realizar evaluación

La pantalla de instrucciones que se muestra en la figura 3.17, muestra los elementos que brindan instrucciones de forma auditiva, se presentan elementos como el número interno de la evaluación, el título del texto a evaluar, así como la representación de un botón inactivo indicando el siguiente paso de la interacción.

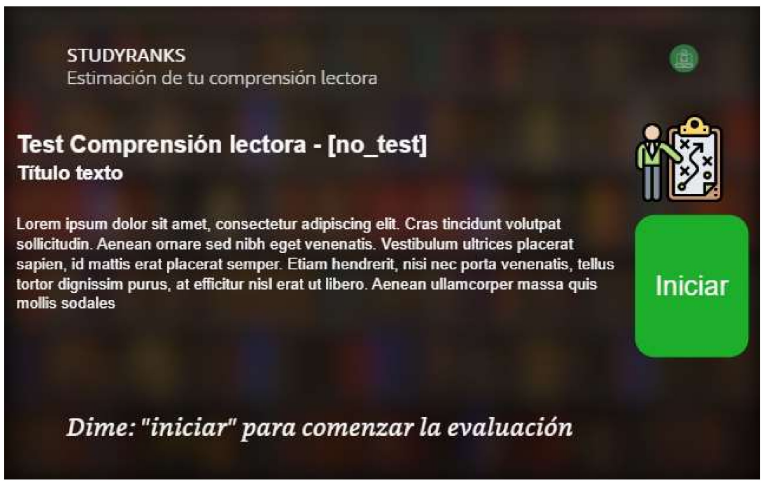


Figura 3.14 Instrucciones de inicio de evaluación.

Una vez leído el texto de evaluación, el código presente en la figura 3.18 permite la presentación de las preguntas y respuestas correspondientes al texto que apareció en la interfaz de inicio de evaluación.

```
40."items": [
41.    {
42.        "text": "${payload.datos_test.pregunta}",
43.        "fontSize": "32dp",
44.        "type": "Text",
45.        "width": "90vw"
46.    }
47.]…
48.

166."items": [
167.{
168.        "text": "${payload.datos_test.resp_a}",
169.        "fontSize": "20dp",
170.        "textAlignVertical": "center",
171.        "type": "Text",
172.        "height": "47dp"
173.    },
174.    {
175.        "text": "${payload.datos_test.resp_b}",
176.        "fontSize": "20dp",
177.        "textAlignVertical": "center",
178.        "type": "Text",
179.        "height": "47dp"
180.    },
181.    {
182.        "text": "${payload.datos_test.resp_c}",
183.        "fontSize": "20dp",
184.        "textAlignVertical": "center",
185.        "type": "Text",
186.        "height": "47dp"
187.    },
188.    {
189.        "text": "${payload.datos_test.resp_d}",
190.        "fontSize": "20dp",
191.        "textAlignVertical": "center",
192.        "type": "Text",
193.        "height": "47dp"
194.    }
195.]…
```

Script 3.4 Código fuente de reactivos de evaluación.

Este código se transforma para visualizar la pregunta de evaluación en la parte superior de la pantalla, en la parte central despliega las opciones de respuesta, asignando un número de inciso,

finalmente, en la parte inferior se muestras ayudas visuales para indicar al usuario la forma en que puede seleccionar una de estas opciones, Figura 3.19

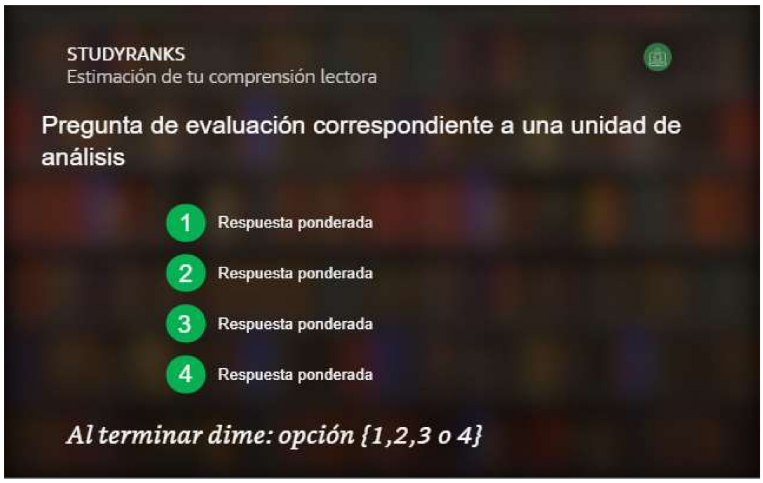


Figura 3.15 Representación visual de reactivos de evaluación

Una vez terminada la prueba de evaluación, el código presentado en la Figura 3.20 se muestran el conjunto de componentes que son responsables de mostrar de forma detallada el grupo de recomendaciones, se precisan de los datos obtenidos de la directiva APL para desplegar los datos de título de la recomendación, frase de la recomendación y, por último, la imagen con la cual se va a relacionar la frase

```
41."items": [
42.  {
43.    "wrap": "noWrap",
44.    "items": [
45.      {
46.        "text": "${payload.datos_recomendacion.titulo}",
47.        "fontSize": "70dp",
48.        "layoutDirection": "RTL",
49.        "textAlign": "center",
50.        "textAlignVertical": "center",
51.        "maxLines": 3,
52.        "fontWeight": "bold",
53.        "type": "Text",
54.        "width": "100%",
55.        "height": "20vh"
56.      },
57.      {
58.        "text": "\"${payload.datos_recomendacion.frase}\"",
59.        "fontSize": "40dp",
60.        "layoutDirection": "LTR",
61.        "textAlignVertical": "center",
```

```
62.         "textAlign": "center",
63.         "type": "Text",
64.         "width": "55vw",
65.         "height": "40vh"
66.       }
67.     ],
68.     "alignItems": "center",
69.     "direction": "column",
70.     "justifyContent": "spaceEvenly",
71.     "type": "Container",
72.     "width": "60vw"
73.   },
74.   {
75."items": [
76.   {
77.     "source": "https://d1tcch1w5mejqw.cloudfront.net/recommendation_${payload.datos_r
    ecomendacion.no_image}.png",
78.     "type": "Image",
79.     "width": "350dp",
80.     "height": "350dp"
81.   }
```

Script 3.5 Código fuente de sección de recomendaciones.

Este código es interpretado por el dispositivo de asistencia virtual, el cual presenta los elementos antes mencionados, y que pueden ser observados en la Figura 3.21.



Figura 3.16 Representación visual de recomendaciones.

3.1.3 Sprint 3 Análisis de textos de evaluación y recomendaciones

El *sprint* a continuación, detalla la forma en que fueron seleccionados los textos de evaluación, la definición de los reactivos, los valores de los reactivos y las recomendaciones para la mejorar la habilidad de comprensión lectora, como se muestra en la Tabla 3.4

Tabla 3.5 *Tercera iteración (Sprint 3)*

SPRINT	**3**
NOMBRE	Elaboración de evaluaciones y recomendaciones para estimar la habilidad de comprensión de lectura.
TAREAS	Analizar y establecer textos y reactivos para la estimación de la comprensión lectora.
FINALIDAD	Crear textos y objetivos para evaluar la habilidad de comprensión lectora.
ESTADO	Terminado

3.1.3.1 Textos de evaluación.

Los textos que se utilizan para este proyecto de tesis se determinaron basándose en las orientaciones didácticas que proporciona la Comisión Nacional para la Mejora Continua (MEJUREDU).

Los contenidos que se tomaron en cuenta forman parte de las guías de evaluación diagnóstica y formativa para la mejora del aprendizaje de los estudiantes que pertenecen al nivel secundaria, debido a que los contenidos tienen como objetivo determinar el nivel de compresión de cada una de las unidades de análisis de la lectura.

Las orientaciones didácticas [38] otorgan estrategias de enseñanza para apoyar el desarrollo de la comprensión lectora y se obtienen del trabajo que sustentan las pruebas diagnósticas con las que se realiza una evaluación de los conocimientos y aprendizajes de los estudiantes (Figura). Para este trabajo de tesis, se toman como base las orientaciones didácticas del nivel secundaria.

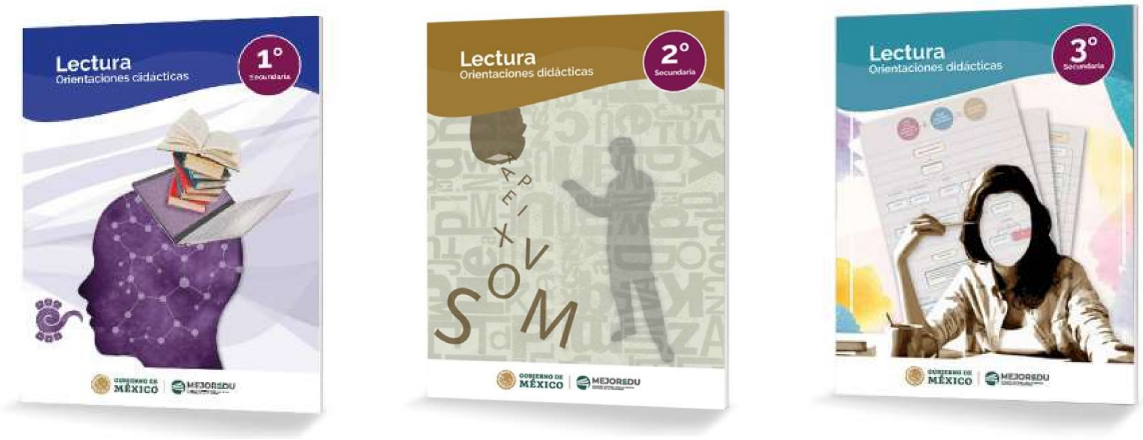


Figura 3.17 Orientaciones didácticas (MEJUREDU)

3.1.3.2 Generación de reactivos.

Teniendo en cuenta los textos de evaluación seleccionados basándose en los ejemplos presentados por las orientaciones didácticas, se realiza el proceso de elaboración de reactivos utilizando las tablas descriptivas de cada orientación educativa y los instrumentos y estrategias de evaluación con un enfoque cuantitativo presentados por la Coordinación de Universidad Abierta Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED).

Las evaluaciones diagnósticas evalúan la comprensión lectora examinando un conjunto de unidades de análisis de la lectura que se encuentran relacionados a procesos cognitivos, estas unidades de análisis son:

- Localizar y extraer información
- Integrar información y realizar inferencias
- Analizar la estructura de los textos.

Las tablas descriptivas brindan una guía para evaluar cada una de las unidades de análisis, comenzando por el aprendizaje antecedente, el descriptor o aspecto evaluado y finalmente el aprendizaje esperado.

La evaluación utilizando el quiz como instrumento implica la creación de un conjunto de preguntas cuidadosamente estructuradas. Estas preguntas están diseñadas para medir uno de los tres aspectos clave de las unidades de análisis descritos anteriormente.

Cada pregunta se formula de manera que refleje de manera precisa la habilidad que se está evaluando, Figura 3.18. Además, se asigna una ponderación numérica a cada reactivo con base en el porcentaje de respuesta correcta en relación a la pregunta específica evaluada, como se observa en la Figura 3.19.

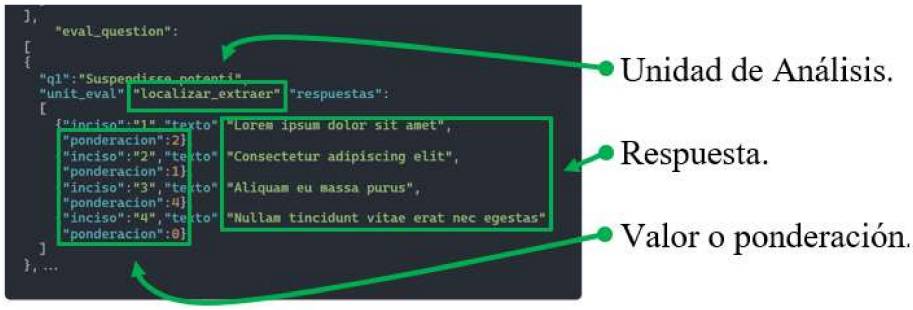


Figura 3.18 Estructura del contenido de evaluación

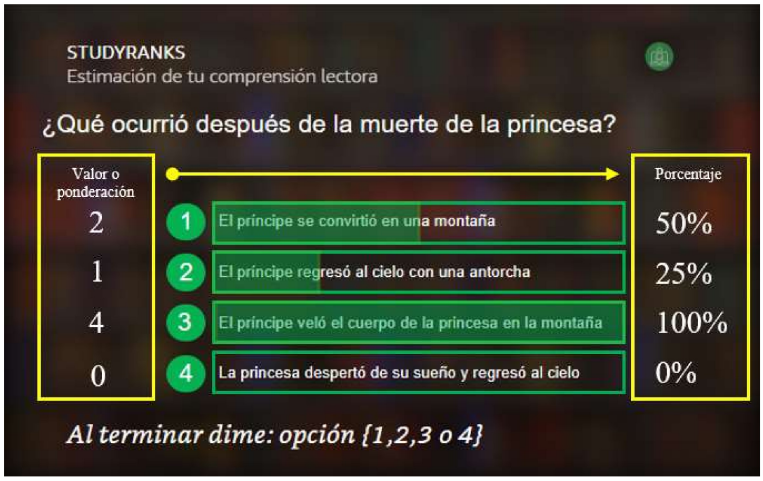


Figura 3.19 Asignación de valor o ponderación

Al evaluar las respuestas, se considera no solo si la respuesta es correcta o incorrecta, sino también la ponderación asociada, lo que permite obtener una calificación que refleje con precisión el nivel de habilidad de cada una de las unidades de análisis seleccionadas.

3.1.3.3 Recomendaciones para la mejora de la comprensión lectora.

La comprensión lectora es una habilidad fundamental en la educación primaria, y su desarrollo requiere de estrategias adecuadas. En [39] se puntualiza la importancia de brindar recomendaciones para la mejora de la habilidad de comprensión lectora. Una de las recomendaciones clave es enseñar a utilizar estrategias cognitivas durante la lectura, como la identificación de ideas principales, la elaboración de inferencias y la formulación de preguntas. Estas estrategias permiten procesar la información de manera más profunda y reflexiva, lo que a su vez fortalece la comprensión.

Además de las estrategias cognitivas, son importantes las estrategias metacognitivas en el mejoramiento de la comprensión lectora. Estas estrategias implican la capacidad de autorreflexión y autocontrol durante el proceso de lectura; Aprender a monitorear su comprensión, identificar las dificultades que se enfrentan y emplear técnicas para superarlas son estrategias necesarias para la mejora de esta habilidad. La metacognición promueve la autonomía y capacita a la persona para enfrentar desafíos de comprensión de manera más efectiva.

Para mejorar la comprensión lectora, es necesario brindar recomendaciones basadas en estrategias cognitivas y metacognitivas. Estas estrategias permiten procesar la información de manera más profunda y reflexiva, así como autorregular su propio proceso de lectura. Tomando en consideración lo planteado anteriormente, se realizó un análisis de estrategias cognitivas y metacognitivas para crear un conjunto de términos y frases que se presentan al usuario una vez que este haya terminado la prueba de evaluación como recomendación al usuario para mejorar su habilidad de comprensión lectora.

Para la creación de las recomendaciones se tomaron en cuenta un conjunto de procesos cognitivos, metacognitivos y estrategias para mejorar la habilidad de comprensión lectora [40][41], se diseñó una estructura de presentación de la recomendación, Figura 3.20, considerando una palabra clave acompañada de un texto representativo y de una imagen que relacione el texto, tomando en cuenta el tiempo de visualización en el dispositivo y el tipo de interacción con el usuario seleccionando los siguientes:

La visualización es la capacidad de formar imágenes mentales basadas en descripciones de la lectura que contribuyen en una mejora de la comprensión y su conexión con el contenido. La planificación, consiste en establecer objetivos claros para la lectura, esto ayuda a enfocarse en lo que quiere lograr. La supervisión, se emplean estrategias para controlar la calidad del proceso que se está desarrollando, como tomar notas, releer, entre otras. La autoevaluación, esta se realiza al finalizar la lectura para saber si se han alcanzado los objetivos de lectura y si ha comprendido el texto en su totalidad.



Figura 3.20 Presentación gráfica de la recomendación

3.1.4 Sprint 4 Desarrollo de la aplicación *skill*.

Tabla 3.6 *Cuarta iteración (Sprint 4)*

SPRINT	**4**
NOMBRE	Desarrollo de funcionalidades de la aplicación
TAREAS	Diseñar y codificar el conjunto de funcionalidades de la aplicación
FINALIDAD	Generar un prototipo funcional de la aplicación skill como primera versión.
ESTADO	Terminado

En la presente sección se muestran las funcionalidades principales de la aplicación *skill*, entre las que se encuentran registrar a un usuario, buscar a un usuario, y realizar pruebas de evaluación, lo cual conlleva presentar el texto de evaluación, así como sus preguntas y respuestas, se presentan las recomendaciones y finalmente el resultado obtenido de la prueba al usuario, utilizando medios gráficos y el uso de la voz.

3.1.4.1 Registro de usuario

Este componente de sistema es el encargado de validar y almacenar la información que brinda el usuario, mediante la interacción de voz entre el dispositivo y el usuario. En la Figura 3.22 se presenta el código correspondiente al *intent* de registro de usuario (AddUserIntent) localizado en el modelo de interacción de Jovo, el cual tiene un conjunto de frases que comienzan la interacción con el *intent*, así como el conjunto de *entities* o ranuras (*slots*) necesarias para el registro, estas entidades tienen un tipo especifico de dato para precisar que los datos recabados sean del tipo correcto.

```
5."AddUserIntent": {
6.   "phrases": [
7.     "agregar",
8.     "agregar {nameUser}",
9.     "agregar a {nameUser}",
10.    "registrar a {nameUser}",
11.    "registrarme"
12. ],
13.   "entities": {
14.     "nameUser": {
```

```
      "type": {
        "alexa": "AMAZON.FirstName"
      }
    },
    "ageUser": {
      "type": {
        "alexa": "AMAZON.NUMBER"
      }
    },
    "scholarshipUser": {
      "type": "tipoEscolaridad"
    },
    "codeUser": {
      "type": {
        "alexa": "AMAZON.NUMBER"
      }
    }
  }
}
```

Script 3.6 Código fuente AddUserIntent (Jovo)

El código de la Figura 3.23 relaciona el modelo de interacción de *Jovo* y se integra al modelo de diálogo compatible de Alexa, este modelo permite la selección de elementos como la confirmación obligatoria del *intent*, la confirmación de llenado o *fullfillment* de la entidad, al igual que las salidas en caso de que alguna de estas no sea cumplida una vez que se encuentra la interacción dentro del intent.

```
      "alexa": {
        "interactionModel": {
          "dialog": {
            "intents": [
              {
                "name": "AddUserIntent",
                "confirmationRequired": false,
                "prompts": {},
                "slots": [
                  {
                    "name": "nameUser",
                    "type": "AMAZON.FirstName",
                    "elicitationRequired": true,
                    "confirmationRequired": false,
                    "prompts": {
                      "elicitation": "Elicit.Slot.Add.nameUser"
                    }
                  },
                  {
                    "name": "ageUser",
                    "type": "AMAZON.NUMBER",
                    "elicitationRequired": true,
                    "confirmationRequired": false,
                    "prompts": {
```

```
124.                         "elicitation":"Elicit.Slot.Add.ageUser"
125.                       }
126.                     },
127.                     {
128.                       "name": "scholarshipUser",
129.                       "type": "tipoEscolaridad",
130.                       "elicitationRequired": true,
131.                       "confirmationRequired": false,
132.                       "prompts": {
133.                         "elicitation":"Elicit.Slot.Add.scholarshipUser"
134.                       }
135.                     },
136.                     {
137.                       "name": "codeUser",
138.                       "type": "AMAZON.NUMBER",
139.                       "elicitationRequired": true,
140.                       "confirmationRequired": false,
141.                       "prompts": {
142.                         "elicitation":"Elicit.Slot.Add.codeUser"
143.                       }             }           ]         }
```

Script 3.7 Código fuente *AddUserIntent* (Alexa)

En la figura 3.24 se muestra el código con el conjunto de salidas que son devueltas en caso de que dentro de la interacción una entidad no cumpla con el requisito de llenado, esta se activa de manera automática, una vez que se ingresa a la interacción de *AddUserIntent.*

```
223.             "prompts": [
224.               {
225.                 "id": "Elicit.Slot.Add.nameUser",
226.                 "variations": [
227.                   {"type": "PlainText",
228.                    "value": "¿Puedes decirme como te llamas?"},
229.                   {"type": "PlainText",
230.                    "value": "¿Cuál es tu nombre?"},
231.                   {"type": "PlainText",
232.                    "value": "Ahora dime tu nombre"}
233.                 ]
234.               },
235.               {
236.                 "id": "Elicit.Slot.Add.ageUser",
237.                 "variations": [
238.                   {"type": "PlainText",
239.                    "value": "Ahora dime tu edad"},
240.                   {"type": "PlainText",
241.                    "value": "¿Cuál es tu edad?"},
242.                   {"type": "PlainText",
243.                    "value": "¿Puedes decirme tu edad?"}
244.               ]
245.               },
246.               {
247.                 "id": "Elicit.Slot.Add.scholarshipUser",
248.                   "variations": [
249.                   {"type": "PlainText",
```

```
250.                     "value": "Eres de: primaria, secundaria o bachillerato?"}
251.               ]
252.               },
253.               {
254.                 "id": "Elicit.Slot.Add.codeUser",
255.                 "variations": [
256.                   {"type": "PlainText",
257.                    "value": "Ahora dime tu matrícula"},
258.                   {"type": "PlainText",
259.                    "value": "¿Cuál es tu matrícula?"},
260.                   {"type": "PlainText",
261.                    "value": "Puedes decirme cuál es tu matrícula"}
262.               ]        },
263.               {
264.                 "id": "Elicit.Slot.Qa.question",
265.                 "variations": [
266.                   {"type": "PlainText",
267.                    "value": "Dime opción, seguido del número de tu respuesta"}
268.               ]        }]
```

Script 3.8 Código fuente *AddUserIntent* (*Alexa prompts*).

En la figura 3.25 se muestran los elementos necesarios para realizar el almacenamiento de la información en la base de datos de *MongoDb*, como lo son el nombre de la persona que realiza la prueba, la edad, el último grado de estudios cursado, en este caso solo se considera primaria, secundaria y bachillerato, y el número de matrícula escolar.

Al mismo tiempo se genera un registro en *resultados_collection*, dentro de la base de datos de MongoDb, con los datos iniciales del usuario como lo son el identificador del usuario, el tipo de prueba realizada, la puntuación de cada unidad de análisis junto con la fecha en la que se realiza la prueba de evaluación.

```
51. //Se reciben los datos de la solicitud
52. const nombre = this.$alexa?.$entities.nameUser?.value.toUpperCase();
53.     const edad = this.$alexa?.$entities.ageUser?.value;
54.     const escolaridad = this.$alexa?.$entities.scholarshipUser?.value.toUpperCase();
55.     const matricula = this.$alexa?.$entities.codeUser?.value;
56.     // Conexion a MongoDb
57.     const database = await this.$mongoDb.getDb();
58.     try{
59.       const user = await
    database.collection('usuarios_collection').findOne({'id':matricula});
60.       if (user === null || user._id === null){
61.     // Inserta los datos con la estructura del documento en la collection usuario
62.     await
    database.collection('usuarios_collection').insertOne({'id':matricula,'datosnombre':{
    'nombre':nombre},'edad':edad,'escolaridad':escolaridad,'createAt':Date()});
```

Script 3.9 Código fuente para el registro de nuevo usuario

3.1.4.2 Búsqueda de usuario

El siguiente componente de sistema es el encargado de realizar la búsqueda de los datos tanto de identificación del usuario, como de los resultados de la evaluación. Esto se realiza mediante el uso de la voz, y las frases de invocación del intent.

En la figura 3.26 se presenta el código correspondiente al *intent* de búsqueda (*SearchUserIntent*), estructurado en el modelo de interacción de Jovo, contiene frases de interacción las cuales pueden incluir el uso de la matrícula o *codeUser*, la cual es una entidad de tipo numérico compatible con Amazon Alexa.

```
34.     "SearchUserIntent": {
35.       "phrases": [
36.         "buscar",
37.         "buscar matrícula {codeUser}",
38.         "buscar {codeUser}"
39.       ],
40.       "entities": {
41.         "codeUser": {
42.           "type": {
43.             "alexa": "AMAZON.NUMBER"
44.           }
45.         }
46.       }
47.     }
```

Script 3.10 Código fuente *SearchUserIntent* (Jovo)

La figura 3.27 contiene el código que interpreta el modelo de interacción de Alexa, contiene la entidad *codeUser* de tipo AMAZON.NUMBER, en caso de que al ingresar al *intent* no se cumpla la condición de incluir la entidad en la frase de invocación, este regresa un mensaje solicitando la entidad faltante, haciendo uso de un *prompt* personalizado.

```
100.       "alexa": {
101.           "interactionModel": {
102.             "dialog": {
103.               "intents": [

147.                   {
148.                   "name": "SearchUserIntent",
149.                   "confirmationRequired": false,
150.                   "prompts": {},
151.                   "slots": [
152.                     {
```

```
153.                       "name": "codeUser",
154.                       "type": "AMAZON.NUMBER",
155.                       "elicitationRequired": true,
156.                       "confirmationRequired": false,
157.                       "prompts": {
158.                         "elicitation": "Elicit.Slot.Add.codeUser"
159.                       }
160.                     }
161.                   ]
162.                 }
```

Script 3.11 Código fuente *SearchUserIntent* (Alexa)

El conjunto de salidas se muestra en el código de la Figura 3.28, estas se activan de forma automática en caso de que no se cumpla la condición de la entidad, estos mensajes son aleatorios y dependen de la cantidad de variaciones existentes insertadas dentro del prompt.

```
100."alexa": {
101.     "interactionModel": {
102.       "dialog": {
103.         "intents": [

223.                   "prompts": [

253.         {
254.           "id": "Elicit.Slot.Add.codeUser",
255.           "variations": [
256.             {"type": "PlainText",
257.             "value": "Ahora dime tu matrícula"},
258.             {"type": "PlainText",
259.             "value": "¿Cuál es tu matrícula?"},
260.             {"type": "PlainText",
261.             "value": "Puedes decirme cuál es tu matrícula"}
262.         ]
263.         }
```

Script 3.12 Código fuente *SearchUserIntent* (*Alexa prompts*).

En la figura 3.29 se muestra el código necesario para la búsqueda de un usuario, para esto es necesario obtener a la matrícula del usuario, esto se logra mediante la interacción de voz con el dispositivo.

```
110. const matricula = this.$session.data.matricula = this.$alexa?.$entities.codeUser?.v
    alue;
111.     //Conexion a MongoDb
112.     const database = await this.$mongoDb.getDb();
```

```
113.    //Busca el registro del documento en la bd
114.    try{
115.      const user = await
    database.collection('usuarios_collection').findOne({'id':matricula});
116.      if (user === null || user._id === null){
117.        this.$send({message: this.$t('no_profile')})
118.        this.START();
119.
120.      } else {
121.        //Asigna los datos recuperados en long
122.        this.$session.data.id = JSON.parse(JSON.stringify(user?._id));
123.        this.$session.data.nombre = JSON.parse(JSON.stringify(user?.datosnombre.nomb
    re));
124.        this.$session.data.edad = JSON.parse(JSON.stringify(user?.edad));
125.        this.$session.data.escolaridad = JSON.parse(JSON.stringify(user?.escolaridad
    ));
126.
127.        const codigo = JSON.parse(JSON.stringify(user?._id));
128.
129.        // Recupera los datos del nuevo usuario de resultados_collection
130.        const test = await
    database.collection('resultados_collection').findOne({'usuario':codigo})
131.        const longitud_test = test?.resultados.length
132.        const no_registro = Number(longitud_test) - 1
133.        // Recupera el tipo de prueba del ultimo registro de resultados
134.        this.$session.data.tipo_test = JSON.parse(JSON.stringify(test?.resultados[no
    _registro].TipoPrueba));
135.        this.$session.data.nombre = JSON.parse(JSON.stringify(user?.datosnombre.nomb
    re));
136.        /**
137.         * Recupera cada uno de los valores numericos de las unidades de analisis,
138.         * Se asignan a tres variables para calcular el resultado final
139.         */
140.        const val1:number = this.$session.data.unit1 = Number(JSON.parse(JSON.string
    ify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u1)))
141.        const val2:number = this.$session.data.unit2 = Number(JSON.parse(JSON.string
    ify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u2)))
142.        const val3:number = this.$session.data.unit3 = Number(JSON.parse(JSON.string
    ify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u3)))
143.        // Promedio de los valores de las unidades de analisis
144.        const score:number = ((val1+val2+val3)*100)/300;
145.        // Se redondea el valor en caso de un resultado con decimales (2)
146.        const total_score:number = JSON.parse(score.toFixed(2));
147.        // El resultado total se almacena en una variable de session
148.        this.$session.data.score = total_score;
```

Script 3.13 Código fuente para la búsqueda de usuario

Una vez obtenido, esta se asigna tanto a una variable local como a un variable de sesión, para después realizar una búsqueda en la base de datos de MongoDb, dentro de *usuarios_collection*. En caso de no encontrar ningún registro con ese identificador, devuelve un mensaje auditivo indicando al usuario que no existe un registro con la matrícula proporcionada. Si el caso es contrario y encuentra un registro que corresponda con la matrícula, este retorna los datos de la

base de datos, los cuales se convierten a tipo de dato cadena o *String*, para después ser asignados a una variable de sesión.

Después se realiza una búsqueda de los datos ubicados en *resultados_collection* y que coinciden con el identificado único del usuario registrado, en la consulta se obtiene el último conjunto de elementos registrados dentro del atributo resultados. De este atributo se obtienen los campos tipo de prueba, la puntuación obtenida en cada una de las unidades de análisis, para después ser asignadas en variables de sesión y locales. Al finalizar se ocupan las variables locales de las puntuaciones para realizar el cálculo del promedio y que arroja una puntuación total, la cual se almacena dentro de una variable de sesión.

3.1.4.3 Contenido de evaluación

El componente designado para el contenido de evaluación está integrado por el *intent* *InitTestIntent*, el cual está formado tanto en el modelo de Jovo como en el modelo de Alexa, ambos se pueden apreciar en la figura 3.30, este componente no cuenta con entidades, puesto que es el paso previo a iniciar con los reactivos a evaluar.

```
48."InitTestIntent":{
49.  "phrases":["realizar evaluación"]
50.}

100."alexa": {
101.    "interactionModel": {
102.      "dialog": {
103.        "intents": [

163.          {
164.            "name":"InitTestIntent",
165.            "confirmationRequired":false,
166.            "prompts":{}
167.          }
```

Script 3.14 Código fuente *InitTestIntent* (Jovo y Alexa)

La función encargada de realizar el pre inicio de la evaluación se observa en el código de la figura 3.31, como primer paso es generar un número aleatorio que se asigna a una variable local y de sesión, para después buscar dentro del archivo donde se encuentran los textos y reactivos

de evaluación, esto lo hace mediante la búsqueda de la posición del arreglo y que corresponde al número aleatorio generado anteriormente. Estos elementos recuperados se almacenan en una variable para ser utilizados dentro de la interfaz gráfica.

```
12. @Intents(["InitTestIntent"])
13.    evalInstructions()
14.    {
15.        const numero_prueba = this.$session.data.num_qa = this.numeroAleatorio();
16.        const NoPrueba = numero_prueba - 1
17.        const prueba = JSON.parse(JSON.stringify(content_1?.evaluation[NoPrueba].eval
    _content))
18.        this.$send({message:"Estás a punto de comenzar la prueba de evaluación:
    " + prueba[0].titulo + ". " + this.$session.data.nombre + ". " })
19.        this.$send(... APL Directive)

49.        this.$send({message: ". al terminar dime: iniciar, para comenzar la
    prueba", listen:true})
50.    }
51.
52.    numeroAleatorio(): number {
53.        return Math.floor(Math.random() * 3) + 1;
54.    }
55.
56.    @Intents(['TestIntent'])
57.    testIntent(){
58.      return this.$redirect(EvaluationAComponent);
59.    }
```

Script 3.15 Código fuente para pre iniciar la evaluación

La figura 3.32 se muestra el código que pertenece a los componentes que integran la evaluación de comprensión lectora, los cuales incluyen los siguiente *intents*:

- *TestIntent*: encargado de comenzar la prueba de comprensión lectora
- *QOneIntent*: encargado de capturar la primera respuesta.
- *QTwoIntent*: encargado de capturar la segunda respuesta.
- *QThreeIntent*: encargado de capturar la tercera respuesta.

Una vez que se ingresa a los *intents* correspondientes a las preguntas, estos cuentan con *prompts* o mensajes personalizados para solicitar la entidad dentro de cada interacción.

Cada uno de los *intents* están definido en el modelo de Jovo y en el modelo de Alexa, puesto que estos se capturan mediante el uso del dispositivo Echo show 8.

```
51.     "TestIntent":{
52.       "phrases":["iniciar", "comenzar"]
53.     },
54.     "QOneIntent": {
55.       "phrases": ["primera respuesta", "respuesta uno","opción {input_a}"],
56.       "entities": {
57.         "input_a": {
58.           "type": "respuestasOne"
59.         }
60.       }
61.     },
62.     "QTwoIntent": {
63.       "phrases": ["segunda respuesta", "respuesta dos", "opción {input_b}"],
64.       "entities": {
65.         "input_b": {
66.           "type": "respuestasTwo"
67.         }
68.       }
69.     },
70.     "QThreeIntent": {
71.       "phrases": ["tercera respuesta", "respuesta tres", "opción {input_c}"],
72.       "entities": {
73.         "input_c": {
74.           "type": "respuestasThree"
75.         }
76.       }
77.     }

100."alexa": {
101.    "interactionModel": {
102.      "dialog": {
103.        "intents": [

168.{"name": "TestIntent",
169.            "confirmationRequired": false,
170.            "prompts": {}
171.          },
172.          {"name": "QOneIntent",
173.            "confirmationRequired": false,
174.            "prompts": {},
175.            "slots": [
176.              {
177.                "name": "input_a",
178.                "type": "respuestasOne",
179.                "elicitationRequired": true,
180.                "confirmationRequired": false,
181.                "prompts": {
182.                  "elicitation": "Elicit.Slot.Qa.question"
183.                }
184.              }
185.            ]
186.          },
187.          {"name": "QTwoIntent",
188.          "confirmationRequired": false,
189.          "prompts": {},
190.          "slots": [
191.            {
192.              "name": "input_b",
```

```
193.              "type": "respuestasTwo",
194.              "elicitationRequired": true,
195.              "confirmationRequired": false,
196.              "prompts": {
197.                "elicitation": "Elicit.Slot.Qa.question"
198.              }
199.            }
200.          ]
201.          },
202.          {"name": "QThreeIntent",
203.          "confirmationRequired": false,
204.          "prompts": {},
205.          "slots": [
206.            {
207.              "name": "input_c",
208.              "type": "respuestasThree",
209.              "elicitationRequired": true,
210.              "confirmationRequired": false,
211.              "prompts": {
212.                "elicitation": "Elicit.Slot.Qa.question"
213.              }
214.            }
215.          ]
216.          }
```

Script 3.16 Código fuente de las preguntas de evaluación.

Las funciones correspondientes a la asignación de cada una de las respuestas están plasmadas en la figura 3.33, la cual contiene una función independiente para cada *intent*. Estos se encuentran separados el uno del otro, en componentes diferentes, para este caso, se coloca dentro de la misma figura.

```
56.    @Intents(['QOneIntent'])
57.    Qa_A(){
58.
59.      this.$session.data.resp_one = this.$alexa?.$entities.input_a?.value;


55.    @Intents(['QTwoIntent'])
56.    Qa_B(){
57.
58.      this.$session.data.resp_two = this.$alexa?.$entities.input_b?.value;
59.


57.    @Intents(['QThreeIntent'])
58.    Qa_C(){
59.
60.      this.$session.data.resp_three = this.$alexa?.$entities.input_c?.value;
```

Script 3.17 Código fuente entidades de respuesta.

3.1.4.4 Estimación de la evaluación

El proceso de obtención de la estimación de la comprensión lectora se realiza asignando el valor de cada respuesta del quiz a una variable constante, estas variables se asignan a su vez a una variable de sesión para manipularla durante el transcurso de la prueba de evaluación (Figura 3.18).

```
1.      Qa_A(){
2.
3.        const resp_a = this.$session.data.resp_one = this.$alexa?.$entities.input_a?.v
    alue;
4.      Qa_B(){
5.
6.        const resp_b = this.$session.data.resp_two = this.$alexa?.$entities.input_b?.v
    alue;
7.      Qa_C(){
8.
9.        const resp_c = this.$session.data.resp_three = this.$alexa?.$entities.input_c?
    .value;
```

Script 3.18 Código fuente asignación de respuestas del quiz.

Una vez que el usuario termina el *quiz*, se almacenan los resultados del usuario dentro de un arreglo de tipo *String*. Después se realiza un mapeo de los datos almacenados que se comparan con la información del inciso correspondiente a las preguntas evaluadas, obteniendo de retorno la ponderación o valor que el usuario obtuvo de su evaluación (Figura 3.19).

Después se calcula el resultado total por cada unidad de análisis tomando la cuenta el valor de cada respuesta otorgado por el usuario, el valor máximo a obtener por cada unidad de análisis y el total de reactivos por pregunta, como se muestra en la siguiente formula.

$$T_{unidad_análisis} = \frac{(ValorRespuesta_{usuario})(ValorMaximo_{unidad_análisis})}{TotalReactivos}$$

```
1.        const respuestas_user :String[] = [respuesta_uno, respuesta_dos, respuesta_tre
    s]
2.        const ponderaciones: any[] = [];
3.        // Se realiza el mapeo para obtener la ponderacion dependiendo del reactivo
    indicado
4.
5.        for (let i = 0; i < respuestas_user.length; i++)
```

```
6.        {
7.          const preguntaIndex = i + 1;
8.          const inciso = respuestas_user[i]
9.
10.         const pregunta = contenidoPrueba.find((q:any) => q[`q${preguntaIndex}`]);
11.
12.         const resp = pregunta.respuestas.find((r:any) => r.inciso === inciso)
13.
14.         ponderaciones.push(resp.ponderacion)
15.       }
16.
17.       const valor_a = ((ponderaciones[0] * 100) / 4)
18.       const valor_b = ((ponderaciones[1] * 100) / 4)
19.       const valor_c = ((ponderaciones[2] * 100) / 4)
```

Script 3.19 Código fuente de estimación por unidad de análisis.

Una vez que se tienen los resultados de cada una de las unidades de análisis, se almacenan en la base de datos, dentro del documento de resultados del usuario. Después se toma el ultimo valor del arreglo de datos y se recupera el total por cada unidad de análisis (Figura 3.20). Para finalizar se realiza el calculo total de la comprensión lectora, tomando en cuanta la sumatoria del total cada unidad de análisis, el valor máximo de la prueba de comprensión lectora y la cantidad de unidades de análisis evaluadas, como se muestra en la siguiente formula.

$$T_{estimación_comprensión} = \frac{(\sum_{T_{unidad_análisis}})\,(ValorMaximo_{estimación_comprensión})}{Cantidad_UnidadesAnálisis}$$

```
1.        const longitud_test = user?.resultados.length;
2.        const no_registro = Number(longitud_test) - 1;
3.
4.        const val1:number = this.$session.data.unit1 = Number(JSON.parse(JSON.stringif
    y(user?.resultados[no_registro].puntuacion.u1)))
5.        const val2:number = this.$session.data.unit2 = Number(JSON.parse(JSON.stringif
    y(user?.resultados[no_registro].puntuacion.u2)))
6.        const val3:number = this.$session.data.unit3 = Number(JSON.parse(JSON.stringif
    y(user?.resultados[no_registro].puntuacion.u3)))
7.
8.        const score:number = ((val1+val2+val3)*100)/300;
9.        const total_score:number = JSON.parse(score.toFixed(2));
```

Script 3.20 Código fuente de estimación total.

Una vez que se obtiene el total de la estimación de la comprensión lectora, se presenta de forma gráfica cada uno de los totales tanto por unidad de análisis como de estimación en la sección de perfil de usuario, haciendo uso de *Amazon Presentation Language*.

3.1.4.5 Almacenar resultados

La función encargada de realizar el almacenamiento de los resultados obtenidos de la interacción con el usuario y los reactivos de evaluación, se muestran en el código de la figura 3.34, en donde se asignan las variables de sesión de cada respuesta a una variable local.

```
65.async AddResults(){
66.  // Se toman los resultados de las variables de sesion y se asignan a una constante
   local
67.  const respuesta_uno = JSON.parse(JSON.stringify(this.$session.data.resp_one).toLowe
   rCase())
68.  const respuesta_dos = JSON.parse(JSON.stringify(this.$session.data.resp_two).toLowe
   rCase())
69.  const respuesta_tres = JSON.parse(JSON.stringify(this.$session.data.resp_three).toL
   owerCase())
70.
71.  // Numero de evalacion dentro del arreglo
72.  const no_prueba = this.$session.data.num_qa - 1;
73.  const contenidoPrueba = JSON.parse(JSON.stringify(content?.evaluation[no_prueba].ev
   al_question))
74.  // Se agregan los resultados dentro de un array de Strings
75.  // Se crea una nueva variable donde se agregan las ponderaciones correspondientes a
   cada reactivo
76.  const respuestas_user :String[] = [respuesta_uno, respuesta_dos, respuesta_tres]
77.  const ponderaciones: any[] = [];
78.  // Se realiza el mapeo para obtener la ponderacion dependiendo del reactivo
   indicado
79.
80.  for (let i = 0; i < respuestas_user.length; i++)
81.  {
82.    const preguntaIndex = i + 1;
83.    const inciso = respuestas_user[i]
84.
85.    const pregunta = contenidoPrueba.find((q:any) => q[`q${preguntaIndex}`]);
86.
87.    const resp = pregunta.respuestas.find((r:any) => r.inciso === inciso)
88.
89.    ponderaciones.push(resp.ponderacion)
90.  }
91.
92.  const pond_a:Number = this.$session.data.pond_a = ponderaciones[0];
93.  const pond_b:Number = this.$session.data.pond_b = ponderaciones[1];
94.  const pond_c:Number = this.$session.data.pond_c = ponderaciones[2];
95.
```

```
96.  const valor_a = ((ponderaciones[0] * 100) / 4)
97.  const valor_b = ((ponderaciones[1] * 100) / 4)
98.  const valor_c = ((ponderaciones[2] * 100) / 4)
```

Script 3.21 Código fuente almacenamiento de resultados.

Estas variables locales se comparan con los reactivos de cada pregunta dentro del número de prueba, estos incisos se entran dentro del elemento *eval_question*. De la comparación se regresan solo las ponderaciones de las respuestas asignadas previamente a cada uno de los reactivos de opción, seguido de realizar la asignación de variables para obtener el porcentaje de cada una de las unidades de análisis evaluadas.

También es necesario realizar la verificación del tipo de prueba que se ha realizado, para esto se hace uso de la variable de sesión en donde esta almacenado el último tipo de prueba, este elemento se compara para almacenar los nuevos valores obtenidos y que el atributo TipoPrueba sea el correcto dependiendo de la última prueba. En la figura 3.35, se puede observar cómo se realiza la comparación.

```
114.const tipo_test = this.$session.data.tipo_test
115.if (tipo_test == "inicial"){
116.  await database.collection('resultados_collection').updateOne(
117.    {'usuario':this.$session.data.id},
118.    {
119.      $push:
120.      {
121.        resultados:
122.        {
123.          $each:[{"TipoPrueba":"pretest", "puntuacion":{"u1":valor_a,"u2":valor_b,"u
    3":valor_c},"createAt":Date()}]
124.        }
125.      }
126.    }
127.    )
128.this.$session.data.tipo_test = "pretest";
129.} else if (tipo_test == "pretest"){
130.  await database.collection('resultados_collection').updateOne(
131.    {'usuario':this.$session.data.id},
132.    {
133.      $push:
134.      {
135.        resultados:
136.        {
137.          $each:[{"TipoPrueba":"postest", "puntuacion":{"u1":valor_a,"u2":valor_b,"u
    3":valor_c},"createAt":Date()}]
138.        }
139.      }
140.    }
```

```
141.     )
142.   this.$session.data.tipo_test = "postest";
143.   } else if (tipo_test == "postest"){
144.     await database.collection('resultados_collection').updateOne(
145.       {'usuario':this.$session.data.id},
146.       {
147.         $push:
148.         {
149.           resultados:
150.           {
151.             $each:[{"TipoPrueba":"postest", "puntuacion":{"u1":valor_a,"u2":valor_b,
    "u3":valor_c},"createAt":Date()}]
152.           }
153.         }
154.       }
155.       )
156.     this.$session.data.tipo_test = "postest";
157.     }
```

Script 3.22 Código fuente comparación y asignación de resultados.

3.1.4.6 Presentación gráfica de funcionalidades

En este apartado se muestra la codificación de la parte lógica para obtener los elementos visuales haciendo uso de directivas APL, se visualizan elementos compatibles con la pantalla del dispositivo, así como la asignación de datos provenientes de variables para imprimirlos en la pantalla del dispositivo de asistencia virtual.

3.1.4.6.1 Registro, búsqueda y perfil de usuario

La figura 3.36 muestra la forma en que los datos son recuperados en el momento de realizar un nuevo registro de usuario, la búsqueda de un usuario existente y al finalizar la prueba de evaluación. Para ello se retornan elemento ubicados en resultados_collection y que pertenecen a un usuario en específico. Estos elementos se asignan a variables de sesión para después realizar el cálculo del promedio de las unidades de análisis. Al finalizar se redirige al usuario al componente de perfil de usuario.

```
130.const test = await
    database.collection('resultados_collection').findOne({'usuario':codigo})
131.const longitud_test = test?.resultados.length
132.const no_registro = Number(longitud_test) - 1
133.// Recupera el tipo de prueba del ultimo registro de resultados
```

```
this.$session.data.tipo_test = JSON.parse(JSON.stringify(test?.resultados[no_registro].TipoPrueba));
this.$session.data.nombre = JSON.parse(JSON.stringify(user?.datosnombre.nombre));
/**
 * Recupera cada uno de los valores numericos de las unidades de analisis,
 * Se asignan a tres variables para calcular el resultado final
 */
const val1:number = this.$session.data.unit1 = Number(JSON.parse(JSON.stringify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u1)))
const val2:number = this.$session.data.unit2 = Number(JSON.parse(JSON.stringify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u2)))
const val3:number = this.$session.data.unit3 = Number(JSON.parse(JSON.stringify(test?.resultados[no_registro].puntuacion.u3)))
// Promedio de los valores de las unidades de analisis
const score:number = ((val1+val2+val3)*100)/300;
// Se redondea el valor en caso de un resultado con decimales (2)
const total_score:number = JSON.parse(score.toFixed(2));
// El resultado total se almacena en una variable de session
this.$session.data.score = total_score;
// Envia mensaje de retorno de usuaro existente
this.$send({message: this.$t('existing_user_success_1') + ','})
// Redireccionamiento al componente de perfil.
this.$redirect(ProfileComponent);
```

Script 3.23 Código fuente retornar y asignar datos de resultados.

Una vez colocados los datos dentro de las variables de sesión, se recuperan en el componente de perfil de usuario. Estos elementos se asignan dentro de una directiva de APL que permite el uso de interfaces personalizadas en dispositivos de asistencia virtual con pantalla.

Los elementos son ubicados dentro del campo de *datasources* para ser utilizados dentro del archivo APL que apunta a la referencia del alias del elemento.

```
message: this.$t('welcome_profile') + ': ' + this.$session.data.nombre,
//! Agregación de la directiva APL
platforms:{
  alexa:this.$device.supports('ALEXA:APL')?
  {
    nativeResponse:{
      response:{
        directives:[
          {
            type: 'Alexa.Presentation.APL.RenderDocument',
            token: 'interfaz_inicio',
            document: perfil,
            datasources:{
              datos_usuario:{
                nombre:this.$session.data.nombre,
                escolaridad:  this.$session.data.escolaridad,
                matricula:  this.$session.data.matricula,
```

```
36.                 unit_1: this.$session.data.unit1,
37.                 unit_2: this.$session.data.unit2,
38.                 unit_3: this.$session.data.unit3,
39.                 score : this.$session.data.score
40.               }
41.             }
42.           }
43.         ]
44.       }
45.     }
46.   }:{}
47.
48.}
```

Script 3.24 Código fuente directiva perfil

3.1.4.6.2 Contenidos de evaluación

El código que se muestra en la figura 3.38 corresponde a la directiva APL en donde se devuelve el título del texto de evaluación, el contenido del texto y el número de evaluación que se está realizando. Estos elementos se obtienen mediante el uso de una función que genera un número aleatorio y que posteriormente se utiliza para realizar una búsqueda de contenido.

```
12.@Intents(["InitTestIntent"])
13.evalInstructions()
14.{
15.    const numero_prueba = this.$session.data.num_qa = this.numeroAleatorio();
16.    const NoPrueba = numero_prueba - 1
17.    const prueba = JSON.parse(JSON.stringify(content_1?.evaluation[NoPrueba].eval_con
    tent))
18.    this.$send({message:"Estás a punto de comenzar la prueba de evaluación:
    " + prueba[0].titulo + ". " + this.$session.data.nombre + ". " })
19.    this.$send(
20.        {
21.          message: this.$t('instructions_test'),
22.          //! Agregación de la directiva APL
23.          platforms:{
24.            alexa:this.$device.supports('ALEXA:APL')?
25.            {
26.              nativeResponse:{
27.                response:{
28.                  directives:[
29.                    {
30.                      type: 'Alexa.Presentation.APL.RenderDocument',
31.                      token: 'interfaz_instruccion',
32.                      document: instruccion,
33.                      datasources:{
34.                        datos_instruccion:{
35.                          titulo:prueba[0].titulo,
```

```
                        contenido:prueba[0].contenido,
                        evalnum:numero_prueba

                      }
                    }
                  }
                ]
              }
            }
          }:{}
        }
      }
    )
    this.$send({message: ". al terminar dime: iniciar, para comenzar la
  prueba", listen:true})
}

numeroAleatorio(): number {
    return Math.floor(Math.random() * 3) + 1;
}
```

Script 3.25 Código fuente directiva contenido de evaluación

La figura 3.39 corresponde a la directiva de interfaz APL que permiten mostrar las preguntas y los reactivos de opción con las respuestas, para esto se asignan los elementos dentro de la posición del array y que corresponde al número generado durante la interacción con el intent InitTestIntent.

```
const numero_prueba = this.$session.data.num_qa
const NoPrueba = numero_prueba - 1
const prueba = JSON.parse(JSON.stringify(content_1?.evaluation[NoPrueba].eval_questio
  n))

this.$send({
  platforms:{
      alexa:this.$device.supports('ALEXA:APL')?
      {
        nativeResponse:{
          response:{
            directives:[
              {
                type: 'Alexa.Presentation.APL.RenderDocument',
                token: 'interfaz_test',
                document: qa1,
                datasources:{
                  datos_test:{
                    pregunta:prueba[0].q1,
                    resp_a:prueba[0].respuestas[0].texto,
                    resp_b:prueba[0].respuestas[1].texto,
                    resp_c:prueba[0].respuestas[2].texto,
```

```
34.                     resp_d:prueba[0].respuestas[3].texto
35.                   }
36.                 }
37.               }
38.             ]
39.           }
40.         }
41.       }:{}
42.
43.     }
44.});
```

Script 3.26 Código fuente preguntas evaluación

Capítulo 4. Resultados

A continuación, se describen los resultados que fueron obtenidos con la realización e implementación del proyecto, se realiza y presenta un caso de estudio referente a la comprensión lectora.

La funcionalidad de la aplicación consta de los siguientes elementos: registro de usuarios, búsqueda de usuarios existentes, visualización de los datos personales y últimos resultados obtenidos, realizar una prueba de evaluación presentando lecturas de evaluación para obtener un estimado de su comprensión lectora y mostrar un conjunto de recomendaciones para el usuario relacionadas a las técnicas para mejorar el proceso de comprensión lectora.

4.1 Sprint 5 Aplicación de caso de estudio.

Tabla 4.1 *Tercera iteración (Sprint 3)*

SPRINT	5
NOMBRE	Aplicación de un caso de estudio
TAREAS	Implementar y validar el funcionamiento de la aplicación.
FINALIDAD	Realizar una evaluación de la aplicación para verificar su funcionalidad y precisión en un caso de estudio en donde se realice una estimación de la comprensión lectora.
ESTADO	Terminado

Se desarrolló una aplicación *skill* destinada a dispositivos de asistencia virtual con pantalla, utilizando el *framework* de Jovo y los servicio en la nube de Amazon, para ser utilizada en el dispositivo Echo Show 8. La finalidad de esta aplicación skill es obtener de manera rápida, mediante la interacción con el dispositivo, una estimación de la comprensión lectora utilizando de base las unidades de análisis de la lectura, mostrando en pantalla sus resultados y recomendaciones para mejorar su comprensión lectora. Esta aplicación se encarga de: 1) capturar la información de usuario relevante para su identificación de manera interna, 2) realizar

búsquedas de perfil de usuario que se encuentran registrados en la aplicación, 3) mostrar la información del usuario y los resultados obtenidos de las últimas pruebas de evaluación, 4) mostrar y almacenar los contenidos de evaluación y las respuestas de los usuarios y 5) mostrar de forma gráfica un conjunto de recomendaciones para optimizar el proceso de comprensión lectora del usuario.

A continuación, se explica de forma detallada el funcionamiento de la aplicación skill en el siguiente caso de uso.

4.1.1 Caso de estudio: Implementación de la aplicación *Studyranks* para estimar la comprensión lectora en una escuela de educación media superior.

- Se realizan las pruebas con un grupo 20 alumnos de entre 16 y 19 años, que se encuentran cursando el cuarto y sexto semestre de preparatoria, la aplicación permite almacenar los nombres propios, edades, grado de estudios y matrícula escolar.
- La aplicación busca a alumnos registrados, mostrando su información de identificación y los resultados de sus pruebas de evaluación dentro de un elemento visual mostrado en pantalla.
- Mediante la implementación de la prueba de evaluación, el alumno interactúa con el dispositivo por medio de la voz, también hace uso de la pantalla para navegar dentro del texto de evaluación, para después contestar las preguntas. Estas se almacenan de manera correcta dentro de un registro de resultados y es mostrado en su perfil.
- Los alumnos brindan retroalimentación acerca de la facilidad de uso (Figura 4.1), el rendimiento de la aplicación (Figura 4.2), efectividad de los datos arrojados por parte de la aplicación (Figura 4.3), obteniendo una respuesta positiva y una clara aceptación por parte de los usuarios (Figura 4.4).



Figura 4.1 Resultados (facilidad de uso).

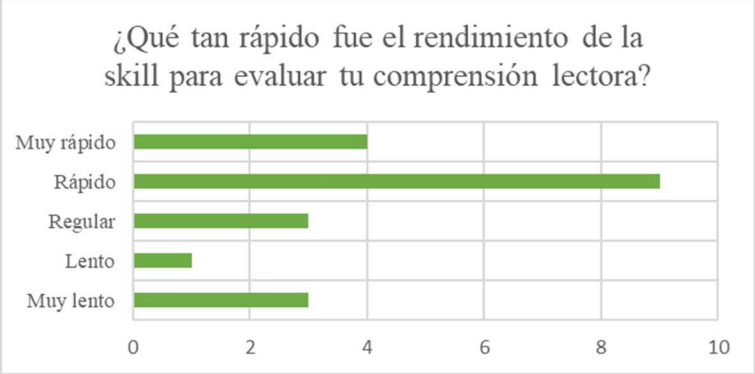


Figura 4.2 Resultados (rendimiento).

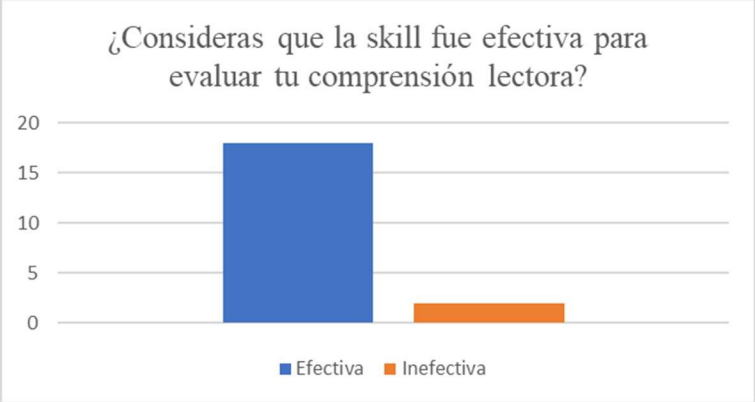


Figura 4.3 Resultados (efectividad).

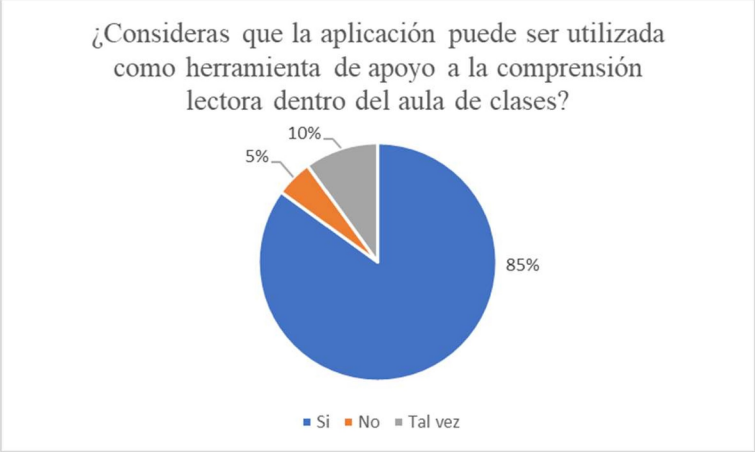


Figura 4.4 Resultados (aceptación de herramienta).

- Se logra detectar que algunos nombres de alumnos no son reconocidos por el dispositivo a pesar de contar con la versión pública de nombre propios proporcionada por Amazon, para que pueda funcionar de manera adecuada es necesario agregar de forma manual el nombre dentro del modelo de interacción y recargar por completo de la aplicación.
- A pesar de que durante el proceso de implementación se explicó al estudiante el proceso de interacción, la aplicación pierde la conexión con el dispositivo debido a que los tiempos de interacción entre intents son prolongados.
- La aplicación funciona de manera correcta durante periodos en los que el servicio de Internet es estable, en cambio, cuando el servicio de internet es limitado o intermitente la aplicación tiene tener retrasos en la interacción con el usuario e inclusive tiende a presentar fallas de lectura de componentes o desconexión física del equipo del servicio de internet.

Debido a lo observado durante el proceso de implementación se generan las siguientes interrogantes con respecto a su uso en instancias educativas:

1. ¿Es posible gestionar la adquisición de estos dispositivos en escuelas públicas para poder realizar las pruebas de evaluación con múltiples alumnos al mismo tiempo?
2. ¿A pesar de que la evaluación brinda resultados rápidos, es viable la actualización de la aplicación, para que la prueba sea más precisa?

La alternativa de solución para estos cuestionamientos, en el primer punto es utilizar un solo dispositivo para almacenar en una cuenta los alumnos de un grupo y escuela, y que este se encuentre disponible para su utilización. Como segundo punto, la aplicación permite ingresar diferentes textos de evaluación y reactivos, pero el sentido de la realización de una prueba rápida ya no sería viable.

Se describe a continuación la forma en que el usuario interactúa con las funcionalidades del módulo, comenzando desde la primera interacción del usuario inicial o no registrado.

El usuario interactúa con el dispositivo de asistencia virtual utilizando la voz para solicitar la aplicación skill desarrollada utilizando la frase de activación o *invocation name* “Alexa, abre Studyranks”, el dispositivo responde mostrando una interfaz en el dispositivo con la información de la aplicación. El dispositivo envía una señal auditiva para indicarle las acciones permitidas durante el momento de esta interacción, las cuales son agregar un nuevo registro o buscar un registro existente (Figura 4.5).



Figura 4.5 Bienvenida

Al seleccionar la acción mediante el uso de voz, el dispositivo realiza una búsqueda de los elementos dentro del modelo de interacción para encontrar el comando seleccionado, para el caso de la acción agregar, la skill solicita el nombre propio del usuario, su edad en número, su ultimo grado de estudios (primaria, secundaria o bachillerato) y la matricula o código de usuario. Una vez completada la solicitud de datos, la aplicación almacena la información (Figura 4.6) y la presenta de forma gráfica al usuario mediante un perfil de usuario (Figura 4.7).


```
{
  "_id": {
    "$oid": "64748294f3cb10177cbefdd3"
  },
  "id": "56",
  "datosnombre": {
    "nombre": "ROBERTO"
  },
  "edad": "17",
  "escolaridad": "BACHILLERATO",
  "createAt": "Mon May 23 2023 09:46:44 GMT-0600 (hora estándar central)"
}
```


Figura 4.6 Perfil de usuario (MongoDb)



Figura 4.7 Perfil de usuario

En caso de que el usuario ya se encuentre registrado, se selecciona la opción de buscar, en donde la aplicación busca dentro de la colección de documentos la matricula o código de usuario. En

caso de que se encuentre un registro, se retornan los datos del usuario en la interfaz de usuario de perfil, mostrando los datos de identificación y los resultados obtenidos de la última prueba de evaluación (Figura 4.8).



Figura 4.8 Búsqueda de usuario

Durante el transcurso de esta interacción, la aplicación le indica de forma auditiva las acciones las acciones permitidas durante la interacción las cuales son “realizar una evaluación” o “buscar” otro registro de usuario. Existe la posibilidad de buscar y visualizar los datos de otros usuarios registrados (Figura 4.9).



Figura 4.9 Retorno a perfil personal

El usuario al seleccionar la opción de realizar una evaluación, muestra en pantalla una interfaz gráfica con el conjunto de datos iniciales de evaluación, entre los que se encuentran el título de la lectura de evaluación, el contenido de la lectura, la cual es principalmente un texto adaptado de una lectura de comprensión y el número de prueba a realizar. Para comenzar la prueba el dispositivo le indica al usuario seleccionar de forma oral la opción iniciar. Los contenidos de evaluación se presentan de forma aleatoria al usuario para evitar que el usuario lea los mismos contenidos (Figura 4.10).

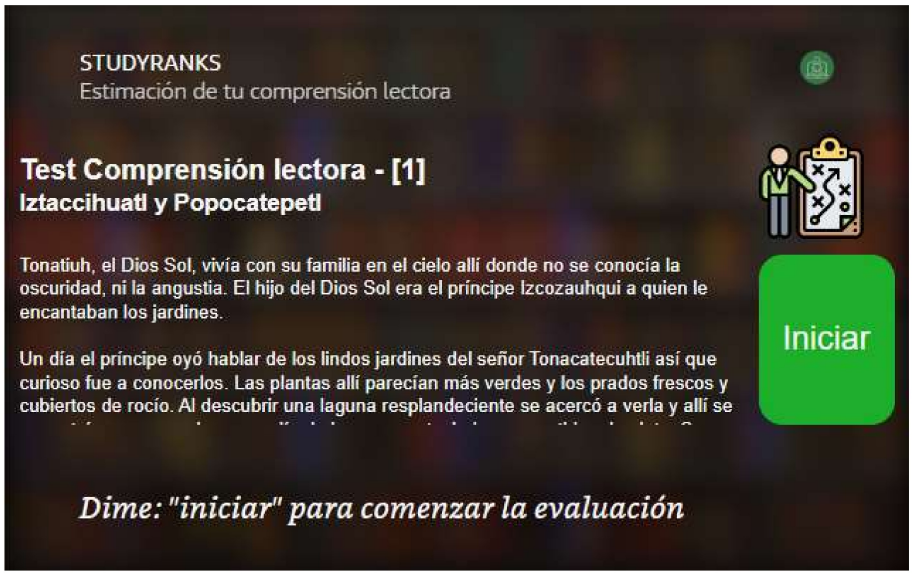


Figura 4.10 Pre inicio de evaluación

El usuario al seleccionar la opción iniciar, el contenido se intercambia por una serie de tres preguntas y respuestas. Estas preguntas analizan una de las tres unidades de análisis de la lectura mientras que las respuestas cuentan con ponderaciones diferentes dependiendo del grado de atención o comprensión del texto leído anteriormente. El dispositivo le indica al usuario que una vez que haya leído la pregunta y las opciones de respuesta le indique el mediante un comando de voz “primera respuesta”, “segunda respuesta” o “tercera respuesta” dependiendo de la pregunta en la cual se encuentre (Figura 11-12-13).

Al seleccionarlo, el dispositivo espera la respuesta del usuario la cual se almacena mediante el comando de voz solicitado por el dispositivo el cual es “opción” seguida del número de la respuesta.

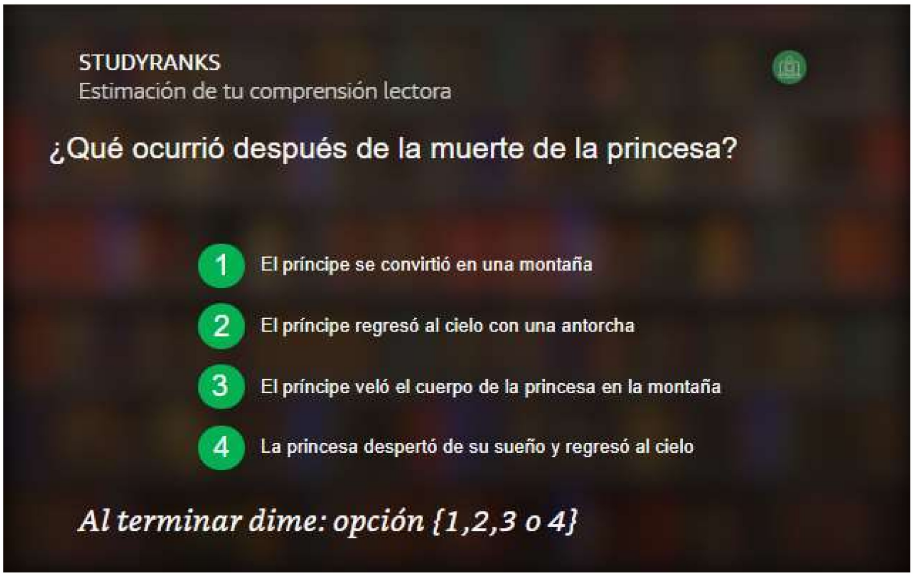


Figura 4.11 Preguntas y reactivos inciso uno

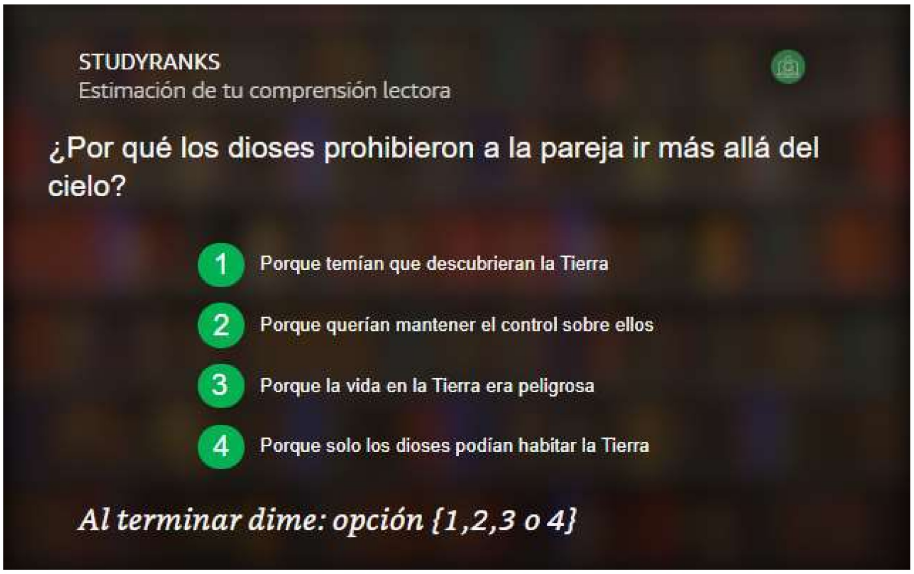


Figura 4.12 Preguntas y reactivos inciso dos

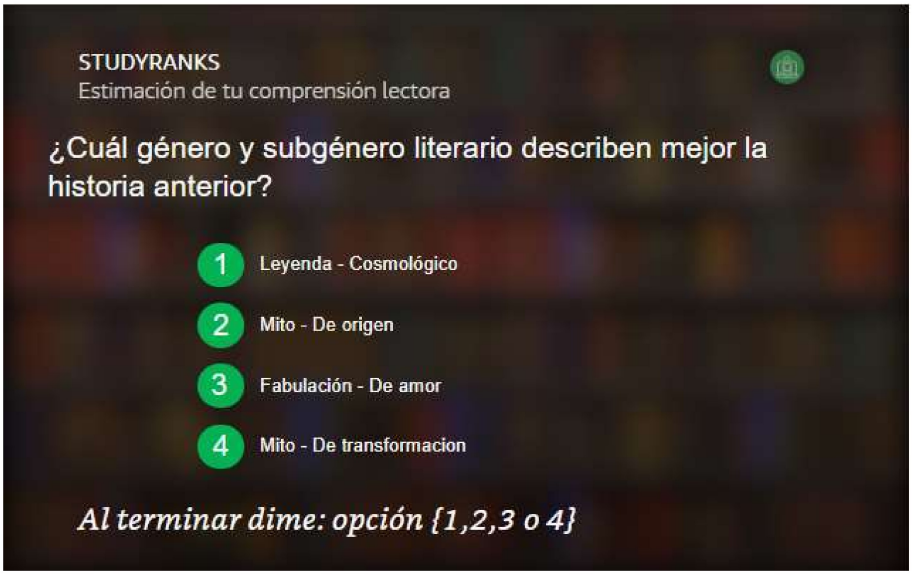


Figura 4.13 Preguntas y reactivos inciso tres

Al completar las preguntas de evaluación, la aplicación almacena los resultados de evaluación en la colección de respuestas dentro de la base de datos de MongoDb (Figura 4.14). se redirecciona de manera automática al usuario a un componente de recomendaciones, el cual muestra una palabra y una frase relacionada al proceso de comprensión lectora, también se muestra una imagen acorde a la recomendación, para vincular la acción con la palabra (Figura 4.15).



Figura 4.14 Almacenamiento de resultados (MongoDb).



Figura 4.15 Recomendaciones

El usuario al finalizar la lectura de recomendación, puede seleccionar opción de regresar, para ir de vuelta a su perfil, donde se reflejan los resultados provenientes de la prueba de evaluación previamente realizada. Caso contrario, puede salir de la aplicación y al reingresar a ella de igual manera puede visualizar sus datos resultados de la evaluación (Figura 4.16).



Figura 4.16 Perfil con resultados actualizados.

Capítulo 5. Conclusiones

En este capítulo se mencionan las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del presente trabajo de tesis, así como un conjunto de recomendaciones o trabajo a futuro propuesto.

5.1 Conclusiones

Al implementar la arquitectura durante el desarrollo de una aplicación skill se logró cumplir con los objetivos específicos y el objetivo general del proyecto de tesis. Esta aplicación skill resultante llamada "*Studyranks*" realiza una estimación rápida de la comprensión lectora de un usuario utilizando dispositivos de asistencia virtual con pantalla, para implementar el uso de tecnologías de la información dentro del área educativa, como apoyo durante el proceso de comprensión lectora.

Esta aplicación permite almacenar, buscar y realizar una prueba rápida de comprensión lectora, registrando los resultados obtenidos y mostrando un porcentaje estimado de dominio de la unidad de análisis de lectura.

Para el desarrollo de esta aplicación, se analizaron diferentes herramientas de evaluación, así como las técnicas para mejorar la comprensión lectora, se analizaron los diferentes asistentes virtuales disponibles en el mercado actual, sus características físicas y de software. A su vez, se analizaron los diferentes *frameworks*, bases de datos y lenguajes de programación compatibles con el dispositivo de asistencia virtual Echo Show 8.

Con la realización de este proyecto se brinda una alternativa digital para conocer el nivel de comprensión lectora del usuario y mejorar el proceso lector y de comprensión usando el asistente virtual Alexa para ayudar a los usuarios durante una enseñanza y practica continua.

Durante la realización de este proyecto fue necesario obtener conocimientos de bases de datos no relacionales, mejorar las habilidades de programación para la elaboración de los componentes encargados de flujo de dialogo de la aplicación. Se logró adquirir conocimientos acerca de los servicios en la nube de Amazon y las limitaciones que este presenta en caso de requerir servicios en proyectos educativos.

También durante el proceso de la elaboración de la aplicación, se presentaron diferentes situaciones que modificaron la forma en que se desarrolló el proyecto de tesis, entre los que se destacan las suspensiones de cuenta por parte de Amazon, las actualizaciones de framework y de su interfaz de línea de comandos, las listas predefinidas de elementos para entidades o slots de Amazon, la documentación y ejemplos del Framework de Jovo los cuales no se actualizan de forma constante.

A pesar de las situaciones presentadas, al momento de realizar pruebas de campo, es notable mencionar que la aceptación de los usuarios es alta, atrayendo al usuario desde la primera interacción, pero es necesario controlar los tiempos de respuesta con el usuario. No obstante, se aprecia una amplia área de aplicación para el uso de los asistentes virtuales con pantalla, no solo dentro del área educativa, ya que sus aplicaciones skill pueden ser adaptadas a las necesidades de los usuarios, para brindar información al usuario de forma virtual.

5.2 Recomendaciones

Como parte de las recomendaciones o trabajo a futuro del proyecto desarrollado, se toman en cuenta los elementos siguientes:

1) Adaptar el contenido de evaluación para que los usuarios puedan descargar los contenidos completos y puedan ser aplicados a grupos de estudio con usuarios simultáneos, utilizando solo el número de evaluación a realización.
2) Desarrollar tipos de listas personalizadas o integrar un servicio para la identificación de caracteres, para evitar que la aplicación no reconozca los campos ingresados por el usuario.
3) Implementar el uso de componente táctil del dispositivo para aprovechar las características integradas, para brindar al usuario una interacción completa con el dispositivo de asistencia virtual y la aplicación skill.
4) Desarrollar una función que genere una base de datos única para cada nuevo usuario que descargue la aplicación, con lo que se busca tener un mayor control y privacidad de los datos de evaluación.

Productos académicos

Articulo.

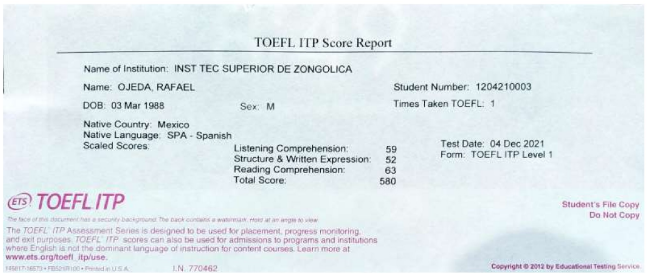
Presentado de forma oral y publicado en la revista Bianual durante el Congreso Internacional en Tecnología, Innovación y Docencia (CITID 2023), en el Tecnológico Nacional de México a través del Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Año 4 Vol. 4, pagina 799-806, Abril 2023



Examen TOEFL.

Realizado en diciembre de 2021. Tecnológico Nacional de México Campus Zongolica. Puntuación de 580 puntos.



TOEFL ITP Score Report

Name of Institution: INST TEC SUPERIOR DE ZONGOLICA

Name: OJEDA, RAFAEL
Student Number: 1204210003

DOB: 03 Mar 1988
Sex: M
Times Taken TOEFL: 1

Native Country: Mexico
Native Language: SPA - Spanish
Scaled Scores:

Listening Comprehension:	59
Structure & Written Expression:	52
Reading Comprehension:	63
Total Score:	580

Test Date: 04 Dec 2021
Form: TOEFL ITP Level 1

TOEFL ITP

Student's File Copy
Do Not Copy

The TOEFL ITP Assessment Series is designed to be used for placement, progress monitoring and exit purposes. TOEFL ITP scores can also be used for admissions to programs and institutions where English is not the dominant language of instruction for content courses. Learn more at www.ets.org/toefl_itp/use.

I.N. 770462

Copyright © 2012 by Educational Testing Service

Retribución social.

Instructor del curso “Introducción a los asistentes virtuales” durante el 10º Congreso Nacional de Ingenierías 2022, del 17 al 21 de octubre en el Tecnológico Nacional de México a través del Instituto Tecnológico de Orizaba.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

RAFAEL OJEDA BARBIS

POR SU PARTICIPACIÓN COMO INSTRUCTOR EN EL CURSO:

“INTRODUCCIÓN A ASISTENTES VIRTUALES”

REALIZADO DENTRO DEL MARCO DEL “10º. CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍAS 2022” DEL 17 AL 21 DE OCTUBRE DE 2022, EN EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO, CAMPUS ORIZABA.

ORIZABA, VER., A 21 DE OCTUBRE DE 2022.

CIENCIA – TÉCNICA- CULTURA

RICOBERTO REYES VALENZUELA
DIRECTOR

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA
DIRECCION

3341/22

Referencias

[1] Alonso, J., & del Mar Mateos, M. (1985). Comprensión lectora: Modelos, entrenamiento y evaluación. Infancia y Aprendizaje, 8(31–32), 5–19. https://doi.org/10.1080/02103702.1985.10822082

[2] S. Figueiras. "¿Qué es la inteligencia artificial?" Masters, cursos y MBA online. Escuela de Negocios - CEUPE. https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-inteligencia-artificial.html

[3] "Natural Language Processing," Google Books, 2013. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=FpUBFNFuKWgC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Natural+Language+Processing,+book,+pdf&ots=GFx83FcxVy&sig=Wa6eDMLADjCHuNrgM9qIyOC8T9I#v=onepage&q=Natural%20Language%20Processing%2C%20book%2C%20pdf&f=false.

[4] E. Cambria and B. White, "Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research [Review Article]," in IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 9, no. 2, pp. 48-57, Mayo 2014, Doi: 10.1109/MCI.2014.2307227.

[5] "Vista de Procesamiento de lenguaje natural," Unmsm.edu.pe, 2022. https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/view/5923/5121

[6] M. Waldron. "On Artificial Intellience: Branches, Applications and Challenges". Access The World's News With AYLIEN News API | News Data As A Service. https://aylien.com/blog/on-artificial-intellience-branches-applications.

[7] "How Natural Language Generation works," Retresco, 2022. https://www.retresco.com/encyclopedia/natural-language-generation/

[8] E. Gallo, María, I. Reyzábal, M. Gallo, and A. José, "Sistema de Información Científica," International Journal of Developmental and Educational Psychology, vol. 3, no. 1, pp. 487–499, 2005, [En linea] https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832310045.pdf.

[9] M. Coto Jiménez and M. Morales Rodríguez, "Tecnologías del habla para la educación inclusiva," Actualidades Investigativas en Educación, vol. 20, no. 1, Enero. 2020, Doi: 10.15517/aie.v20i1.40129.

[10] "ASR (Audio Speech Recognition): qué es e importancia en el Call Center," Upbe, Julio. 21, 2020. https://www.upbe.ai/blog/sistemas-de-reconocimiento-del-habla-asr-que-es/#:~:text=Para%20el%20caso%20del%20ASR,el%20texto%20en%20discurso%20hablado.

[11] D. Yu and L. Deng, Automatic Speech Recognition. London: Springer London, 2015. Doi: 10.1007/978-1-4471-5779-3.

[12] P. Agüero and A. Bonafonte Cávez, "Síntesis de voz aplicada a la traducción voz a voz." [En linea]. https://nlp.lsi.upc.edu/publications/papers/phdaguero12.pdf.

[13] I. Isewon, J. Oyelade, and O. Oladipupo, "ISSN : 2249-0868 Foundation of Computer Science FCS," International Journal of Applied Information Systems (IJAIS), vol. 7, no. 2, 2014, [En linea]. https://core.ac.uk/download/pdf/83592918.pdf.

[14] "¿Qué es un asistente virtual? Funciones de un asistente virtual y datos de interés," Blog Mailrelay, email marketing, Sep. 27, 2018. https://blog.mailrelay.com/es/2018/09/27/asistente-virtual.

[15] "¿Qué son los asistentes de voz? | RPA Amatech Group," RPA Amatech Group, Jun. 2021. https://www.rpasolutions.es/asistentes-de-voz

[16] T. Cuenca, "¿Qué son los altavoces inteligentes, para qué sirven y cómo funcionan?," Domoticada, Mayo 25, 2020. https://www.domoticada.com/altavoces-inteligentes-que-son-como-funcionan-y-para-que-sirven

[17] Pocket-lint, "Pocket-lint," Pocket-lint, Noviembre. 02, 2021. https://www.pocket-lint.com/es-es/aplicaciones/noticias/apple/112346-que-es-el-asistente-de-voz-personal-de-siri-apple.

[18] "¿Qué es Cortana y qué puede hacer? | Lenovo México," Lenovo.com, 2019. https://www.lenovo.com/mx/es/faqs/pc-vida-faqs/como-usar-windows-cortana

[19] Motoyuki Ozeki, Shunichi Maeda, Kanako Obata, and Yuichi Nakamura. 2008. Virtual assistant: an artificial agent for enhancing content acquisition: how ambient media elicit information from humans. In Proceedings of the 1st ACM international workshop on Semantic ambient media experiences (SAME '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 75–82. DOI:10.1145/1461912.1461927.

[20] Pradhan, A., Lazar, A., & Findlater, L. (2020). Use of Intelligent Voice Assistants by Older Adults with Low Technology Use. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 27(4), 1–27. doi:10.1145/3373759.

[21] Sousa, D. N., Brito, M. A., & Argainha, C. (2019). Virtual customer service: Building your chatbot. Proceedings of the 3rd International Conference on Business and Information Management - ICBIM '19. doi:10.1145/3361785.3361805

[22] Bartie, P., Mackaness, W., Lemon, O., Dalmas, T., Janarthanam, S., Hill, R. L., … Liu, X. (2018). A dialogue based mobile virtual assistant for tourists: The SpaceBook Project. Computers, Environment and Urban Systems, 67, 110–123. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.010

[23] Sánchez-Díaz X., Ayala-Bastidas G., Fonseca-Ortiz P., Garrido L. (2018) A Knowledge-Based Methodology for Building a Conversational Chatbot as an Intelligent Tutor. In: Batyrshin I., Martínez-Villaseñor M., Ponce Espinosa H. (eds) Advances in Computational Intelligence. MICAI 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11289. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04497-8_14

[24] Vaishnavi Mande, Abraham Glasser, Becca Dingman, and Matt Huenerfauth. 2021. Deaf Users' Preferences Among Wake-Up Approaches during Sign-Language Interaction with Personal Assistant Devices. Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 370, 1–6. DOI: https://doi.org/10.1145/3411763.3451592

[25] Michael Bonfert, Nima Zargham, Florian Saade, Robert Porzel, and Rainer Malaka. 2021. An Evaluation of Visual Embodiment for Voice Assistants on Smart Displays. In CUI 2021 - 3rd Conference on Conversational User Interfaces (CUI '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 16, 1–11. DOI:https://doi.org/10.1145/3469595.3469611

[26] Jung, Y., Braiman, J., McNamara, M., & Hunse, W. (2021). Virtual Assistant for Regulation-Dense Organizations. 2021 The 4th International Conference on Information Science and Systems. doi:10.1145/3459955.3460609

[27] Ballati, F., Corno, F., & De Russis, L. (2018). Assessing Virtual Assistant Capabilities with Italian Dysarthric Speech. Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - ASSETS '18. doi:10.1145/3234695.3236354.

[28] Duguleană, M., Briciu, V.-A., Duduman, I.-A., & Machidon, O. M. (2020). A Virtual Assistant for Natural Interactions in Museums. Sustainability, 12(17), 6958. doi:10.3390/su12176958.

[29] J.-S. Jwo, C.-S. Lin, and C.-H. Lee, “An Interactive Dashboard Using a Virtual Assistant for Visualizing Smart Manufacturing,” Mobile Information Systems, vol. 2021, pp. 1–9, Mayo 2021, Doi: 10.1155/2021/5578239.

[30] Terzopoulos, G., & Satratzemi, M. (2019). Voice Assistants and Artificial Intelligence in Education. Proceedings of the 9th Balkan Conference on Informatics - BCI’19. doi:10.1145/3351556.3351588

[31] Cóndor-Herrera O., Jadán-Guerrero J., Ramos-Galarza C. (2021) Virtual Assistants and Its Implementation in the Teaching-Learning Process. In: Karwowski W., Ahram T., Etinger D., Tanković N., Taiar R. (eds) Human Systems Engineering and Design III. IHSED 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1269. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58282-1_33 (página 215)

[32] Mekni, M., Baani, Z., & Sulieman, D. (2020). A Smart Virtual Assistant for Students. Proceedings of the 3rd International Conference on Applications of Intelligent Systems. doi:10.1145/3378184.3378199

[33] Pham, X. L., Pham, T., Nguyen, Q. M., Nguyen, T. H., & Cao, T. T. H. (2018). Chatbot as an Intelligent Personal Assistant for Mobile Language Learning. Proceedings of the 2018 2nd International Conferece on Education and E-Learning - ICEEL 2018. doi:10.1145/3291078.3291115.

[34] Anastasiadou, M., Alexiadis, A., Polychronidou, E., Votis, K., & Tzovaras, D. (2020). A prototype educational virtual assistant for diabetes management. 2020 IEEE 20th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE). doi:10.1109/bibe50027.2020.00169

[35] J., Mullo-Ca, K., Sánchez-Viteri, S., & Roman-Cañizares, M. (2021). Implementation of a Virtual Assistant for the Academic Management of a University with the Use of Artificial Intelligence. Future Internet, 13(4), 97. doi:10.3390/fi13040097

[36] M. del S. Pérez, "Análisis del uso de asistentes virtuales en el aula como recurso complementario en la práctica docente", Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores, dic. 2020, doi: 10.30827/Digibug.64782.

[37] Y. -C. Wu and W. -H. Liao, "Intelligent Voice Assistant to Facilitate Elementary School English Learning: A Case Study Using Amazon Echo Dot," 2021 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), 2021, pp. 269-274, doi: 10.1109/ISM52913.2021.00053.

[38] "¿Qué son las orientaciones didácticas que acompañan a las evaluaciones diagnósticas?", https://www.mejoredu.gob.mx/images/publicaciones/orientaciones/od-Introduccion.pdf

[39] Calixto G., & Honorio S. "ESTRATEGIAS DE COMPRENSIÓN LECTORA: ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN PRIMARIA." Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado 16, no. 1 (2012):183-202. Redalyc, https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724377011

[40] Judith Fernández Ayala, "Desarrollo de habilidades cognitivas para la comprensión lectora en el COBAEM Jacona," Ajusco.upn.mx, 2015, http://digitalacademico.ajusco.upn.mx:8080/jspui/handle/123456789/5766.

[41] Pamela R., Katherine R., & Gabriela N. "Comprensión lectora y metacognición: Análisis de las actividades de lectura en dos textos de estudio de la asignatura de Lenguaje y Comunicación de séptimo año básico." Estudios Pedagógicos XLI, no. 2 (2015):213-231. Redalyc, https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173544018013