



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO EN INFORMÁTICA

Implementación de un agente inteligente de apoyo
al aprendizaje de Estadística Descriptiva

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Torres Bravo, Lenin Alexis

DIRECTOR: Torres Díaz, Juan Carlos, Dr.

CENTRO UNIVERSITARIO QUITO

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Loja, mayo del 2018

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctor.

Juan Carlos Torres Díaz.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: *Implementación de un agente inteligente de apoyo al aprendizaje de Estadística Descriptiva* realizado por Lenin Alexis Torres Bravo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 26 de Marzo de 2018

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Lenin Alexis Torres Bravo declaro ser autor (a) del presente trabajo de titulación: Implementación de un agente inteligente de apoyo al aprendizaje de Estadística Descriptiva, de la Titulación de Informática siendo Juan Carlos Torres Díaz director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice:

“Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Lenin Alexis Torres Bravo

Cédula 1709295248

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa, mi principal aliada para terminar mi carrera

Lenin Torres

AGRADECIMIENTO

A mi esposa, por haber impulsado y apoyo para terminar mi carrera y por toda la paciencia que demostró en el proceso.

A mi madre, por haber sido siempre de apoyo en mi vida.

A mi padre, que siempre me impulsó a conocer más acerca de la informática.

A todos los docentes de la universidad que impartieron sus conocimientos durante mi carrera y en especial al director del trabajo de titulación, por su orientación y consejos

Lenin Torres

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	5
1.1 Automatización de la interacción humano – máquina	6
1.2 La computación cognitiva	6
1.3 El problema de la búsqueda de información	7
1.4 Sistemas de búsqueda de respuestas (QA).....	8
1.5 Retos de los sistemas QA.....	9
1.6 Perspectiva histórica de los sistemas QA	9
1.6.1 Sistemas de bases de datos de lenguaje natural	9
1.6.2 Sistemas de diálogo.....	10
1.6.3 Búsqueda de respuestas para preguntas factuales de dominio abierto.....	10
1.6.4 Búsqueda de respuestas para preguntas de definición	11
1.7 Computación cognitiva y sus aplicaciones.....	11
1.7.1 Investigación de drogas y tratamientos	12
1.7.2 Aplicaciones para la toma de decisiones clínicas	13
1.7.3 Apoyo al aprendizaje de computación paralela	14
CAPÍTULO 2 Descripción general de IBM WATSON CONVERSATION.....	15
2.1 Antecedentes históricos de IBM Watson.....	16
2.1.1 El entorno del proyecto DeepQA: Jeopardy!	16
2.1.2 Los retos del juego de Jeopardy! para el sistema Watson.....	18
2.1.3 Selección de la respuesta	19
2.1.4 Esquema de funcionamiento de Watson	19
CAPÍTULO 3 Esquematización del conocimiento de la asignatura de estadística descriptiva 24	
3.1 Conceptos básicos	25
3.2 Elementos de la esquematización para Watson Conversation.....	25
3.3 Estrategia para la esquematización en Watson.	26
3.4 Intenciones.	26
3.5 Entidades	28

3.6	El diálogo.....	29
CAPÍTULO 4 Proceso de implementación en IBM WATSON Conversation.....		33
4.1	Servicios de Cloud Computing.....	34
4.2	Descripción de IBM Cloud	35
4.3	Configuración de los servicios en IBM Cloud.....	38
4.3.1	Creación de una cuenta de usuario en IBM Cloud	38
4.3.2	Servicios requeridos para la implementación del agente.....	39
4.4	Servicio Watson Conversation.....	40
4.4.1	Configuración del servicio de Watson Conversation.....	41
4.4.2	Creación de las intenciones	43
4.4.3	Creación de las entidades.....	45
4.4.4	Creación del diálogo	46
4.5	Configuración del servicio de Voz a Texto.....	46
4.6	Configuración del servicio de Texto a Voz.....	48
4.7	Configuración de la aplicación	49
4.7.1	Diseño de la aplicación	50
4.7.2	Entorno de programación para la aplicación	52
CAPÍTULO 5 Pruebas y Evaluación		53
5.1	Descripción de las pruebas.....	54
5.2	Pruebas funcionales	54
5.3	Pruebas de usabilidad	57
CONCLUSIONES		66
RECOMENDACIONES.....		67
BIBLIOGRAFIA.....		68
ANEXOS.....		71
GLOSARIO DE TÉRMINOS		72

RESUMEN

El presente trabajo describe el uso de tecnologías de computación cognitiva disponibles comercialmente para el desarrollo de un agente de apoyo al aprendizaje que sea capaz de interpretar y responder preguntas formuladas por los usuarios en lenguaje natural.

El objetivo principal del trabajo es estudiar la forma en que se pueden integrar tecnologías de inteligencia artificial como la de texto a habla, habla a texto y entendimiento del lenguaje en una interfaz de usuario que permita formular preguntas relacionadas a los contenidos de la asignatura de Estadística Descriptiva y que sean contestadas automáticamente por el agente, como si el usuario estuviese manteniendo una conversación.

PALABRAS CLAVE: conversación, agente, Watson, texto, voz, IBM, cloud, estadística, aprendizaje

ABSTRACT

This paper describes the use of commercially available cognitive computing technologies for the development of a learning support agent that is able to interpret and answer questions asked by users in natural language.

The main objective of the work is to study the way in which artificial intelligence technologies, such as text to speech, speech to text and understanding of language can be integrated in a user interface that allows formulating questions related to the contents of the subject of Statistics Descriptive and that are answered automatically by the agent, as if the user was having a conversation.

KEYWORDS: conversation, agent, Watson, text, voice, IBM, cloud, statistics, learning

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de las tecnologías de Inteligencia Artificial es cada vez más factible gracias a servicios que han sido puestos en operación por grandes compañías como Google, Microsoft e IBM lo que permite acceder a grandes capacidades de cómputo e implementaciones de Inteligencia Artificial funcionales y totalmente operativas, facilitando el desarrollo de soluciones que las utilicen sin necesidad de ocuparse de los detalles de la implementación en términos de hardware y software.

En el presente trabajo se describe el diseño y desarrollo de un agente de apoyo al aprendizaje de una de las asignaturas específicas que se imparten en la UTPL utilizando los productos y servicios de IBM y su plataforma WATSON. Esta plataforma presenta funcionalidades de razonamiento, aprendizaje y comprensión ofrecidas como una serie de productos disponibles en el esquema de PaaS y que se pueden acceder con una API. Esquematizando los conceptos relacionados con la Estadística Descriptiva y los servicios de IBM WATSON, se desarrollará una solución capaz de interactuar con los estudiantes para solventar las dudas que se presenten durante el curso de la materia.

Este trabajo de fin de titulación está estructurado en 5 capítulos. En el capítulo 1, se describe el marco teórico sobre el cual se desarrolla el problema que se pretende resolver.. En el capítulo 2 se realiza una descripción general de IBM Watson y se detalla una perspectiva histórica de esta tecnología de IBM. En el capítulo 3 se describe el proceso seguido para modelar los conceptos relacionados con la asignatura de Estadística Descriptiva de modo que puedan ser cargados en IBM Watson . En el capítulo 4 se describe el proceso de implementación del agente en la herramienta IBM Watson. Finalmente, el capítulo 5 muestra los resultados de la evaluación del agente mediante una encuesta realizada a participantes anónimos..

Los objetivos específicos que se persiguen con el trabajo de fin de titulación son:

- Levantar la información de un dominio de conocimiento de la asignatura de estadística
- Configurar un agente en IBM Watson que utilice la información del dominio de conocimiento para ser capaz de interactuar con estudiantes
- Implementar una interfaz de usuario que permita interactuar con el agente.

Los resultados esperados a partir del presente trabajo de fin de titulación son:

- Configurar los servicios que proveen las tecnologías de inteligencia artificial para el agente de apoyo al aprendizaje

- Implementar el agente de apoyo a aprendizaje con una interfaz de usuario que permita la interacción
- Establecer la configuración de los contenidos de la asignatura de estadística descriptiva que conocerá el agente

Las estrategias que se planea usar son:

- Identificar los servicios de inteligencia artificial disponibles comercialmente para la implementación del agente
- Esquematizar los contenidos de la asignatura de estadística descriptiva de modo que puedan configurarse como una base de conocimiento del agente
- Partir de una base existente para el desarrollo de la interfaz de usuario para adaptarla al agente

CAPÍTULO 1
MARCO TEÓRICO

1.1 Automatización de la interacción humano – máquina

En toda actividad que tenga como usuario a un humano se requiere en un momento u otro de una comunicación que permita atender dudas y requerimientos que se puedan presentar durante el uso de un servicio o el consumo de un producto.

Como es de suponer, la práctica habitual ha sido que los requerimientos de los usuarios humanos sean atendidos por otros humanos, lo que ha hecho que las organizaciones destinen sus recursos técnicos y de personal a atender a sus clientes incluso mediante el uso de departamentos enteros y centros de atención al cliente. Dado que para atender a un usuario humano se requieren funciones que se asumen posibles solo por el humano, como la comprensión de un lenguaje, la interpretación del tono en el que una persona se expresa y la variedad de matices que puede tener el lenguaje natural, parecería no haber alternativas para que los humanos sean atendidos por humanos.

Sin embargo, los avances en las ciencias de la computación y específicamente en la Inteligencia Artificial ponen a prueba las concepciones de lo que puede hacer la máquina y lo que puede hacer el humano. Como resultado, es cada vez más factible que sean las máquinas las que realicen ciertas funciones dentro de una organización, más allá de las meramente repetitivas o mecánicas. Una de las posibilidades es que las máquinas sean capaces de responder a preguntas formuladas en lenguaje natural, con la capacidad de identificar a qué se refiere la pregunta y que pretende el humano al formularla y de actuar en consecuencia. Gracias a estos avances hoy es válido pensar en que la atención a un usuario humano se pueda realizar por una máquina, lo que implica que las organizaciones pueden liberar los recursos humanos y técnicos que tenían asignados a esas tareas y que sea factible reasignarlos a tareas que requieran, a su vez, de las capacidades que, por el momento, la Inteligencia Artificial no ha logrado emular en las máquinas.

1.2 La computación cognitiva

Se suele usar el término Computación Cognitiva para describir a los sistemas de computadora que no funcionan como un sistema programado para una tarea específica sino que son capaces de aprender como resultado de sus interacciones con los datos y los humanos, con la posibilidad de que se vuelvan más inteligentes y adaptadas a lo largo del tiempo.

Actualmente, la Computación Cognitiva ya afecta el trabajo de los humanos en al menos tres formas: Aumentando sus capacidades (mejora de la búsqueda en un cuerpo campo de conocimiento vasto), complementando su trabajo (robot autoguiado en una bodega) y reemplazando su trabajo. Justamente en esta última categoría, se encuentra una de las aplicaciones de la Computación Cognitiva más útiles para los negocios y otras instituciones con la posibilidad de automatizar la interacción con los clientes y usuarios utilizando tecnologías de

procesamiento de lenguaje natural que sean capaces de interpretar las necesidades y requerimientos de los usuarios aminorando la necesidad de que los negocios e instituciones deban destinar recursos humanos a tareas que pueden resultar muy operativas. La importancia de este tipo de soluciones es aún más evidente si se considera que la mayoría de datos generados y disponibles actualmente no son estructurados si no que se encuentran disponibles en forma de manuales de producto, manuales de procedimientos, artículos de blogs.

Se puede considerar a la Computación Cognitiva como una ola tecnológica, que marca una nueva etapa en la evolución de los sistemas de información: la primera ola, desde finales de 1800 a 1940, son los sistemas mecánicos que ayudaron a la organización de los datos y a realizar cálculos, la segunda ola, desde 1940 a 2010, está representada por sistemas que se pueden programar electrónicamente para una tarea específica. La nueva ola, a partir de 2010, es la computación cognitiva, con sistemas capaces de aprender, esencialmente reprogramándose automáticamente. (Deloitte, 2015)

1.3 El problema de la búsqueda de información

Dada la abundancia de información disponible actualmente y a su disponibilidad mediante la red global Internet y el World Wide Web en los años 80 y 90 del siglo XX, el problema de hacer que esa información sea accesible para los usuarios ha sido uno de los que más atención ha recibido, con esfuerzos iniciales para desarrollar software de búsqueda para acceder a documentos electrónicos predominantemente no estructurados (Greenwood, 2005)

Existen al menos dos enfoques principales para implementar esa accesibilidad: Recuperación de Información (IR) y extracción de información (IE). En el enfoque de IR, el sistema se enfoca en recuperar documentos en función de preguntas generales y devuelve una lista ordenada de acuerdo a su similitud con la pregunta formulada, un ejemplo de este tipo de sistema es el de los populares buscadores, como Google Search Engine. En el enfoque de IE, el sistema se orienta a buscar información predefinida en una colección de documentos relacionados con un dominio específico para luego presentar la información de una manera estructurada. Los principales problemas con el enfoque IR es que una vez que se recupera la lista de documentos, el usuario debe examinarla para encontrar la respuesta a su pregunta. Por otra parte, con el enfoque de IE el problema es que está enfocado en un dominio de conocimiento específico. En ambos casos, los sistemas basados en este enfoque son poco apropiados para responder preguntas de tipo general. (Montes y Gómez, Villaseñor Pineda, & López López, 2008)

1.4 Sistemas de búsqueda de respuestas (QA)

Un sistema de búsqueda de respuestas es aquel que permite a un usuario realizar una pregunta en lenguaje natural (NL) y devolver la respuesta correcta. Existen tres enfoques para resolver el problema de responder a una pregunta: Búsqueda de respuestas basada en texto, Búsqueda de respuestas basada en conocimiento, Enfoque híbrido.

En la búsqueda de respuestas basada en texto, se utilizan grandes cantidades de información disponible en forma de texto en colecciones genéricas como la Web o especializadas como PubMed (una base con más de 27 millones de citas de literatura biomédica de revistas, y libros en línea). En este tipo de sistema se pueden distinguir tres tareas principales: 1. Análisis de la respuesta. El sistema procura determinar el tipo de respuesta buscada (persona, sitio, fecha), 2. Recuperación de documentos. El sistema envía consultas a una *máquina de búsqueda* que recupera una clasificación de documentos que pueden contener la respuesta. En los documentos se realiza una extracción de pasajes que pudiesen contener la posible respuesta y son reclasificados. 3. Extracción de la respuesta. En esta etapa final, las respuestas son extraídas de los pasajes y se les otorga una clasificación. Estas subtarefas están presentes en la mayoría de sistemas de búsqueda de respuestas, aunque su implementación puede variar. (Bouziane, Bouchiha, Doumi, & Malki, 2015)

Por otra parte, en la búsqueda de respuestas basada en conocimiento, se intenta obtener una representación semántica de la pregunta que se representa como una sentencia de cálculo de predicados (lógica de primer orden). Con la representación semántica de la pregunta, se procede a la búsqueda en una base de datos. Esta consulta puede tener una estructura compleja y requerir del lenguaje SQL o con lenguajes que puedan usarse con bases de datos que guarden tripletas, como en el caso de Firebase o DBPedia.

El esquema híbrido, combina las dos esquemas y es el enfoque más usado en las soluciones prácticas. Este enfoque permite que los sistemas utilicen fuentes de datos estructuradas como las requeridas por la búsqueda basada en conocimiento y no estructuradas, como las de la búsqueda basada en texto. (Jurafsky & Martin, 2009)

Es importante buscar una definición de *pregunta* y de *respuesta* dado que esos términos indican lo que un sistema QA hace. Una pregunta se puede definir como la realización de una solicitud de información. Tradicionalmente se han identificado dos tipos de preguntas: las preguntas de tipo factual y las preguntas de definición. Una pregunta de tipo factual es aquella en la que la respuesta es un solo hecho, o bien que solicitan datos respecto a persona, tiempo, organización o medida. Las preguntas de definición pueden requerir respuestas más complejas, similares al contenido que podría encontrarse en una enciclopedia. Por otra parte, la definición de *respuesta*

se ha dado por la conferencia Text Retrieval Conference (TREC), como “un fragmento de texto que corresponde a una respuesta que se considera correcta en una evaluación original y que proviene de un documento que se ha juzgado relevante” (Greenwood, 2005)

1.5 Retos de los sistemas QA

Los principales retos que un sistema QA debe responder son: 1. La variedad de formas de formular las preguntas, 2. Las variadas maneras en la que se puede responder, debido a que los humanos pueden procesar la respuesta según su contexto, 3. La velocidad en la que se puede brindar una respuesta, ya que los humanos están acostumbrados a recibir respuestas de una manera rápida o en unos segundos a lo mucho, 4. La presentación de la información, puesto que es más natural que un humano de a otro una respuesta directa en lugar de referirlo a una fuente donde pueda encontrarla por su cuenta (que es lo que los buscadores web realizan cuando presentan una lista de resultados) (Greenwood, 2005)

Como se verá más adelante, es justamente este tipo de retos el que IBM afrontó originalmente al desarrollar Watson, estableciendo un gran avance en el área al lograr que su sistema compita (y venza) a humanos en un juego de preguntas y respuestas conocido como “Jeopardy!”. Adicionalmente, se debe considerar que en Jeopardy!, tal como en la conversación entre humanos, las preguntas se pueden referir a una variedad de dominios de conocimiento y no a uno solo específico, lo que hace aún más apremiante la capacidad de determinar una respuesta adecuada a partir de una pregunta que puede tener múltiples formas de ser formulada y que requiere encontrar respuestas en múltiples fuentes de información.

1.6 Perspectiva histórica de los sistemas QA

La evolución de los sistemas QA puede resumirse en cuatro grandes fases: 1. Sistemas de bases de datos de lenguaje natural, 2: Sistemas de diálogo, 3. Sistemas de comprensión de documentos. 4. Búsqueda de respuestas factuales en dominios abiertos, 5. Sistemas de respuestas a preguntas de definición (Greenwood, 2005)

1.6.1 Sistemas de bases de datos de lenguaje natural

Este tipo de sistemas se caracterizan por estar limitados a un dominio de conocimiento específico y una base de datos con el conocimiento disponible para ese dominio. Para procesar las preguntas el sistema las analiza para producir una forma canónica, que luego se usa para construir una consulta estándar que luego se procesa por la base de datos.

La principal característica de estos sistemas es que estaban orientados a un dominio de conocimiento muy específico. Además, las preguntas planteadas se analizaban y se convertían en una consulta estándar de base de datos.

Dos sistemas representativos de esta etapa son BASEBALL y LUNAR. BASEBALL respondía preguntas relacionadas con los juegos de una temporada específica y en el caso de LUNAR permitía que un geólogo lunar comparara análisis químicos contra los datos que resultaron de las misiones Apolo.

1.6.2 Sistemas de diálogo

Los sistemas de diálogo buscan lograr que se pueda mantener una conversación con una máquina y dado que todo diálogo contiene al menos una pregunta, son importantes en las investigaciones de sistemas de búsqueda de respuestas.

Dos esfuerzos iniciales para un sistema de diálogo fueron ELIZA y GUS. ELIZA, estaba orientado a emular a un terapeuta y se basaba en un esquema simple de coincidencia de patrones y reemplazo de caracteres, lo que lo hacía poco robusto.

Sistemas más sofisticados fueron SHRDLU y GUS. Estos sistemas, al igual que BASEBALL y LUNAR se caracterizaban por acceder a una base de conocimiento específica de un dominio, pero con la diferencia de permitían sostener un diálogo con el usuario.

Un sistema más moderno, de los años 2000, lo constituye JUPITER, un sistema que permitía responder a preguntas sobre el clima realizadas mediante el teléfono. Una contribución importante de este sistema es la definición de las siguientes fases en el procesamiento de las solicitudes:

1. Reconocimiento de habla.
2. Entendimiento del lenguaje
3. Generación de lenguaje
4. Recuperación de información
5. Generación de lenguaje
6. Entrega de información

1.6.3 Búsqueda de respuestas para preguntas factuales de dominio abierto.

Como se pudo apreciar, los sistemas de búsqueda de respuesta iniciales se caracterizaron por concentrarse en dominios de conocimiento cerrados (resultados químicos en LUNAR, resultados

de baseball en BASE, clima en el caso de JUPITER). Los sistemas de dominio abierto, tienen como característica de acceder a bases de conocimiento de texto libre y de varios dominios.

Un ejemplo de estos sistemas fue MURAX (Kupiec, 1993) que se caracterizaba por aplicar métodos lingüísticos robustos para contestar preguntas de conocimiento general consultando un enciclopedia en línea. A partir de la inclusión de la búsqueda de respuestas de dominio abierto en la conferencia TREC, organizada por el NIST, se realizaron varios avances. El sistema de diálogo FERRET tuvo un componente de búsqueda de respuestas denominado PALANTIR capaz de responder una pregunta en menos de 20 segundos, con la consecuencia de que se sacrificaba la precisión de a respuesta en búsqueda de una respuesta más rápida.

1.6.4 Búsqueda de respuestas para preguntas de definición

Las preguntas de definición son aquellas que requieren una respuesta más compleja que las preguntas factuales, debido a que la respuesta es parecida a las entradas de una enciclopedia, compuestas por varios párrafos en lugar de una respuesta de un solo hecho. Un sistema diseñado para la búsqueda de respuestas de definición fue BBN, un sistema que construía definiciones a partir de la recuperación de oraciones que contuvieran el objetivo preguntado. Otro sistema de este tipo es el IBM's Statistical Question Answering System (Ittycheriah, Franz, Zhu, Ratnaparkhi, & Mammone, 2000) un sistema que estaba orientado a aprender a partir de las respuestas ya encontradas para crear reglas y valoraciones que permitan mejorar la búsqueda a preguntas posteriores.

1.7 Computación cognitiva y sus aplicaciones

Un gran avance respecto de los sistemas respondedores de preguntas lo constituyen los sistemas de computación cognitiva. No existe un consenso en la definición de computación cognitiva, pero se puede considerar que tiene un ámbito más específico que la inteligencia artificial ya que esta ciencia se ocupa aspectos amplios de la inteligencia humana, desde la Visión de Computadora, relacionada con la forma en el humano procesa y entiende imágenes hasta aspectos el control de las extremidades y los sentidos, relacionadas con la robótica.

Una definición de computación cognitiva se da en (Chen, Argentinis, & Weber, 2016) como "... la computación cognitiva se refiere a un subconjunto de tecnologías [de inteligencia artificial] dedicadas a leer, razonar, aprender y realizar inferencias de vastos conjuntos de contenido no estructurado". En este sentido, la computación cognitiva va más allá del estudio de la investigación de un solo aspecto de la cognición, como sucede en el ámbito de la inteligencia artificial, sino que trata de conformar un sistema completo, que incluya las habilidades de lectura, razonamiento y comprensión de modo que sea posible contestar preguntas y explorar nuevas conexiones.

Otra definición de computación cognitiva se puede encontrar en (Modha et al., 2011), con una característica más amplia: “La computación cognitiva busca desarrollar un mecanismo coherente, unificado y universal inspirado por las capacidades de la mente. En lugar de ensamblar una colección de pequeñas soluciones en las que diferentes procesos cognitivos son construidos mediante soluciones independientes, se busca implementar una teoría computacional unificada de la mente”.

Por lo tanto, el enfoque de computación cognitiva para las soluciones de sistemas respondedores de preguntas y de sistemas expertos permite lograr mayor flexibilidad a la hora de preparar el sistema con contenidos que puede usar para encontrar una respuesta. De este modo, se tiene un sistema que puede responder a las preguntas para las que fue preparado, sino que además, sea capaz de aprender y razonar sobre el contenido que usa para responder a las preguntas y como resultado, ayudar de manera más efectiva al usuario.

En las siguientes secciones se presentan aplicaciones de sistemas de computación cognitiva a diferentes dominios de conocimiento.

1.7.1 Investigación de drogas y tratamientos

En (Chen et al., 2016) se describen aplicaciones de la computación cognitiva a la investigación de drogas para la industria farmacéutica. Las principales ventajas de un sistema de este tipo, son la capacidad para aprovechar la gran cantidad de datos que están disponibles de manera no estructurada y la posibilidad de aumentar la velocidad de análisis y de encontrar nuevas tendencias en los abundantes datos presentes en formas de documentos.

Uno de los aspectos más importantes que impulsan el uso de soluciones cognitivas en la investigación de fármacos es la cantidad de información disponible, lo que ofrece oportunidades pero también múltiples retos. Algunos retos, como la gran cantidad de datos que se generan y como almacenarlos se han solucionado con las redes y los sistemas de almacenamiento de bajo costo, pero otros, relacionados sobre todo con la explotación de esa información sigue siendo un gran desafío, ya que el procesamiento, análisis y obtención de nuevos conocimientos a partir de los documentos debe hacerse por humanos, que lean y generen el conocimiento. En este punto, es importante el aporte que las soluciones de computación cognitiva pueden realizar, al permitir un procesamiento automatizado de la abundante información disponible y de la que se sigue generando.

Como resultado de la aplicación de la computación cognitiva, se citan dos casos de aplicación. El primero es el realizado en el Baylor College of Medicine, una importante institución médica y académica de EE. UU. Se realizó un experimento retrospectivo para determinar si una solución de

computación cognitiva era capaz de analizar textos de MEDLINE, y llegar a las mismas conclusiones que los investigadores del Baylor College. En el experimento prospectivo, se trato de identificar conclusiones nuevas a partir de los texto de MEDLINE. Como resultado, se obtuvo que la solución cognitiva Watson, encontró los mismo resultados en el caso del experimento retrospectivo mientras que en el caso del prospectivo, encontró que el sistema determino 9 conclusiones de las cuales 7 habían sido también determinadas por los expertos.

1.7.2 Aplicaciones para la toma de decisiones clínicas

Luego de que el sistema Watson compitiese con jugadores humanos en el juego de Jeopardy en 2011, IBM inició trabajos para utilizar la tecnología subyacente para otros usos. En (Ferrucci, Levas, Bagchi, Gondek, & Mueller, 2013) se describen los esfuerzos para adaptar la tecnología de Watson al dominio de la toma de decisiones para el tratamiento del cáncer. Los puntos relevantes de la aplicación de la computación cognitiva fueron la alta especialización del dominio de conocimiento, en este caso la medicina y por otra parte el principio de funcionamiento de Watson, en el que el sistema genera hipótesis para las que luego busca evidencias soportadas por fuentes analizadas en la base de conocimiento del sistema.

La intención de desarrollar adoptar el sistema de computación cognitiva al dominio de la medicina es sobrellevar las limitación de los sistemas expertos tradicionales. Como desventajas, se nota una característica fundamental de los sistemas expertos: la necesidad de formular reglas tipos si-entonces a partir de las cuales el sistema realiza un razonamiento hacia adelante (desde los datos a las conclusiones) o razonamiento hacia atrás (desde las conclusiones hacia los datos). Obviamente, el principal problema es la introducción de esas reglas por parte de los expertos, sin posibilidad de que el sistema pueda razonar por si solo ni generar nuevo conocimiento.

En contraste, el sistema de computación cognitiva es capaz de leer los EMR de los pacientes, generar diferentes hipótesis de posibles diagnósticos y generar evidencias a partir de fuentes de conocimiento disponibles para asistir a los médicos en el diagnóstico.

A pesar de que el enfoque de computación cognitiva con sistemas capaces de razonar y aprender han existido ciertos reparos en cuanto al costo y funcionamiento práctico de este tipo de sistemas, en particular en cuanto a las iniciativas enfocadas al diagnóstico del cáncer y a su investigación. Según (Ross & Swetlitz, 2017), en el caso del sistema Watson para el diagnóstico del cáncer se han encontrado que las expectativas han superado a las realidades en términos de la aplicabilidad del sistema cuando se lo usa en países en los que los pacientes presentan diferencias socio económicas con Estados Unidos, en donde es desarrollado. Sin embargo, se considera que este tipo de sistemas si tienen una gran utilidad cuando los entornos en los que se los usa no tienen los médicos especializados que sirven para entrenarlos.

1.7.3 Apoyo al aprendizaje de computación paralela

En (Chozas, Memeti, & Pllana, 2017) se describe una aplicación de la solución de computación cognitiva Watson como apoyo para el aprendizaje de la programación para sistemas de computación paralela, ya que este tipo de programación requiere de una experiencia avanzada y conocimientos específicos. En el trabajo citado, se utilizan específicamente la capacidades de procesamiento de lenguaje natural para interactuar con usuarios que ingresen sus dudas mediante una aplicación para obtener una guía de parte del sistema en relación a si una forma de codificación es recomendada o no de modo que se eviten errores lógicos o de rendimiento comunes. La interacción con el sistema se realiza en dos idiomas, inglés y español.

Para evaluar la utilidad de este enfoque, los investigadores realizaron una encuesta anónima a estudiantes de la universidad Linnaeus. Como resultado, se determinó que los encuestados encontraron que la aplicación fue útil, aunque anotaron que sería deseable a recuperación de trabajos de investigación para complementar las respuestas. En este último punto, soluciones como IBM Watson pueden acceder a fuentes de información adicional que complementan los servicios de NPL.

CAPÍTULO 2
DESCRIPCIÓN GENERAL DE
IBM WATSON CONVERSATION

2.1 Antecedentes históricos de IBM Watson

La compañía IBM mantiene un departamento denominado IBM Research, que está orientado a buscar avances en la tecnología de computación con impacto en la ciencia, los negocios y la sociedad. Un proyecto muy publicitado de este departamento fue Deep Blue (Campbell, Hoane Jr., & Hsu, 2002) un sistema de computadora que fue capaz de derrotar al campeón de ajedrez humano de ese entonces, Garry Kasparov.

Con el antecedente de la gran publicidad y atención que recibió la competencia entre Deep Blue y el campeón humano, IBM Research buscó un nuevo reto que tuviera similar impacto y lo encontró en la creación de un sistema completo capaz de participar y ganar en un popular juego de preguntas y respuestas de Estados Unidos denominado Jeopardy!. Este juego consiste en tres jugadores que compiten entre ellos respondiendo preguntas relacionadas con temas amplios. Se determinó que para que un sistema pudiese competir con un competidor humano, se requeriría que fuese capaz de responder al menos 70% de las preguntas realizadas, con al menos el 80% de precisión en menos de tres segundos. Como resultado, IBM Research inició el proyecto DeepQA que tendría construir el sistema Watson para participar en la competición de Jeopardy! (Ferrucci et al., 2010)

El juego entre Watson y dos campeones de Jeopardy! se transmitió en tres días el 14, 15 y 16 de febrero de 2011. Sin embargo, en los meses anteriores a la transmisión televisada, el sistema Watson participó en 55 juegos de entrenamiento con ganadores previos del juego.(Amara, 2011)

Watson constituyó la primera aplicación de la tecnología DeepQA, pero la intención de IBM Research fue explorar su aplicación a otros ámbitos de resolución de problemas de IBM y sus clientes, uno de los iniciales fue la aplicación al dominio de la medicina.

2.1.1 El entorno del proyecto DeepQA: Jeopardy!

El espectáculo de Jeopardy! Ha sido televisado desde 1964 y en su versión actual, desde 1984 por la compañía Sony Pictures Televisión. Los participantes en el juego deben poseer conocimiento y capacidad para responder las preguntas de modo rápido de modo que puedan vencer al resto de participantes. El juego tiene un anfitrión que se encarga de guiar su desenvolvimiento.

Una característica del juego y que lo hace más complejo es que a los participantes no se les formulan preguntas, sino que se les da pistas relacionadas a una temática seleccionada. Una vez que los jugadores reciben la pista por parte del anfitrión del programa, tienen unos dispositivos que deben accionar para manifestar su deseo de entregar su respuesta, sin embargo, la respuesta se debe dar en forma de pregunta. Por ejemplo: la pista que el anfitrión del programa sería: “Esta

droga ha demostrado curar los síntomas de ADD con pocos efectos secundarios”, el participante debería responder con la pregunta “¿Qué es Ritalin?”. Las respuestas de los jugadores deben darse máximo en 5 segundos una vez que han adquirido el derecho de responder al accionar su dispositivo.

Los participantes seleccionan las pistas que desean responder a partir de un tablero con seis columnas y cinco filas. Cada casillero formado por esta matriz representa una pista que tiene un valor en dólares. Un participante selecciona la pista que intentará responder indicando la categoría y luego el valor que desea apostar. Si la respuesta a la pista es correcta, el valor de la misma se suma a la cuenta del participante, en caso de no ser correcta o si el participante tarda más de 5 segundos en responder, el valor de la pista se resta de su cuenta. A mayor valor de la pista, mayor es la dificultad de responderla. En la tabla 1 se muestra la representación de un tablero de Jeopardy!.

Tabla 1. Tablero de Jeopardy!

Dinosaurios	Mujeres notables	Diccionario inglés Oxford	Nombrar el instrumento	Bélgica	Compositores por país
\$200	\$200	\$200	\$200	\$200	\$200
\$400	\$400	\$400	\$400	\$400	\$400
\$600	\$600	\$600	\$600	\$600	\$600
\$800	\$800	\$800	\$800	\$800	\$800
\$1000	\$1000	\$1000	\$1000	\$1000	\$1000

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

El juego se desarrolla en tres rondas. En la segunda ronda, se cambian las categorías de pistas y se dobla su valor. El juego tiene una ronda final, en la que se tiene una sola pista y 30 segundos para responder. El valor de la pista se da por cada participante y es un valor entre cero y su valor acumulado hasta el momento. Los tres participantes revelan sus respuestas y valores apostados, como resultado, se calcula el valor final de sus cantidades acumuladas. Las claves en esta ronda final suelen ser relacionados a temas más complejos al de las rondas anteriores.

Las áreas de conocimiento de las pistas se organizan en al menos 6 categorías que corresponden a temas como historia, ciencias, política pero también a cosas menos definidas como temas relacionados al ballet o temas variadas.

En el análisis realizado para DeepQA los investigadores encontraron que la mayoría de preguntas se pueden considerar como factuales ya que se refieren a hechos de uno o varias entidades. En ciertos casos, las pistas pueden tener múltiples hechos relativos a la pregunta y que son

necesarios para encontrar la respuesta correcta y en otros casos, la pista puede tener sub-pistas que pueden ayudar a encontrar la respuesta correcta.

Existen dos tipos de pistas adicionales: las audiovisuales, que consisten en mostrar una imagen o una porción de audio y determinar la respuesta correcta y las de instrucciones especiales, en las que en lugar de simplemente entregar una pista se dan instrucciones previas que la ponen en contexto. Estos dos tipos de pistas se excluyeron del juego en que participaría Watson.

Se podría decir que un agente que se ejecute en el entorno de la competición Watson, tiene las características detalladas en la tabla 2.

Tabla 2. REAS del agente

Rendimiento	Entorno	Actuadores	Sensores
Cantidad de respuestas correctas Precisión de respuestas Dinero acumulado	Anfitrión o conductor Tablero de preguntas	Dispositivo para pedir contestar la pregunta	Oído Vista

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

2.1.2 Los retos del juego de Jeopardy! para el sistema Watson

En (Ferrucci et al., 2010) se describen los principales retos que se tuvieron que manejar desde el punto de vista tecnológico. Dadas las características del juego, se requiere de: interpretación, clasificación de la pregunta, adquisición y evaluación automáticas, detección de entidades y relaciones, representación de conocimiento y razonamiento. Puesto que existen adversarios, no basta con encontrar una respuesta a la clave relevada por el anfitrión si no que esta respuesta debe tener un grado de confianza de que es la correcta puesto que las respuestas incorrectas restan puntos en la competencia. Adicionalmente, la respuesta debe darse en un tiempo restringido y lo suficientemente rápido para poder competir con el resto de participantes.

Como medida del dominio de conocimiento que se tendría que abarcar para competir en Jeopardy!, los investigadores de IBM definieron los LAT como “un palabra que indica el tipo de respuesta, independientemente de la asignación semántica de esa palabra” , es decir, que en la pista formulada se puede detectar al menos una palabra que indica a qué se refiere la respuesta. Un ejemplo ilustrativo es el siguiente: (Ferrucci et al., 2010)

Categoría: Ajedrez

Pista: Esta maniobra se inventó a finales de 1500 para acelerar el juego e involucra dos piezas del mismo color

Respuesta: enroque

En la pista, el LAT es la palabra “maniobra”.

En ciertos casos, el LAT no está presente en la pista, sino que se tiene un pronombre en su lugar y su identificación depende del contexto.

Dada la variedad de temas y de formas de identificar el tipo de respuesta, uno de los objetivos del proyecto DeepQA fue el desarrollo de una tecnología de Procesamiento de lenguaje natural (NLP y razonamiento y representación del conocimiento (KRR) de uso general y capaz de explotar fuentes de conocimiento en lenguaje natural y no estructuradas.

2.1.3 Selección de la respuesta

El sistema Watson tuvo funcionalidad para seleccionar la estrategia de juego, puesto que es requerido seleccionar el valor de la pista que se va a responder. Sin embargo, las medidas de rendimiento más importantes desde el punto de vista de la búsqueda de respuestas son la corrección, la confianza y la velocidad en la que el sistema obtenía la respuesta. Las medidas de rendimiento fueron:

- Corrección y confianza: se calculan en función de la precisión y el porcentaje respondido
- Precisión: el porcentaje de respuestas correctas del sistema
- Porcentaje respondido: Cantidad de pistas que el sistema decidió responder, sean incorrecta o correctamente

Para tomar la decisión de responder o no a una pista Watson se basó en un valor de umbral. Cuando el sistema calculaba un valor de confianza sobre el umbral, seleccionaba responder a la pista. El valor de umbral permitió que los operadores de Watson pudieran hacer el sistema fuera más conservador o más agresivo al tratar de responder a las pistas.

2.1.4 Esquema de funcionamiento de Watson

DeepQA define una arquitectura y una metodología que se puede aplicar a problemas generales de búsqueda de respuestas. Se definen las siguientes principios del sistema:

- Paralelismo masivo: Se evalúan múltiples interpretaciones e hipótesis de manera paralela
- Múltiples expertos. Es la integración, aplicación y evaluación contextual de varios análisis probabilísticos de las preguntas y de las fuentes de conocimiento que no están fuertemente vinculados entre ellos.
- Estimación de la confiabilidad combinada. El sistema no arroja un solo nivel de confianza en la respuesta sino que cada componente tiene una o más características que tienen un

nivel de confianza asociado que son utilizados por un procesamiento de esas medidas para combinarlas

- Integración de conocimiento profundo y superficial. Se combina una semántica estricta con una semántica menos estricta a partir de ontologías que no dependen entre sí.

El funcionamiento de DeepQA se puede descomponer en dos fases principales

1. Adquisición de contenido. Esta fase incluye la adquisición del contenido que servirá para alimentar el proceso de búsqueda de respuestas. El contenido adquirido se clasifica en: fuentes de respuestas y fuentes de evidencia. Otras fuentes de contenido son fuentes estructuradas y semiestructuradas de datos como bases de datos, taxonomías y ontologías tales como dbPedia, WordNet y Yago
2. Proceso de búsqueda de respuestas. El proceso de búsqueda de respuestas es la actividad en tiempo de ejecución del sistema Watson.

En la figura 1, se muestran los pasos del proceso de búsqueda de respuestas:

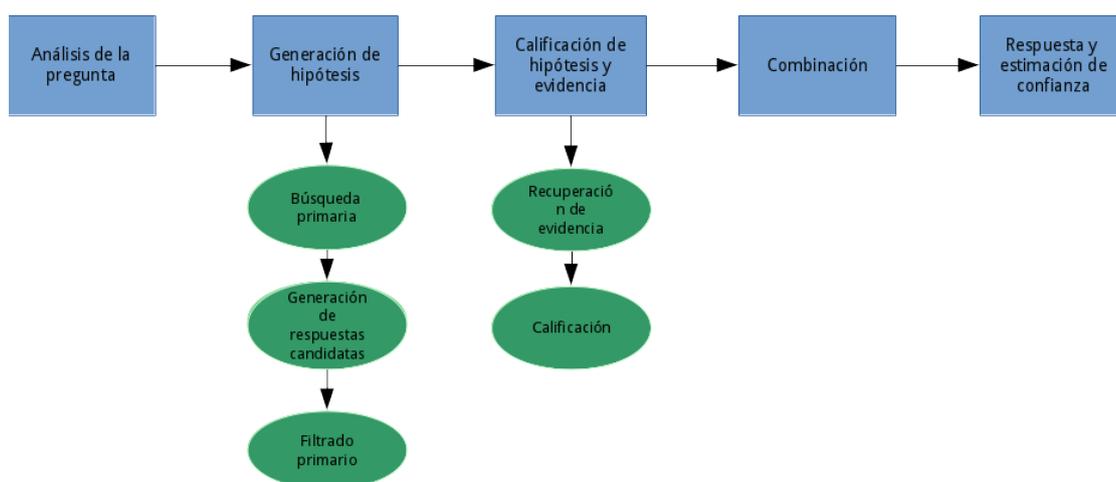


Figura 1 Pasos del proceso de búsqueda de respuestas

Fuente:(Ferrucci et al., 2010)

Elaborado por: Lenin Torres

2.1.4.1 Análisis de la pregunta

Una vez que Watson recibe el texto de la pista, inicia el análisis de la pregunta que se le está formulando. En esta fase se aplican una serie de técnicas para determinar que se está preguntado y cómo debe ser procesada la pregunta por el resto del sistema. En esta fase se aplica el principio de múltiples expertos ya que se combinan el análisis gramatical profundo y superficial, formas lógicas, etiquetas semánticas de rol, coreferencia, relaciones, entidades nombradas y técnicas más específicas para análisis de las preguntas. Dentro de esta fase se realizan:

- Clasificación de la pregunta. Se identifica el tipo de pregunta o partes de la pregunta que requiera procesamiento especial como en el caso de las preguntas compuestas o que tienen sub pistas implícitas.
- Detección de LAT. Se identifican palabras o frases en la pregunta que sirvan para identificar el tipo de pregunta sin necesidad de entender su semántica. Watson combina múltiples algoritmos de tipificación de preguntas y los integra luego.
- Detección de enfoque. El enfoque de la pregunta es la parte que al ser reemplazada por la hace que la pregunta sea una sentencia individual, por ejemplo: “al ser golpeados por los electrones el fósforo libera energía electromagnética en esta forma”. El enfoque es “en esta forma” ya que si se reemplazara por la respuesta, “luz” se formaría una sola sentencia
- Detección de relaciones. Se trata de identificar relaciones ya sea sintácticas, en la forma de sujeto-predicado-objeto o bien relaciones semánticas entre entidades.
- Descomposición. En este paso se analizan específicamente las preguntas compuestas y que se deben procesar mediante descomposición. Para determinar si la pregunta se debe descomponer, Watson usa métodos basados en reglas y de clasificación estadística.

2.1.4.2 Generación de hipótesis

En esta fase se toman los resultados del análisis de preguntas y se producen respuestas candidatas extrayéndolas de las de las fuentes del sistema. Cada respuesta candidata es considerada una hipótesis que el sistema debe probar correcta y asociar un grado de confiabilidad. Los pasos de esta fase son:

- Búsqueda primaria. En este paso se trata de buscar la mayor cantidad de respuestas en función de los resultados de la fase de análisis de preguntas. Las técnicas que se utilizan son variadas:
 - Uso de motores de búsqueda
 - Búsqueda de documentos
 - Búsqueda de pasajes en textos
 - Búsqueda en bases de conocimientos con SPARQL en repositorios de tripletas
- Generación de respuestas candidatas. Una vez que la búsqueda primaria genera resultados estos son procesados por el generador de candidatos en las cuales se aplican técnicas específicas para generar las respuestas candidatas. En el caso de resultados de documentos se extrae el título del documento como una respuesta candidata, para

resultados de búsqueda de pasajes de texto requieren un análisis más detallado que permita identificar las respuestas candidatas. En el caso de los resultados de búsquedas de bases de conocimientos las respuestas candidatas son directas. Se generan varios cientos de respuestas candidatas como resultado de este proceso

- Filtrado suave. Se aplica un filtrado poco intensivo en recursos computacionales para podar la gran cantidad de resultados generados por las fase de generación. Una vez que se aplicado este filtro, las fases posteriores aplican técnicas más intensivas para categorizarlas.

2.1.4.3 Calificación de hipótesis y evidencias.

En este paso se recogen evidencias adicionales para cada respuesta candidata o hipótesis. En esta fase se aplican varias técnicas de calificación profunda para evaluar evidencia de soporte. Los pasos en esta fase son:

- Recuperación de evidencia. Cada respuesta candidata el sistema recupera evidencia de soporte adicional. La arquitectura de Watson soporta la conexión de nuevas técnicas de recuperación de evidencia. Las evidencias se recuperan mediante búsqueda de sentencias y desde almacenes de tripletas.
- Calificación. En este paso se realiza el trabajo más intensivo de análisis profundo de contenidos. Los algoritmos de calificación determinan el grado de certidumbre de que la evidencia recuperada soporta correctamente la respuesta candidata. Para lograr la inclusión de algoritmos de calificación, se tiene un formato común para registrar las calificaciones y los grados de confianza relacionados. Como resultado, la evaluación de una hipótesis es un conjunto de características que conforman un perfil de evidencia que tiene varias características.

2.1.4.4 Combinación

En esta fase se evalúan los cientos de hipótesis con el soporte de cientos de miles de calificaciones para identificar una sola hipótesis única que pueda considerarse correcta. La combinación es requerida debido a que múltiples respuestas candidatas podrían alcanzar la misma calificación.

2.1.4.5 Calificación y estimación de confiabilidad

Luego de la combinación, el sistema debe calificar las respuestas candidatas basadas en las calificaciones combinadas. Para ello se utilizan técnicas de aprendizaje automático que requieren

la ejecución en un conjunto de respuestas conocidas y un modelo de entrenamiento basado en las calificaciones.

CAPÍTULO 3
ESQUEMATIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO
DE LA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

3.1 Conceptos básicos

Aunque no se trata de un sistema de búsqueda de respuestas de dominio abierto, el agente que se desarrolla en este trabajo tiene los elementos fundamentales de este tipo de sistemas. Específicamente, se requirió lo siguiente:

1. Generación de una fuente de conocimiento a partir de la cual se puedan generar las respuestas a las preguntas.
2. Presentación de una interfaz que permita a un humano formular las preguntas en lenguaje natural
3. Procesamiento y presentación de la respuesta al humano, en función del procesamiento de la pregunta.

El uso de Watson Conversation permite ahorrar una gran cantidad de esfuerzo en la aplicación de las tecnologías de inteligencia artificial necesarias para el procesamiento de lenguaje natural y la extracción de información, presentando una interfaz de programación (API) que permite enviar la pregunta formulada y recibir un mensaje que contiene la respuesta encontrada de modo que se pueda actuar en consecuencia.

3.2 Elementos de la esquematización para Watson Conversation

Para poder estructurar la fuente de conocimiento que se utilizará para una aplicación particular que utilice el servicio de Watson Conversation, es necesaria la identificación de los siguientes elementos:

- Intenciones (intents). Con las intenciones se debe indicar al Watson Conversation qué acciones se espera procesar por parte del usuario. Los intents, se pueden identificar con los verbos en una oración. Para mejorar la capacidad de Watson para detectar la intención que el usuario expresa, se pueden especificar variaciones en la forma en la que el usuario podría ingresar los datos.
- Entidades (entities). Las entidades son los objetos acerca de los cuales el usuario podría solicitar una acción o enviar una respuesta. Se pueden identificar las entidades como sujetos de una oración.
- Diálogo (dialog). Una vez que se especifican las acciones (intents) que se pueden realizar y sobre cuales objetos (entities) se pueden realizar, se pueden configurar las respuestas que Watson Conversation podría dar al procesar las entradas del usuario. Estas respuestas pueden ser ingresadas como un texto fijo pero se permiten formas más

complejas como por ejemplo, la extracción desde otros servicios de la plataforma Watson, como el de Discovery, que permite el acceso a fuentes de noticias en línea.

El diálogo se representa como un árbol. En esta estructura, cada Intención es una rama del árbol. Dentro de cada rama, se definen nodos en los que puede especificar una condición requerida para que el servicio entregue una respuesta. Los nodos pueden tener nodos hijos, que permitan procesar peticiones más completas y que permitan dar continuidad a la conversación.

3.3 Estrategia para la esquematización en Watson.

Dado que el objetivo del agente que se está desarrollando es el de contestar dudas de los estudiantes de la asignatura de Estadística se empezó por formular preguntas que el sistema pudiese resolver. Ejemplos de estas preguntas son:

- ¿Qué es la estadística?
- ¿Qué es la estadística descriptiva?
- ¿Qué es una variable?
- ¿Cómo se clasifican las variables?
- ¿Cuál es un ejemplo de variable continua?
- ¿Cuál es un ejemplo de marca de clase?

Es importante notar que Watson Conversation permite no solo responder a una pregunta, sino que además permite determinar la acción (intención) que la pregunta lleva implícita de ahí el hecho de que se tengan que identificar las Intenciones como parte del proceso de implementación

Una vez que se formularon preguntas que probablemente serían formuladas, se procedió a la identificación de los elementos necesarios para la esquematización en Watson. Como resultado se obtuvo las siguientes intenciones, entidades y diálogo.

3.4 Intenciones.

A partir de la preguntas formuladas, se determinaron los siguientes tipos de intenciones principales

1. Definir. Son las preguntas en las que el estudiante quisiera conocer una definición de un término sobre el que quisiera obtener mas información. Ejemplos de este tipo de pregunta son: “¿Cómo se define la varianza de clase?”, “¿Qué es un tabla de frecuencia?”

2. Clasificar. En este tipo de pregunta, el estudiante quisiera conocer las divisiones de un concepto dado, por ejemplo: “¿Cómo se clasifican las variables?”, “¿Que tipos de media aritmética existen?”
3. Ejemplificar. Una pregunta de ejemplificación requiere que el agente presente un ejemplo que clarifique la definición de un concepto, por ejemplo: “¿Cuál es un ejemplo de la amplitud de variación?”, “¿Cuál es un ejemplo de una variable de intervalo?”
4. Finalizar: Watson Conversation puede detectar la intención de que el usuario quiera finalizar su sesión o conversación de modo que la interfaz gráfica muestre un mensaje apropiado en ese caso. Por lo tanto, la intención de finalizar el diálogo se relacionó con entradas como: “Gracias”, “Nos vemos luego”, etc.
5. Pedir ayuda. Debido a que el usuario no sería capaz de conocer de antemano los temas e intenciones que puede formular al agente, se identificó una intención que exprese el deseo del usuario de obtener orientación para continuar con el diálogo. Esta intención se expresaría con entradas como: “¿Que sabes?”, “¿De qué podemos hablar?”, etc.

Es importante notar que Watson Conversation requiere que cada intención se muestre con al menos cinco variantes en las que se podría detectar lo que desea hacer el usuario. Por ello se definieron diferentes formas en las que el estudiante podría expresar las intenciones identificadas. Otro aspecto importante es que las entradas del estudiante no tienen necesariamente que ser formuladas como preguntas, es decir, no se requiere que sintácticamente se identifiquen los signos de interrogación.

En la tabla 3 se muestran las intenciones y las variantes que sirven para que Watson Conversation pueda detectarlas.

Tabla 3. Intenciones y variantes para el agente

Intención	Variantes
#definir	Para que sirve Concepto de Dime algo sobre ¿Cuál es el concepto de ¿Qué es ¿Cuál es la definición de Definición de Define
#clasificar	¿Cuál es la clasificación de ¿Cómo se clasifica Clasifica

Intención	Variantes
	Dime la clasificación de ¿Cómo se divide ¿Cuales son los tipos de
#ejemplificar	¿Cuáles son ejemplos de Dame un ejemplo de Dime un ejemplo de Ejemplifica ¿Puedes aclárame ¿Podrías explicarme
#finalizar	Chao Nos vemos Adiós Gracias Muchas gracias Hasta luego
#pedir_ayuda	¿Que puedes hacer? ¿Qué sabes? ¿Qué conoces? ¿Para qué sirves?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

3.5 Entidades

Como se especificó anteriormente, las entidades son los objetos sobre los cuales el usuario expresa una intención. La identificación de entidades se realiza a partir del mismo grupo de preguntas utilizado para identificar las intenciones. Para ilustrar este punto, se muestran las preguntas de ejemplo de la sección anterior con la entidad identificada en la tabla 4:

Tabla 4. Ejemplos de entidades identificables en preguntas

Pregunta	Entidad
¿Qué es la estadística?	Estadística
¿Qué es la estadística descriptiva?	Estadística descriptiva
¿Qué es una variable?	Variable
¿Cómo se clasifican las variables?	Variable
¿Cuál es un ejemplo de variable continua?	Variable continua
¿Cuál es un ejemplo de marca de clase?	Marca de clase

Fuente: Dr. Juan Carlos Torres
Elaborado por: Lenin Torres

En el caso del agente que se está desarrollando, se identifico con existe una sola entidad sobre la cual se identifica una intención de definirla, clasificarla o ejemplificarla. Por lo tanto, se denomina a la entidad como “concepto” y se especifican las diferentes instancias como los diferentes conceptos a los que se refieren las preguntas analizadas. En la tabla 5, se muestran algunos ejemplos de conceptos sobre los cuales el agente responderá.

Tabla 5. Ejemplos de instancias de entidad

Entidad	Instancias
@concepto	amplitud de variación clase cuartil decil desviación absoluta desviación estándar desviación media diagrama de caja diagrama de puntos tamaño de clase variable variable continua variable cualitativa variable cuantitativa variable de escala nominal variable de escala ordinal variable de intervalo variable de razón variable discreta varianza de la población

Fuente Lenin Torres
 Elaborado por: Lenin Torres

Es importante notar que Watson Conversation puede manejar varios conceptos cada uno con varias instancias. El número de entidades depende principalmente del entorno del agente. Por ejemplo, un agente que se desarrolle para un entorno de un automóvil, podría tener como entidades a los diferentes elementos de la cabina del automóvil como son la radio, los alza vidrios, los seguros de las puertas, etc., y sería capaz de recibir las entradas el conductor, detectar la intención (encender la radio, subir o bajar la ventana) y actuar en consecuencia. En el caso del agente de apoyo al aprendizaje se identificó una sola entidad con varias instancias sobre las cuales se responden preguntas dependiendo de la intención detectada.

3.6 El diálogo

En una solución de Watson Conversation, existe un solo diálogo que permite especificar las acciones del agente luego de que se ha detectado una intención y una instancia de entidad sobre

la cual se debe ejecutar una acción. En el caso del agente de este trabajo, la acción a ejecutarse es recuperar una definición, clasificación o ejemplo para una instancia detectada.

En la tabla 6 se muestran ejemplos de la relación entre las intenciones, entidades y las respuestas que se esquematizarían en Watson Conversation.

Tabla 6. Matriz Instancia de entidad - Intención

Instancia de entidad @concepto	Intención detectada		
	#definir	#clasificar	#ejemplificar
Estadística	Es una ciencia que se encarga de recoger información, luego de organizarla, posteriormente de analizarla y finalmente la presenta en un formato entendible para la toma de decisiones	Se pueden identificar 2 tipos principales: 1. Estadística descriptiva 2. Estadística inferencial	
Estadística descriptiva	Es la estadística que se encarga de recoger, organiza, analiza y presenta información		
Estadística inferencial	Es la que obtiene conclusiones o generalizaciones para una población en base a los datos de una muestra		
Variable	Un valor numérico o característica que puede ser diferente de un individuo a otro, por ejemplo: color de cabello, edad	Se tienen las siguientes categorías: 1. Según su tipo de dato 2. Según su natural 3. Según su escala	
Variable continua	Son las que pueden contener valores intermedios entre dos números enteros		Un ejemplo es el salario de una persona puede ser de 650.30 USD, un valor intermedio entre 650 y 651

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Además de las intenciones relacionadas con entidades, se han definido también dos intenciones en las cuales el diálogo responde directamente, sin necesidad de definir una instancia de entidad, como se muestra en la tabla 7. Estas intenciones están orientadas a la finalización del diálogo y a la solicitud de ayuda por parte del usuario. En el caso de la intención de finalización del diálogo, al igual que la de inicio del diálogo, son definidas automáticamente por Watson Conversation y lo que se requiere es manejarlas en la aplicación.

Tabla 7. Intenciones automáticas de Watson Conversation

Intención	Acción
Finalizar	end_conversation
Pedir_ayuda	Mostrar texto de ayuda

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Para la implementación en el sistema Watson, se ha definido un “nodo” de Diálogo para cada intención de la tabla anterior. Un nodo de diálogo está compuesto por:

- La intención detectada
- La instancia de entidad
- La respuesta. La respuesta está definida en la intersección de la fila “Instancia de entidad” con “Intención”

En la tabla 8 se dan algunos ejemplos de los nodos encontrados a partir de las preguntas de ejemplo.

Tabla 8. Relación Nodo - Intención

Nodo de diálogo	Intención	Instancia de entidad
Pregunta definición	#definir	Estadística Variable Variable continua Variable cualitativa
Pregunta clasificación	#clasificar	Estadística Variable
Pregunta ejemplificación	#ejemplificar	Variable continua

Nodo de diálogo	Intención	Instancia de entidad
		Variable cualitativa Variable cuantitativa

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Una vez identificados los diferentes elementos que se requieren para configurar el servicio de Watson conversation, se puede implementar el agente utilizando las herramientas que provee la implementación en la nube de IBM, denominada IBM Cloud, como se verá en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4
PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN
EN IBM WATSON CONVERSATION

4.1 Servicios de Cloud Computing

Para comprender el entorno en el que se ejecuta el software detrás de IBM Watson es necesario revisar los conceptos relacionados con la computación en la nube. Una de las definiciones de computación en la nube, es la emitida por el NIST en (Mell & Grance, 2011) “La computación en la nube es un modelo para habilitar el acceso ubicuo, conveniente y bajo demanda mediante la red a una agrupación de recursos de cómputo configurables que pueden ser aprovisionados y liberados con un esfuerzo administrativo mínimo o sin interacción con el proveedor.”

Otra definición se puede encontrar en (Höfer & Karagiannis, 2011): “una infraestructura escalable que soporta e interconecta varios servicios de computación en la nube”. Además se puede considerar que las características que diferencian a la infraestructura en la nube de la infraestructura tradicional son:

- La infraestructura interna y el software para gestionarla es abstraído y ofrecido como un servicio
- Se construye en una infraestructura escalable y flexible
- Ofrece aprovisionamiento bajo demanda y garantías de calidad de servicio..
- Pago por uso de recursos de cómputo sin compromiso previo por parte de los usuarios de la nube
- Compartidas y con múltiples propietarios.

Dos características adicionales, que se relacionan con la ubicuidad de este tipo de servicio son:

- Amplio acceso mediante la Internet.
- Elasticidad rápida, permite que las capacidades sean provisionadas o liberadas en función de la demanda del servicio.

Se pueden considerar al menos tres modalidades con las cuales los proveedores de computación en la nube brindan sus servicios, generalmente en función del nivel de abstracción de la infraestructura interna. Los modelos de servicio más conocidos son (Mell & Grance, 2011):

- Software as a service (SaaS). En este modelo, el proveedor ofrece aplicaciones que se ejecutan en su infraestructura. Los consumidores acceden a las aplicaciones usando dispositivos ligeros que pueden tener interfaces ligeras como un navegador web o con interfaces de programa

- Platform as a Service (PaaS). El consumidor de los servicios en la nube adquiere la capacidad de desplegar aplicaciones que han sido creadas por él mismo o bien adquiridas. El despliegue se realiza con lenguajes, librerías servicios y herramientas provistas por el proveedor.
- Infrastructure as a Service (IaaS). En esta modalidad el consumidor de los servicios en la nube adquiere la capacidad de aprovisionar recursos de cómputo cruciales como almacenamiento, redes y procesamiento de modo que puede desplegar y ejecutar software arbitrariamente, incluyendo sistemas operativos y aplicaciones. El usuario no puede administrar o controlar la infraestructura interna de la nube, pero tiene control sobre los sistemas operativos, almacenamiento y algunos componentes de la red.

Como se puede ver, en los diferentes modelos de servicio de la computación en la nube, el grado de control sobre la infraestructura varía, pero se mantiene constante la característica de que la infraestructura de base está abstraída y es administrada por el proveedor.

Aunque la clasificación anteriormente citada es útil para entender las diferentes opciones de servicio, en la práctica los servicios provistos por los proveedores más importantes constituyen una combinación de estas modalidades de modo que su oferta pueda ser usada por diferentes tamaños de clientes o por clientes con diferentes tipos de necesidad.

4.2 Descripción de IBM Cloud

Cloud es la propuesta de computación en la nube de la compañía IBM, antes de Octubre de 2017, el servicio se denominaba IBM Bluemix. Desde el punto de vista de la clasificación de servicios, Cloud ofrece productos dentro de las tres categorías antes mencionadas ya que es posible aprovisionar elementos de infraestructura, como servidores, y segmentos de red, pero también ofrece una plataforma completa para desarrollo de aplicaciones, con múltiples lenguajes y capacidades de automatización de operaciones. En la tabla 9 se muestra un resumen de los principales servicios de Cloud.

Tabla 9. Tipos de servicio en IBM Cloud

Tipo de servicio	Categoría	Servicio
IaaS	Cómputo	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor dedicado • Virtual server
IaaS	Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de archivos • Almacenamiento en bloques • Almacenamiento de objetos • Red de entrega de contenido
IaaS	Red	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución VLAN • Balanceadores de cargados

Tipo de servicio	Categoría	Servicio
		<ul style="list-style-type: none"> • DNS • Subredes e IP
IaaS	Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Certificados SSL • Firewall • Dispositivos de seguridad Fortigate
PaaS	Contenedores	<ul style="list-style-type: none"> • ASP.NET Core Cloudant Starter • Internet of Things Platform starter • Java Cloudant Web Starter • Node.js Cloudant Starter
PaaS	Apps de CloudFondry	<ul style="list-style-type: none"> • Liberty for Java • SDK para Node.js • ASP.net Core • PHP • Python • Ruby • Tomcat
PaaS	Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • App ID • Key Protect • Single sign on
PaaS	Watson	<ul style="list-style-type: none"> • Conversation • Discovery • Language translator • Natural Language Classifier • Natural Language Understandig • Personality Insights • Texto a voz • Analizador de tono • Visual recognition • Voz a texto

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Como se puede ver, con los servicios de IBM Cloud se puede crear soluciones completas que incluyan el hardware y el software en una gran variedad de opciones y configuraciones, sin embargo, una característica distintiva de la solución de computación en la nube de IBM es Watson, con todas las capacidades de computación cognitiva que ofrece. Los principales servicios de Watson a los que se puede acceder :

- Discovery. .Es un motor de búsqueda cognitiva y de análisis de contenido que permite identificar patrones, tendencias y conocimientos útiles para la toma de decisiones. Las fuentes de información en las que Discovery puede realizar la búsqueda en datos no estructurados, ya sea propietarios, de dominio público o de terceros.

- Language translator. Permite crear aplicaciones que identifica el lenguaje de texto de entrada y luego utiliza un modelo lingüístico específico de un dominio para una traducción en otro lenguaje.
- Natural Language Classifier. Permite encontrar las clases que más coincidan para un enunciado o frase, lo que permite que una aplicación pueda enviar texto al servicio y recibir los resultados con mayor probabilidad de ser la respuesta correcta.
- Natural Language Understanding. Permite el análisis de texto para extraer concepto, entidades, palabras clave, categorías, sentimiento, relaciones y roles semánticos en fuentes no estructuradas.
- Personality Insights. Permite inferir las características de personalidad a partir de redes sociales, datos empresariales o comunicaciones digitales. Este servicio puede determinar preferencias de consumo de individuos para encontrar su probable gusto por productos, servicios o actividades. Entre las características de personalidad que puede determinar están:
 - Principales cinco características de personalidad, que es el modelo más ampliamente usado para describir como se involucra una persona con el mundo.
 - Necesidades. Identifica cuáles aspectos de un producto serán más apreciadas por una persona
 - Valores: Describen los factores que influyen la toma de decisiones de una persona
- Texto a voz. Permite la sintetización de texto escrito a un sonido natural con una demora mínima.
- Voz a texto. Permite la transcripción automatizada de la voz humana utilizando inteligencia artificial para combinar información acerca de la gramática y la estructura del lenguaje. La transcripción se realiza automáticamente según el servicio recibe más audio.
- Analizador de tono. Utiliza análisis lingüístico para detectar tonos de lenguaje y de emociones en texto escrito, con la posibilidad de analizar el tono a nivel de documento o de oración.
- Reconocimiento visual. Este servicio utiliza algoritmos de Deep Learning para analizar imágenes de modo que se puedan encontrar escenas objetos, rostros, y otros contenidos. Dado que existen clases integradas, el servicio puede entregar resultados muy precisos

incluso sin que se haya entrenado, aunque existe la posibilidad de realizar un entrenamiento con clasificadores personalizados.

4.3 Configuración de los servicios en IBM Cloud

En esta sección se describen los pasos necesarios para desplegar una aplicación que use servicios cognitivos en la plataforma IBM Cloud, que en general comprende los siguientes pasos

1. Creación de una cuenta de usuario en IBM Cloud
2. Configuración del servicio Watson Conversation y de los servicios adicionales
3. Configuración de una aplicación para comunicarse con el servicio de Watson conversation

4.3.1 Creación de una cuenta de usuario en IBM Cloud

El primer paso para implementar el servicio es la creación de la cuenta para acceder a los servicios de IBM Cloud. La creación de la cuenta permite acceder al panel de control de IBM Cloud en donde se accede a la configuración de todos los servicios de la plataforma. La interfaz de la plataforma se muestra en la figura 2.

The screenshot displays the IBM Cloud control panel interface. At the top, there is a navigation bar with the IBM Cloud logo and menu items: 'Catálogo', 'Documentos', 'Soporte', and 'Gestionar'. Below the navigation bar, the 'Panel de control' section includes filters for 'GRUPO DE RECURSOS' (Todos los recursos), 'REGIÓN' (EE.UU. sur), 'ORGANIZACIÓN DE CLOUD FOUNDRY' (lenintorresbravo), and 'ESPACIO DE CLOUD FOUNDRY' (dev), along with a 'Crear recurso' button. The main content area is divided into two sections: 'Apps de Cloud Foundry' (256 MB/512 GB en uso) and 'Servicios' (3/2000 en uso). The 'Apps de Cloud Foundry' section contains a table with one entry: 'agente-estadistica' with a route 'agente-estadistica.my...' and a status 'En Ejecución (1/1)'. The 'Servicios' section contains a table with three entries: 'Texto a voz-cf' (Text to Speech, Standard plan), 'TFT-UTPL' (Conversation, Lite plan), and 'Voz a texto-h6' (Speech to Text, Standard plan). A chat icon is visible in the bottom right corner.

Nombre	Ruta	Estado
agente-estadistica	agente-estadistica.my...	● En Ejecución (1/1)

Nombre	Oferta de servicios	Plan
Texto a voz-cf	Text to Speech	Standard
TFT-UTPL	Conversation	Lite
Voz a texto-h6	Speech to Text	Standard

Figura 2. Panel de control de IBM Cloud

Fuente: IBM Cloud

Elaborado por: Lenin Torres

Una vez que se tiene una cuenta de usuario, se pueden gestionar los diferentes servicios de IBM Cloud, tanto de computación cognitiva como los requeridos para ejecutar aplicaciones. La plataforma ofrece una amplia gama de servicios, agrupados en tres categorías principales:

- **Infraestructura:** Agrupa servicios relacionados con servidores, almacenamiento, redes y seguridad.
- **Apps.** En este grupo de servicio se pueden encontrar contenedores que permiten ejecutar aplicaciones. Existen contenedores para una variedad de tecnologías y lenguajes de programación, como Java, Node.js, ASP.Net, PHP, Python y Ruby.
- **Servicios.** Bajo este grupo se pueden encontrar los análisis de datos, integración, finanzas y los servicios de Watson. Los servicios de Watson incluyen, Conversation, Discovery, Document Conversion, Language Translator, entre otros.

Una vez que se tiene una cuenta en la plataforma IBM Cloud, los diferentes tipos de servicio se y aplicaciones se pueden crear mediante una interfaz gráfica.

4.3.2 Servicios requeridos para la implementación del agente

Para la implementación del agente de apoyo a la estadística, se requiere configurar tres servicios y una aplicación. La aplicación hará uso de los servicios mediante llamadas a las API Rest provistas por cada uno de ellos, recolectando la información ingresada por los usuarios, para posteriormente enviarla a cada servicio y mostrando el resultado. El tipo de resultado depende de cada servicio. De este modo, a una misma entrada por parte del usuario, los datos de entrada se pueden enviar a cada servicio y se puede recibir un tipo de resultado de procesamiento diferente.

Los mensajes para la API de Watson Conversation deben enviarse en forma de un mensaje que contiene el texto de la entrada del usuario. A su vez, la respuesta del servicio es un mensaje que contiene una serie de campos, entre ellos la respuesta identificada por Watson.

Cuando la entrada del usuario no se ingresa con un teclado sino con un micrófono, la aplicación debe convertir el audio en texto antes de enviarlo al servicio de Conversation. Para ello utiliza el servicio de Voz a Texto, enviando el audio captado al servicio y recibiendo la respuesta en forma de texto.

El agente puede mostrar la respuesta del servicio Conversation como texto o como audio. Para ello, se requiere transformar el texto de la respuesta y reproducirla en el equipo del usuario mediante el servicio Texto a Voz, enviando el texto recibido desde Conversation y recibiendo un flujo que se puede reproducir por la aplicación. En el diagrama siguiente se muestran un esquema del funcionamiento del agente.

En la figura 3 se muestra el esquema del funcionamiento de los diferentes componentes del agente.

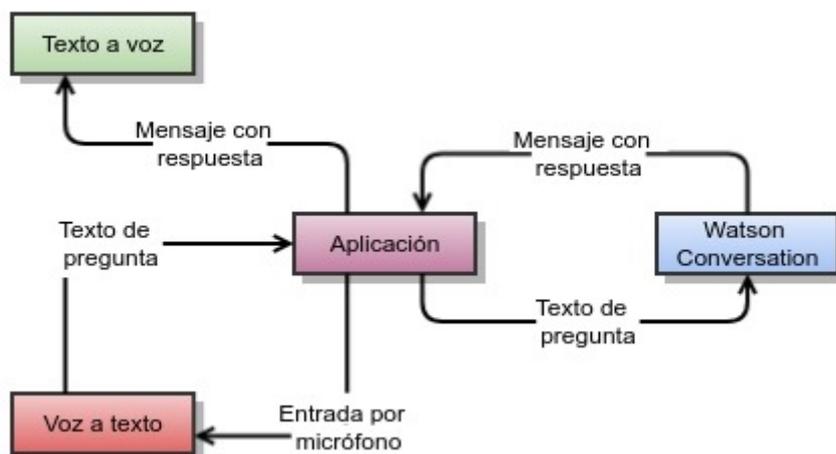


Figura 3. Esquema de funcionamiento del agente de apoyo al aprendizaje

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

4.4 Servicio Watson Conversation

IBM Watson Conversation es un servicio que permite construir soluciones que puedan procesar entradas realizadas en lenguaje natural. El objetivo final es poder simular una conversación entre humanos.

Existen tres componentes principales en una solución que utilice Watson Conversation:

1. Servicio de Watson Conversation. El servicio recibe las entradas capturadas por la aplicación y aplica técnicas de Machine Learning para interpretarlas y devolver una respuesta a la aplicación. La aplicación puede entonces mostrar la respuesta al requerimiento del usuario.
2. Sistemas de backend. Con la respuesta enviada desde Watson Conversation, la aplicación puede tomar acciones adicionales y conectarse a otros sistemas para continuar con las acciones que el usuario requiera, por ejemplo, abrir un ticket de soporte o consultar un estado de cuenta.
3. Una aplicación. La aplicación presenta una interfaz de usuario para el servicio, permite capturar las entradas en lenguaje natural de un humano y las envía a Watson Conversation.

Para la comunicación de una aplicación con un servicio se debe utilizar una API Restful que permite enviar y recibir datos entre la aplicación y el servicio de Watson, este esquema permite que la aplicación pueda ejecutarse en cualquier servicio capaz de enviar y recibir las llamadas al API de servicio de Watson, lo que implica que no es necesario que la aplicación se ejecute obligatoriamente en IBM Cloud.

4.4.1 Configuración del servicio de Watson Conversation

Para la configuración del servicio de Watson Conversation, se requiere realizar:

1. Especificar datos generales del servicio. Los datos generales incluyen un nombre para el servicio y la selección de la región en la que se va a desplegar el servicio. Las regiones son zonas geográficas en las cuales se ejecutan los servicios provistos por IBM Cloud. Cabe destacar que no todas las regiones tienen disponibles todos los servicios.
2. Seleccionar el plan de tarifas. Dependiendo del plan tarifario seleccionado, el servicio tiene ciertas características y limitaciones. En la tabla 10 se muestran las características de los tres planes disponibles:

Tabla 10. Esquema de precios del servicio Watson Conversation

Plan	Espacios de trabajo	Intenciones	Entidades	Llamadas API
Lite	5	25	25	10000/mes sin costo
Standard	20	2000	1000	0.0025 USD por llamada a la API
Premium	Según lo que se especifique en un firma de contrato			

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

3. Una vez configurado el servicio, con sus tarifas y términos de uso, se procede a crearlo

Cuando el servicio está creado, se tiene acceso a la configuración de un espacio de trabajo y del resto de componentes de Watson Conversation: entidades, intenciones y diálogos. Para facilitar esta operación, existe una herramienta denominada simplemente "Tool". El aspecto de esta herramienta se muestra en la figura 4.

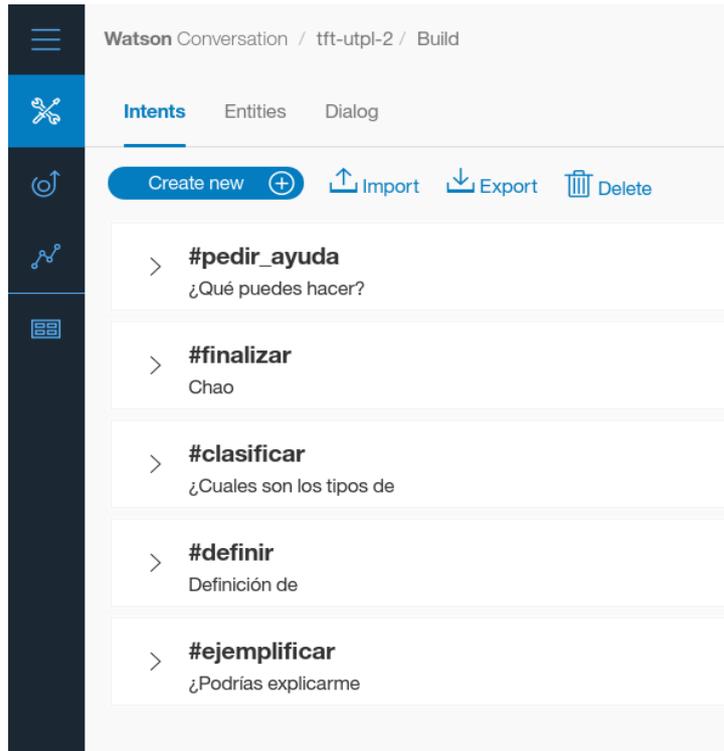


Figura 4. Herramienta de configuración de Watson Conversation

Fuente: IBM Cloud

Elaborado por: Lenin Torres

La herramienta permite crear las Intenciones, Entidades y el Dialogo que componen una conversación en particular. En el caso de dialogo, la herramienta permite manejar la estructura de árbol, mostrando los nodos correspondientes a cada Intención creada. Existen dos nodos especiales que son los que identifican el principio y final de la conversación.

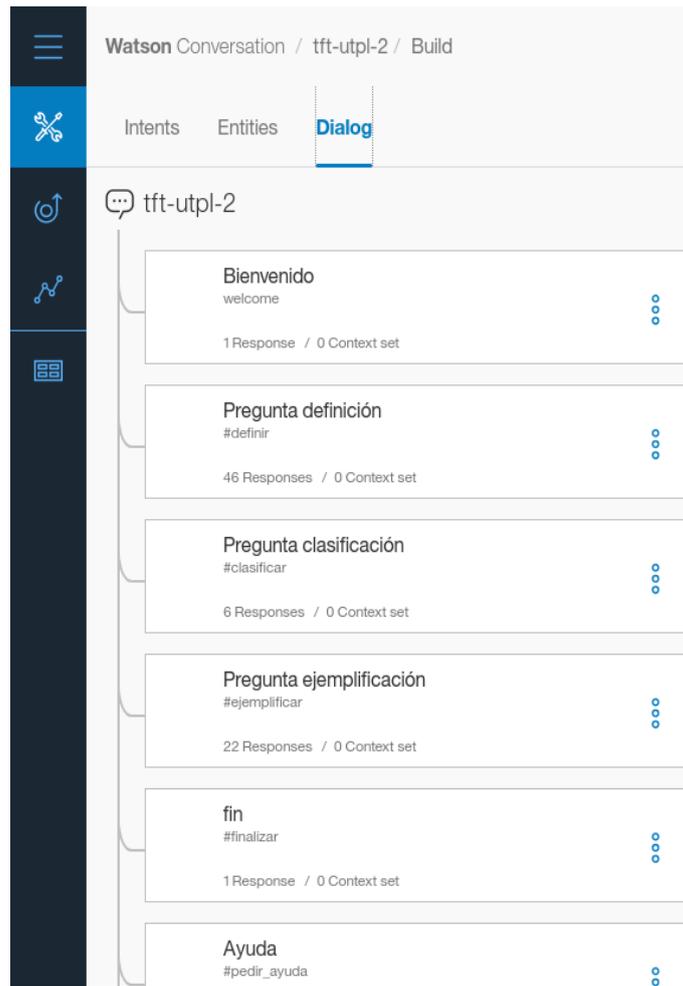


Figura 5. Configuración del diálogo en Watson Conversation4

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

4.4.2 Creación de las intenciones

La configuración de intenciones permite preparar a Watson Conversation para la detección de la acción que desea realizar el usuario. Cada intención se identifica con el prefijo # seguido del nombre de la intención. Cuando se crean las intenciones se permite también especificar los ejemplos de formas en las cuales el usuario puede expresar la intención. La figura 6 muestra la funcionalidad para la creación de intenciones en la herramienta.

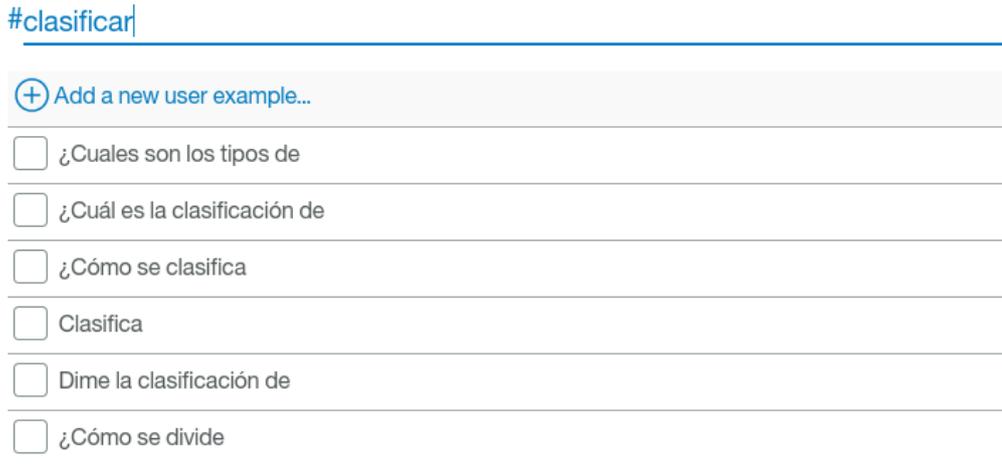


Figura 6. Configuración de una "intención" en Watson Conversation

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

En la lista de intenciones creadas para el sistema, se muestra el número de ejemplos que se han configurado para cada intención. Esta información es útil a la hora de afinar la exactitud de la detección de la intención, puesto que se pueden colocar más preguntas de ejemplo. La interfaz para crear las intenciones se muestra en la figura 7.

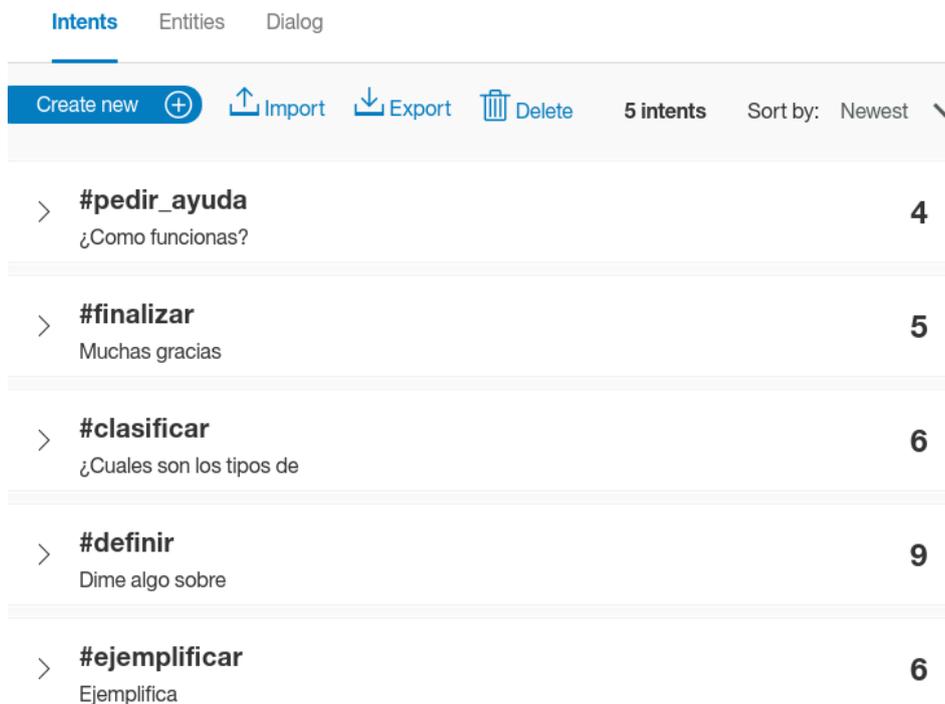


Figura 7. Lista de intenciones en Watson Conversation

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

4.4.3 Creación de las entidades

Para la creación de entidades, es decir, los objetos sobre los cuales el usuario expresa un intención de realizar algo, se selecciona la sección *entities*. Cada entidad, tiene las siguientes partes:

- Un prefijo @
- El nombre de la entidad
- Uno o varios valores, que representan instancias de la entidad (si la entidad es @animal, los valores pueden ser perro, gato, pájaro, etc.)
- Uno o varios sinónimos para cada valor especificado.

En el caso específico del agente que se está desarrollando en el presente trabajo, se identificó una sola entidad, @concepto, para la cual se identificaron como valores cada concepto de estadística que se está cubriendo con el agente. En la figura 8 se muestra la creación de la entidad.

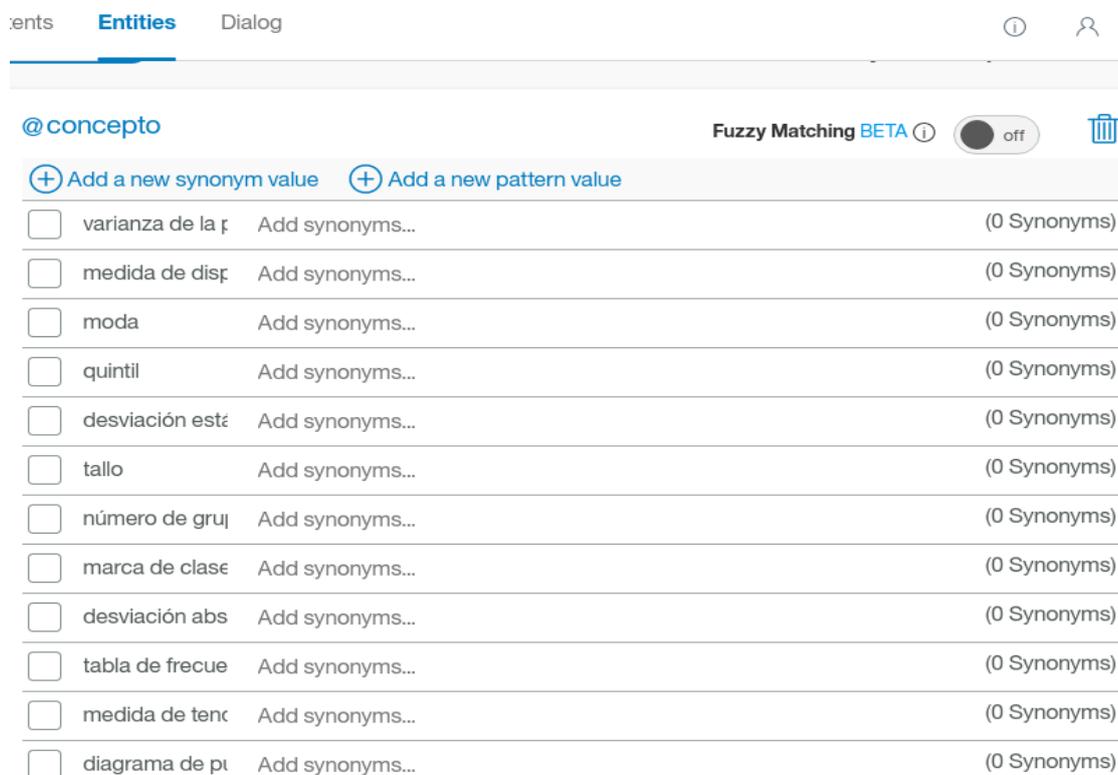


Figura 8. Configuración de un entidad en Watson Conversation

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

4.4.4 Creación del diálogo

La creación del diálogo se realiza mediante la sección *dialog* de la herramienta. Existe un solo diálogo para cada servicio de conversación configurado. En el diálogo, se indica al sistema qué acción concreta se debe realizar luego de que se ha identificado una intención y una entidad dadas.

En el diálogo, se debe crear un nodo por cada intención detectada. A su vez, en cada nodo, se puede especificar la respuesta que se debe dar para cada instancia de entidad. En la figura 9 se muestra un ejemplo de la creación del nodo para la intención definir y la entidad @concepto junto con la respuesta del agente en cada caso.

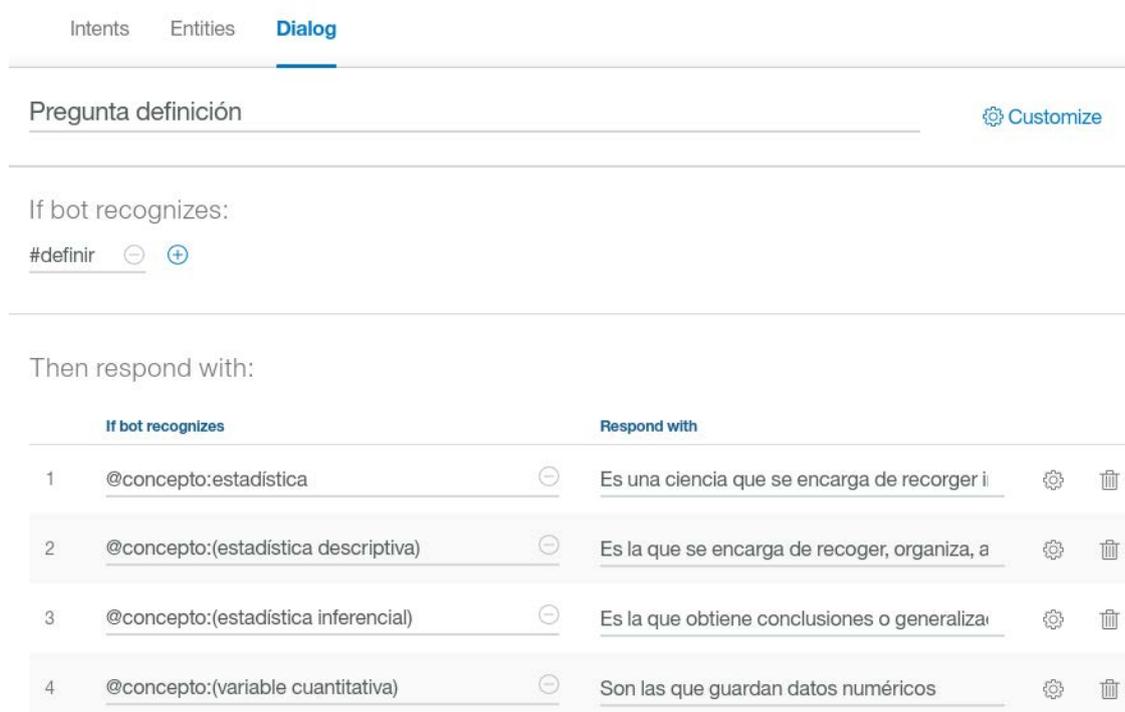


Figura 9. Configuración de un nodo del diálogo en Watson Conversation

Fuente: IBM Cloud
Elaborado por: Lenin Torres

4.5 Configuración del servicio de Voz a Texto

Dentro de la consola de IBM Cloud se procede a provisionar el servicio de Voz a texto requerido para interpretar las entradas que el usuario realice mediante un micrófono. El servicio puede recibir audio grabado en un archivo o bien como un flujo de audio. Una vez que el servicio recibe la información de audio, devuelve una transcripción en texto con las palabras reconoce.

El audio de entrada debe tener algunas características de modo que pueda ser procesado:

- Tasa de muestreo. La tasa de muestreo es el número de muestras que se toman por segundo. La tasa de muestreo se mide en Hertzios o Kilo hertzios. Si se toman 16000 muestras de audio por segundo, la tasa es de 16 kHz.
- Tasa de bit. Es una medida del número de bits enviados por segundo. En un flujo de audio la tasa de bits se mide en kilobits por segundo kbps. Esta medida expresa cuantos bits de información tiene cada muestra.

El servicio de voz a texto debe ser configurado con un parámetro denominado *modelo* que indica tanto el lenguaje en el que se enviará el texto como la tasa de muestreo. Existen dos tipos de modelo en función de la tasa de muestreo:

- Banda ancha. Si la tasa de muestreo es mayor o igual a 16 kHz,
- Banda angosta. Si la tasa de muestreo es de 8 kHz

Dependiendo del lenguaje, se puede especificar un valor para el parámetro modelo que indique el tanto el lenguaje como la tasa de muestreo. En el caso del idioma español, se puede especificar: `es-ES_NarrowbandModel` o `es-ES_BroadbandModel`, banda angosta y banda ancha, respectivamente, para indicar tanto la tasa de muestreo como el idioma que el servicio debe interpretar.

La comunicación con este servicio se puede realizar con tres interfaces: WebSocket, HTTP REST, HTTP Asíncrono. Cada interfaz tiene características propias, por ejemplo la interfaz WebSocket permite una conexión persistente y full duplex, mientras que la interfaz HTTP REST permite llamadas al servicio tanto con el establecimiento de una sesión como sin ella.

Otras características del servicio, tanto en entrada como salida son:

- Formatos de audio de entrada: Ogg, WebMedia, MP#, MPEG, WAV, FLAC, PCM, audio básico
- Tamaño de la transmisión: hasta 100 MB de audio con un solo flujo o en partes
- Marcación del hablante: Para casos en los que participan varias personas en un flujo de audio, el servicio permite identificarlas
- Identificación de palabras clave: Permite identificar ciertas palabras dentro del audio y asociar un grado de certidumbre de modo que se pueda utilizar para identificar la intención de realizar cierta acción

- Transcripción interina. El servicio crea hipótesis mientras realiza la transcripción y al finalizar el flujo las devuelve con su respectivo grado de confianza
- Alternativas máximas. Es similar a la transcripción interina, pero en lugar de crear las hipótesis mientras se realiza la traducción, entrega una serie de alternativas de transcripción cuando cesa el flujo.

Existen características que se ofrecen como beta, es decir, en modo de prueba y que soportan el idioma inglés:

- Filtro de palabrotas. Permite sanear la entrada recibida filtrando palabras ofensivas
- Formato inteligente. Permite obtener tipos de datos de fecha, número y monedas a partir del audio

4.6 Configuración del servicio de Texto a Voz

Para que el agente emita el audio correspondiente a la respuesta desde Watson Conversation y la entrada de datos por parte del usuario, se configura el servicio de Texto a Voz. Este servicio recibe texto en lenguaje natural y devuelve un audio que es equivalente al habla natural. Tal como sucede en el servicio de Voz a Texto, existen opciones limitadas respecto a los lenguajes que el servicio puede procesar y también en el número y género de la voz sintetizada, como se resume en la tabla 11.

Tabla 11: Lenguajes disponibles en el servicio de voz a texto

Lenguaje de entrada	Lenguaje de salida	Opciones del audio de salida
Portugués de Brasil	Portugués de Brasil	Una voz femenina
Inglés	Inglés Estados Unidos	Dos voces femeninas Una voz masculina
	Inglés Reino Unido	Una voz femenina
Francés	Francés	Una voz femenina
Alemán	Alemán	Una voz femenina Una voz masculina
Japonés	Japonés	Una voz femenina
Español	Castellano	Una voz femenina Una voz masculina
	Español Norteamérica	Una voz femenina
Italiano	Italiano	Una voz femenina

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Para la comunicación con el servicio existen dos opciones, una utilizando un protocolo HTTP REST y la otra con un protocolo WebSocket. En ambos casos, una aplicación envía el texto plano al servicio a través del protocolo TCP en el puerto 80 o en el puerto 443 si se usan encriptación TLS.

Otras características destacables del servicio son:

- Formatos de audio:
 - OGG
 - WebM
 - Wav
 - FLAC
 - MP3
 - I16
 - PCM
 - mulaw
- Uso de SSML: El texto puede ser enviado con el lenguaje de marcado de síntesis de voz, con lo se pueden utilizar extensiones que indiquen
 - El estilo del habla, en tres opciones: Buena Nueva, Disculpa, Incertidumbre
 - Transformaciones de voz: Permite modificar la voz sintetizada modificando el tono, velocidad y timbre, así como también
- Interfaz de personalización: Permite ajusta la forma en que el servicio pronuncia palabras poco usuales

4.7 Configuración de la aplicación

Dentro del funcionamiento del agente, la aplicación es el componente que permite la interacción del usuario con el resto de componentes y además permite la captura de datos, tanto en la forma de texto como en audio y la salida de la respuesta igualmente en forma de texto o de audio.

Para desplegar la aplicación en los servicios de IBM Cloud se deben realizar los siguientes pasos.

1. Aprovisionar una app de Cloudfoundry
2. Relacionar la app con los servicios de conversation

La aplicación para el agente está basada en el código de ejemplo provisto por IBM para una aplicación que utiliza Node.js y Watson Conversation para un talero de mando de automóvil. Este código de ejemplo no tiene las funciones para comunicarse con los servicios de Voz a Texto y Texto a voz, pero sirve de base para el desarrollo de a aplicación que sirve de interfaz para el agente.

4.7.1 Diseño de la aplicación

La aplicación está conformada por los siguientes módulos de Node.js que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Módulos de la aplicación Node.js

Módulo	Funcionalidad
common.js	Tiene diversas funciones para la manipulación visual de los elementos de la interfaz, como ocultar o mostrar elementos
api.js	Este módulo contiene funciones para manejar la interacción con el servidor, tanto enviando como recibiendo mensajes
conversation.js	Es el módulo que concentra toda la interacción con el servicio de Watson Conversation. En este módulo se construye el mensaje que se envía al servicio y también la respuesta
payload.js	Este módulo contiene las funciones específicas para mostrar la respuesta recibida desde el servicio en la interfaz de usuario.
global.js	Inicia el módulo de Conversation de modo que la interfaz de usuario quede lista para la interacción
speech-to-text.js	En este módulo se tienen las funciones encargadas de la interacción con el servicio de Voz a texto. Una de las funciones más importantes es la que se encarga de solicitar el encendido del micrófono al navegador Web del usuario. Adicionalmente, este módulo define la tasa de muestreo y el lenguaje en el que se está enviado el audio
text-to-speech.js	Este módulo define las unciones para interactuar con el servicio de texto a voz. En particular controla el uso del dispositivo de sonido del equipo del usuario para reproducir la respuesta recibida desde Watson Conversation. En este módulo se define la voz y el lenguaje con la cual se debe reproducir el audio.

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

La aplicación cuenta con una página HTML que carga todos estos módulos de Javascript y muestra la interfaz de usuario. La interfaz y sus secciones principales se muestran en la figura 10.

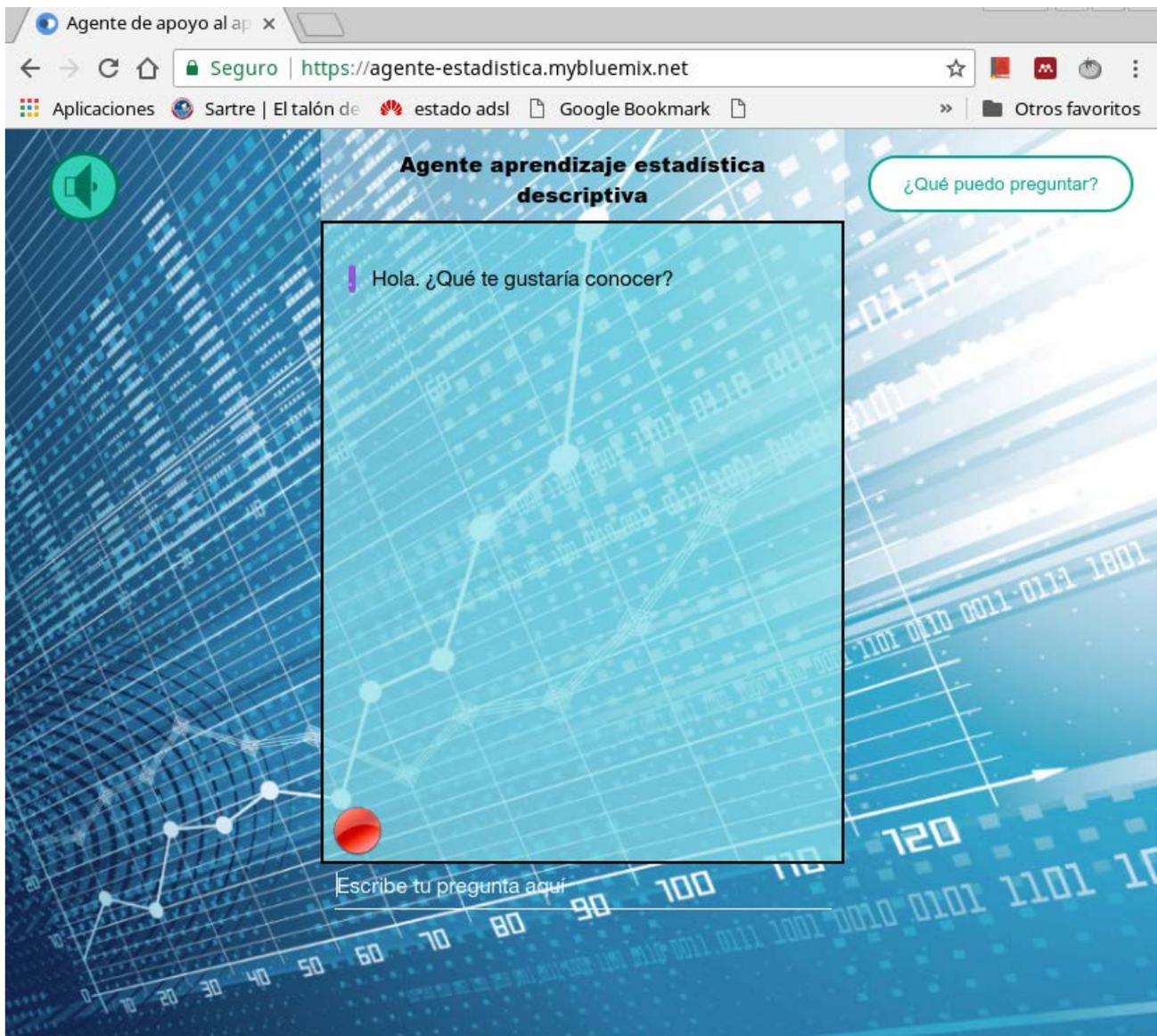


Figura 10. Interfaz de la aplicación para el agente

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

La interfaz presenta una sección para que el usuario ingrese la consulta al agente mediante el teclado y además un botón de grabación para capturar la consulta por medio del micrófono. Además, existe un control para activar o desactivar la salida de audio.

La entrada de usuario mediante texto se realiza escribiendo en el cuadro de texto y presionando la tecla retroceso. Cuando ello sucede, la función *inputKeyDown* del módulo *ConversationPanel* es

invocada. Cuando se identifica que el usuario presionó la tecla de retroceso, se envía el texto ingresado al servicio Watson Conversation mediante una llamada al módulo *Api* con su función *sendRequest*.

Una variable importante dentro del procesamiento es la que contiene el contexto de las llamadas al servicio de Watson Conversation. Tal como sucede en una conversación entre humanos, la conversación entre un humano y el servicio de computación cognitiva de Watson Conversation permite mantener el estado de la conversación, por ejemplo para saber de quién es el siguiente turno en la conversación. Para interactuar con el servicio de Conversation, la aplicación debe llevar el control del contexto. El contexto es un objeto JSON, que tiene un identificador único para cada instancia de conversación entre un cliente Web y el servicio y además un contador que se incrementa cada que hay un par pregunta-respuesta. Si el contexto no es almacenado, cada pregunta-respuesta se interpreta como el inicio de la conversación y el usuario no podría formular nuevas preguntas.

4.7.2 Entorno de programación para la aplicación

Para el desarrollo de la aplicación se requieren algunas herramientas de programación. En primer lugar es necesario instalar Node.js, un entorno de ejecución para el lenguaje Javascript que se basa en el motor V8 que utiliza el navegador Web Chrome, uno de los más populares en la Web. Node.js también viene acompañado de *npm*, un conjunto de librerías empaquetadas de código abierto lo que permite el acceso a numerosas funcionalidades preprogramadas que se pueden incluir en los desarrollos.

Otra herramienta necesaria para el desarrollo es el cliente de Cloud Foundry, una tecnología de PaaS que permite la entrega continua de software. IBM Cloud ofrece Cloud Foundry para la ejecución de aplicaciones en diversos entornos de ejecución, como PHP, Java, Node.js, Python, Ruby entre otros.

CAPÍTULO 5
PRUEBAS Y EVALUACIÓN

5.1 Descripción de las pruebas

Dentro del desarrollo de cualquier software es necesario realizar pruebas que permitan verificar su funcionamiento. En (Hooda, Scholar, & Singh Chhillar, 2015) se menciona que el proceso de prueba es “ aquel en el que los requerimientos y los componentes del sistema se ejercitan y son evaluados, ya sea manualmente o mediante herramientas automatizadas, para encontrar si el sistema satisface los requerimientos especificados y para determinar las diferencias entre los resultados actuales y los esperados”.

En esta sección se describen los resultados de dos aspectos sobre los cuales se hicieron las pruebas, las pruebas funcionales y pruebas de usabilidad

5.2 Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales se realizaron con el objetivo de comprobar que los componentes del sistema trabajen correctamente desde el punto de vista de su función, sin importar la implementación. (Sommerville, 2004).

Para la ejecución de las pruebas funcionales se utilizará un versión modificada del formulario presentado en (Lewis, 2017) y que se presenta en la tabla 13.

Tabla 13. Formulario para casos de prueba

Caso de prueba	
Código del caso	
Descripción	
Precondiciones	
Condición probada	
Pasos	
Resultado esperado	
Resultado obtenido	

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

A continuación se muestran los resultados de las diferentes pruebas funcionales ejecutadas.

Tabla 14. Formulario para caso de prueba “Presentación del tutorial de la interfaz gráfica”

Caso de prueba	
Código del caso	001
Descripción	Presentación del tutorial de la interfaz gráfica
Precondiciones	Se carga la interfaz del agente por primera vez
Condición probada	El tutorial de la interfaz se muestra al usuario y describe los elementos gráficos
Pasos	1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Ejecutar los pasos del tutorial

Resultado esperado	Se visualiza el tutorial como una secuencia de pantallas que describen los componentes de la interfaz del agente
Resultado obtenido	El tutorial se muestra correctamente cuando se carga la interfaz por primera vez

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 15. Formulario para caso de prueba “Salida de audio para texto a voz”

Caso de prueba	
Código del caso	002
Descripción	Salida de audio para texto a voz
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada
Condición probada	La interfaz del agente es capaz de reproducir texto
Pasos	1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Escuchar el mensaje de bienvenida
Resultado esperado	Se debe escuchar el texto de bienvenida del diálogo configurado para el agente
Resultado obtenido	Se escucha el mensaje de bienvenida en el dispositivo de audio de la computadora que accede a la aplicación

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 16. Formulario para caso de prueba «Funcionamiento del comando “¿Qué puedo preguntar?”»

Caso de prueba	
Código del caso	003
Descripción	Funcionamiento del comando “¿Qué puedo preguntar?”
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada
Condición probada	Se muestra un panel con la lista de contenidos que conoce el agente
Pasos	1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Presionar el comando “¿Qué puedo preguntar?”
Resultado esperado	Se muestra el panel con el listado de contenidos
Resultado obtenido	El panel se muestra y los contenidos se pueden visualizar

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 17. Formulario para caso de prueba “Entrada de texto mediante micrófono”

Caso de prueba	
Código del caso	004
Descripción	Entrada de texto mediante micrófono
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada
Condición probada	La ejecución del comando para iniciar la grabación permite grabar audio y finalizar la grabación
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Presionar el comando de grabación 3. Hablar para formular una pregunta 4. Presionar el comando para detener la grabación
Resultado esperado	El agente realiza el proceso de Voz a Texto y la pregunta se envía a Watson Conversation
Resultado obtenido	La entrada de voz se convierte a texto y se envía para su procesamiento

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 18. Formulario para caso de prueba “Entrada de texto mediante teclado”

Caso de prueba	
Código del caso	005
Descripción	Entrada de texto mediante teclado
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada
Condición probada	Al escribir texto en el área de escritura y presionar la tecla entrar, se envía la pregunta al agente
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Escribir texto en el área de preguntas 3. Presionar la tecla entrar
Resultado esperado	La pregunta se envía al agente para su procesamiento con Watson Conversation
Resultado obtenido	La pregunta se envía y se visualiza en el panel de la conversación

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 19. Formulario para caso de prueba “Desactivar la reproducción de audio”

Caso de prueba	
Código del caso	006
Descripción	Desactivar la reproducción de audio
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada La opción de activación de audio ha sido seleccionada
Condición probada	Al escribir seleccionar el comando de audio cuando esta opción está habilitada, se desactiva la reproducción de audio
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Escribir texto en el área de preguntas 3. Presionar la tecla entrar

	4. Dar clic en el comando de reproducción de audio
Resultado esperado	Las respuestas desde el agente no se reproducen mediante audio
Resultado obtenido	Con la opción deshabilitada, la reproducción por los parlantes no se realiza, pero si la visualización escrita

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Tabla 20. Formulario para caso de prueba “Visualización de preguntas y respuestas”

Caso de prueba	
Código del caso	007
Descripción	Visualización de preguntas y respuestas
Precondiciones	La interfaz gráfica del agente ha sido cargada Se ha formulado una pregunta al agente
Condición probada	Luego de formular una pregunta, se puede visualizar el texto de la pregunta y la respuesta en el panel de conversación del agente
Pasos	1. Cargar la página de la interfaz gráfica 2. Escribir texto en el área de preguntas 3. Presionar la tecla entrar
Resultado esperado	Las respuestas y las preguntas se pueden visualizar en la sección de conversación del agente
Resultado obtenido	Una vez realizada una nueva pregunta se pueden ver las respuestas y preguntas anteriores

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

5.3 Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad son muy importantes para lograr que el agente sea efectivo en la tarea que se desea que cumpla. Existen varios métodos y técnicas para la evaluación de la usabilidad, como el método de la observación con las técnicas de observación directa, grabación en video o bitácoras de software, el método experimental, con técnicas de entrevistas y cuestionarios, entre otros. (Amorim Carvalho, 2001)

En el caso del agente de apoyo al aprendizaje de estadística, se ha usado un método de encuestas mediante la técnica de la aplicación de cuestionarios. En la encuesta se tuvieron 20 participantes anónimos con conocimientos básicos de estadística.

Se evaluaron tres aspectos del agente y la aplicación que sirve como interfaz para su uso, con tres preguntas para cada aspecto, como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Preguntas de evaluación

Categoría	Pregunta
A. Presentación	¿La interfaz que se presenta es adecuada y fácil de entender?
A. Presentación	¿Está de acuerdo con la distribución de los elementos en pantalla?
A. Presentación	¿Los colores y el diseño hacen atractiva la presentación de la aplicación?
B. Funcionalidad	¿Entiende el agente las preguntas que le hace por el micrófono?
B. Funcionalidad	¿Entiende el agente las preguntas que le hace por escrito?
B. Funcionalidad	¿Las respuestas que le ofrece el agente son entendibles?
C. Usabilidad	¿Es sencillo ingresar las preguntas con sus propias palabras?
C. Usabilidad	¿Es sencillo ingresar las preguntas utilizando el micrófono?
C. Usabilidad	¿Considera que la aplicación para hacer las preguntas al agente es fácil de usar?

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Cada pregunta se evaluó en una escala numérica de uno a diez para expresar el grado en el que el participante de la encuesta está de acuerdo con lo expresado en cada pregunta. Para analizar las respuestas los valores numéricos se agruparon en categorías, como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Categorías de valores

Rango de valores	Categoría
1-2	Completamente desacuerdo
3-4	En desacuerdo
5-6	Neutral
7-8	De acuerdo
9-10	Completamente de acuerdo

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

Una vez recogidos los datos de las respuestas de cada participante se analizó la frecuencia con la que cada participante respondió en cada categoría de valores y cada aspecto del agente y la aplicación que actúa como interfaz, así como también los resultados de las preguntas individuales. En la tabla 23, se muestra el número de respuestas de cada pregunta individual

Tabla 23. Numero de respuestas por pregunta y categoría

Pregunta	Categoría		
	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
¿La interfaz que se presenta es adecuada y fácil de entender?	1	4	15
¿Está de acuerdo con la distribución de los elementos en pantalla?	2	4	14
¿Los colores y el diseño hacen atractiva la presentación de la aplicación?	2	6	12
¿Entiende el agente las preguntas que le hace por el micrófono?	2	6	12
¿Entiende el agente las preguntas que le hace por escrito?	1	4	15

¿Las respuestas que le ofrece el agente son entendibles?	0	2	18
¿Considera que la aplicación para hacer las preguntas al agente es fácil de usar?	0	5	15
¿Es sencillo ingresar las preguntas con sus propias palabras?	0	8	12
¿Es sencillo ingresar las preguntas utilizando el micrófono?	1	6	13
Total general	9	45	126

Fuente: Lenin Torres
 Elaborado por: Lenin Torres

En las figuras siguientes se muestran los resultados de cada pregunta y aspecto evaluado.

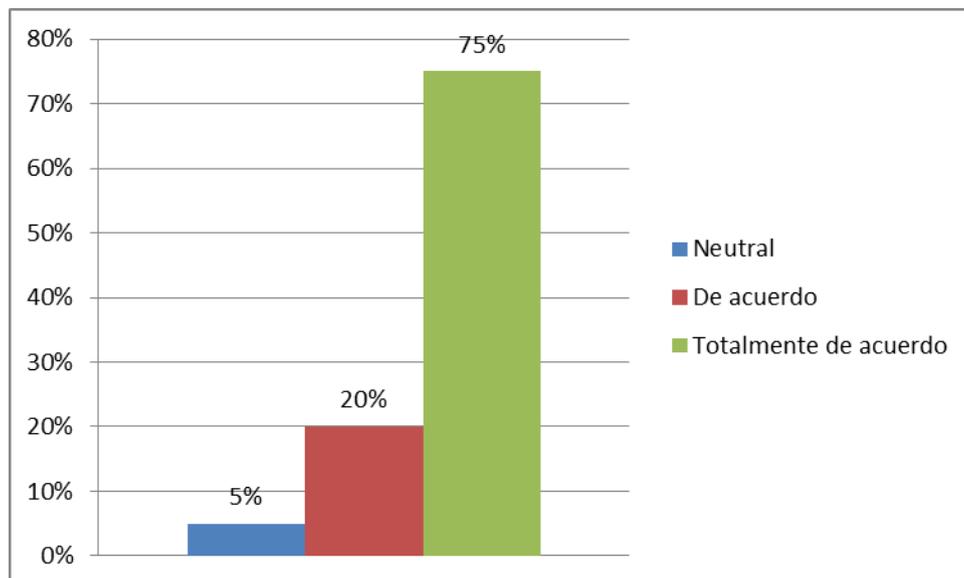


Figura 11. ¿La interfaz que se presenta es adecuada y fácil de entender?

Fuente: Lenin Torres
 Elaborado por: Lenin Torres

En la figura 11, se puede ver que el 75% de encuestados está totalmente de acuerdo con que la interfaz es adecuada y fácil de entender, mientras que el 20% están de acuerdo, lo que implica que en este aspecto la interfaz es usable.

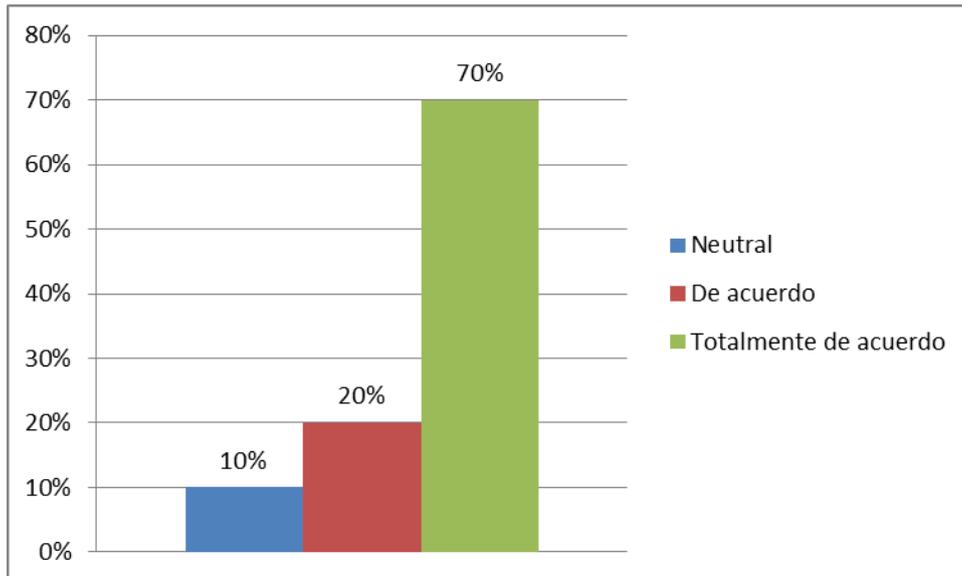


Figura 12. ¿Está de acuerdo con la distribución de los elementos en pantalla?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

En el caso de la pregunta 2, la figura 12 muestra que el 70% de encuestados están totalmente de acuerdo con que los elementos están correctamente distribuidos en la pantalla, y un 20% manifiestan estar de acuerdo con la afirmación. Por lo tanto, en este aspecto, se encuentra que la distribución de elementos contribuye a la usabilidad.

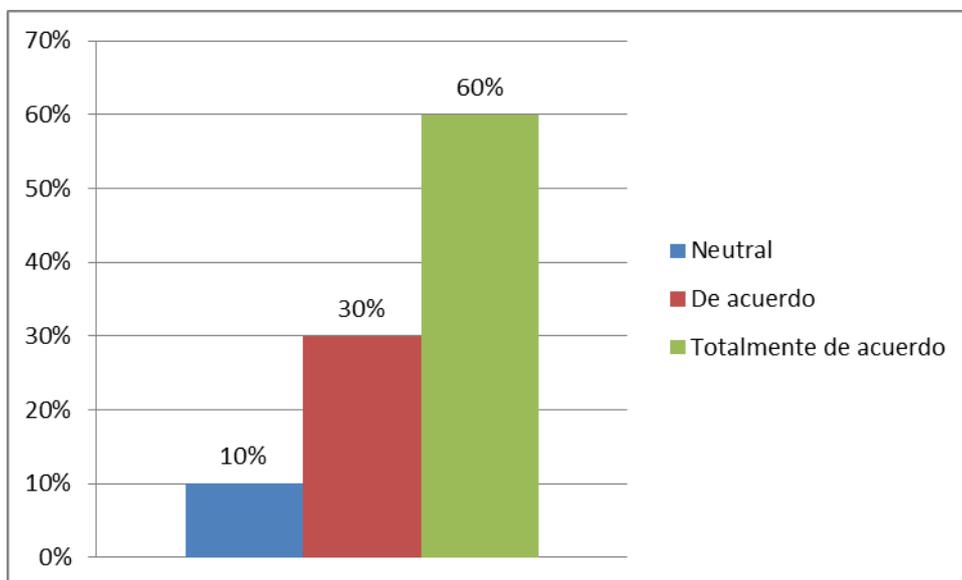


Figura 13. ¿Los colores y el diseño hacen atractiva la presentación de la aplicación?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

La figura 13 muestra que en la tercera pregunta, poco más de la mitad de encuestados están totalmente de acuerdo con los colores y diseño de la interfaz mientras que el 30% se muestran solamente de acuerdo. Por lo tanto, en cuanto al diseño, la interfaz se puede mejorar.

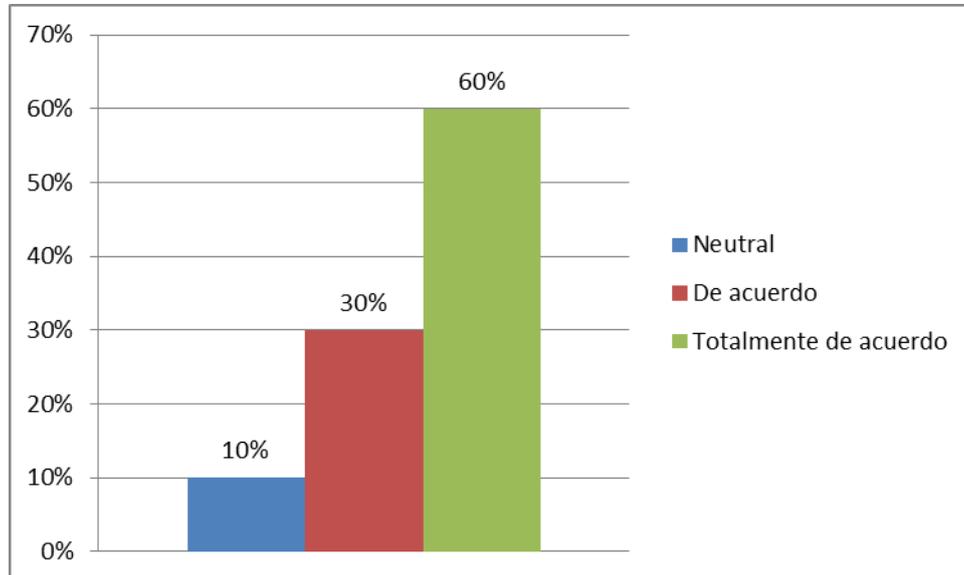


Figura 14. ¿Entiende el agente las preguntas que le hace por el micrófono?

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

La figura 14 muestra que el 70% de encuestados está en total acuerdo con que las preguntas formuladas al agente de manera hablada son entendidas, mientras que un 30% se manifiesta de acuerdo. Se desprende que se puede mejorar la síntesis de voz a texto, quizá dando instrucciones relacionadas con el tipo de ambiente y micrófono usados.

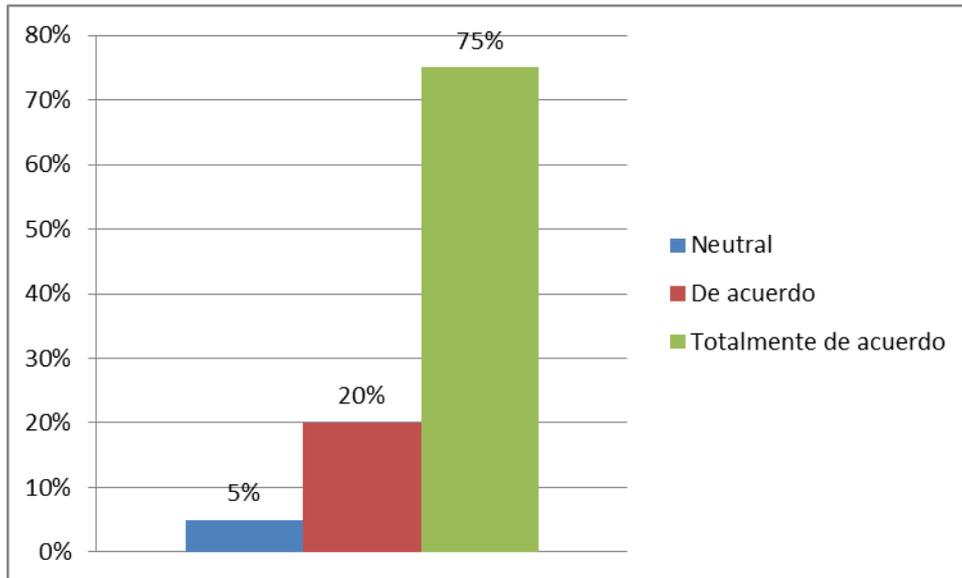


Figura 15. ¿Entiende el agente las preguntas que le hace por escrito?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

En la figura 15 se puede ver que el 75% de encuestados está totalmente de acuerdo con que la entrada escrita de las preguntas es entendida por el agente, mientras que solo un 20% manifiesta estar solamente de acuerdo. Estos datos refuerzan el hecho de que la entrada por voz es más propensa a fallar según el ruido ambiental y equipos usados.

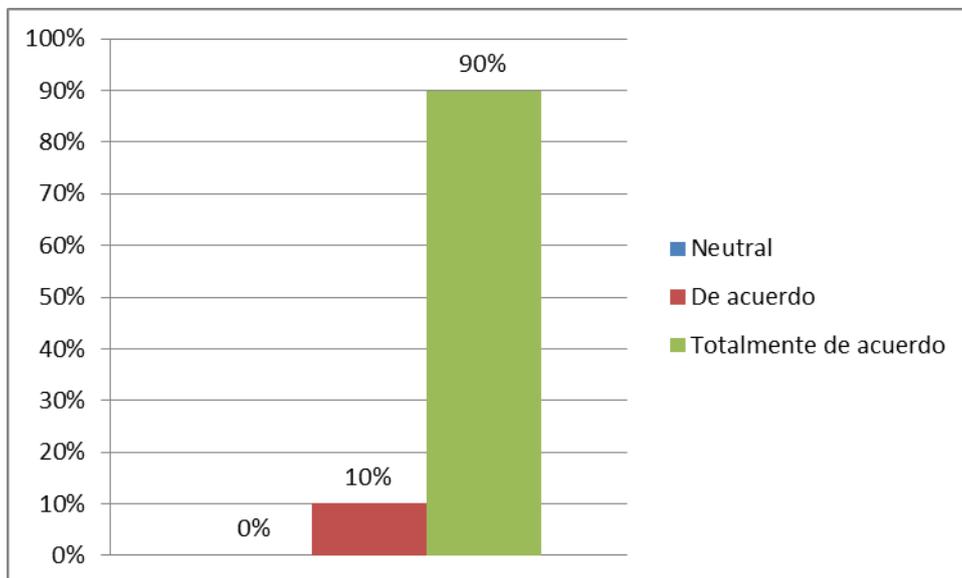


Figura 16. ¿Las respuestas que le ofrece el agente son entendibles?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

Según la figura 16, se encuentra que 90% de encuestados están totalmente de acuerdo con que las respuestas devueltas por el agente son entendibles, lo que indica que el agente es efectivo no solamente devolviendo respuestas, sino que además el contenido de las respuestas es útil para el usuario.

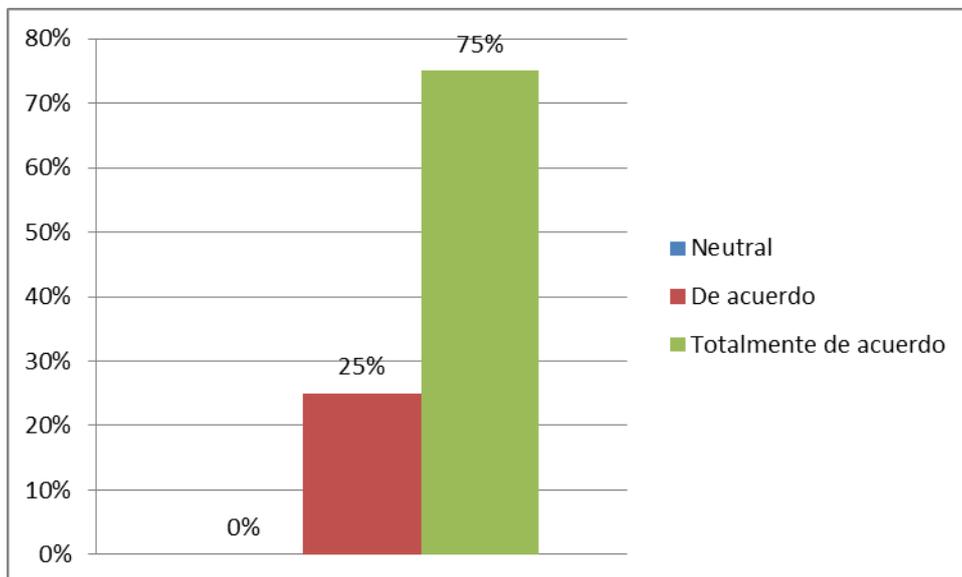


Figura 17. ¿Considera que la aplicación para hacer las preguntas al agente es fácil de usar?

Fuente: Lenin Torres

Elaborado por: Lenin Torres

A partir de la figura 17, se puede concluir que el 75% de encuestados se muestra totalmente de acuerdo en que la aplicación para hacer preguntas es fácil de usar, mientras que un 25% solamente se muestra de acuerdo con este aspecto. Por lo tanto, se puede decir que la aplicación permite la formulación de preguntas con facilidad.

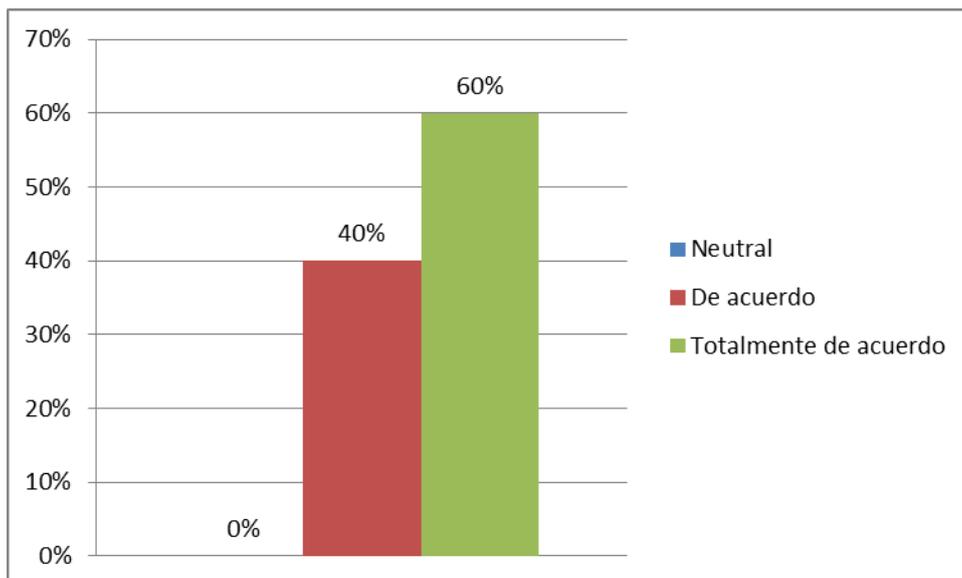


Figura 18. ¿Es sencillo ingresar las preguntas con sus propias palabras?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

El 60% de encuestados está totalmente de acuerdo con la utilidad de realizar preguntas en lenguaje natural, y un 40% por ciento está de acuerdo, como se aprecia en la figura 18. Por lo tanto, una interfaz de lenguaje natural es conveniente para los usuarios del agente.

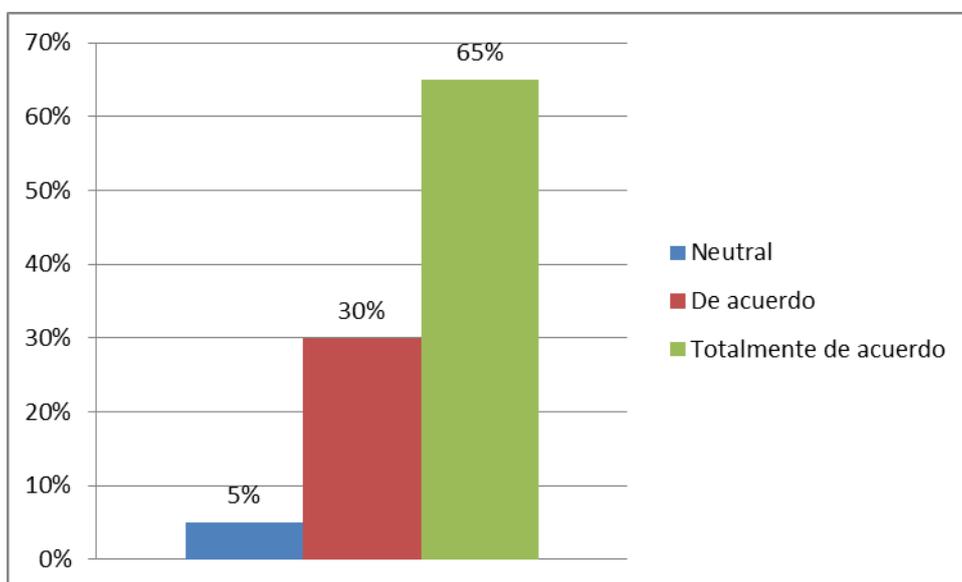


Figura 19. ¿Es sencillo ingresar las preguntas utilizando el micrófono?

Fuente: Lenin Torres
Elaborado por: Lenin Torres

La figura 19 muestra los resultados para la pregunta “¿Es sencillo ingresar las preguntas utilizando el micrófono?”. Un 65% de encuestados están de acuerdo con la sencillez que ofrece el ingreso de la pregunta con un micrófono, mientras que un 30% solo se muestra de acuerdo, con lo que se puede apreciar que este tipo de entrada se puede mejorar.

De los resultados mostrados se desprende que aunque algunos usuarios encuentran ciertos problemas con la entrada de datos de la pregunta por micrófono y la comprensión de la solicitud por parte del agente de la pregunta del usuario, la aplicación que sirve de interfaz para la interacción del agente es usable y el procesamiento de entradas en lenguaje natural de manera escrita o vocal es de utilidad para los usuarios.

CONCLUSIONES

Como resultado de finalizar el presente trabajo de titulación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El servicio Watson Conversation de IBM ofrece un servicio muy flexible para el desarrollo de aplicaciones que permiten el procesamiento de lenguaje natural de una manera fácil, permitiendo que los desarrolladores se concentren en el contenido y la esquematización de la simulación del diálogo y de los contenidos que la aplicación puede explotar.
- El hecho de que las tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial sean comercialmente disponibles permite que se puedan desarrollar aplicaciones con más rapidez y facilidad que al tener que implementar también las funcionalidades de inteligencia artificial en cada aplicación.
- El desarrollo de la computación cognitiva ofrece grandes oportunidades para lograr sistemas software capaces de generar conocimiento por sí mismos, lo que abre la posibilidad de facilitar el desarrollo de aplicaciones que vayan más allá de la computación tradicional, que son incapaces de realizar funcionalidad adicional a la que fue programada inicialmente.
- La computación en la nube ofrece grandes facilidades para desplegar aplicaciones con alta disponibilidad sin necesidad de preocuparse por la infraestructura necesaria para ejecutarla y con la flexibilidad para administrarla remotamente.

RECOMENDACIONES

Existe mucho espacio para la mejora de aplicaciones que aprovechen las tecnologías de inteligencia artificial disponibles comercialmente, y se pueden dar las siguientes recomendaciones en ese sentido:

- El agente puede ser mejorado sustancialmente aprovechando la funcionalidad de Watson Conversation de conectarse con fuentes de datos adicionales, ya sea personalizadas como las guías de aprendizaje o provistas como servicios complementarios por IBM Cloud.
- Las aplicaciones de agentes de apoyo al aprendizaje también se pueden ampliar para otro tipo de atención a los estudiantes, como por ejemplo, la consulta de notas, consulta de lugar de evaluación, etc., gracias a la posibilidad de conectar la aplicación con sistemas backend, que incluso se pueden ejecutar en plataformas computacionales distintas a IBM Cloud.
- Aunque se trabajó solamente con una entidad, la funcionalidad del agente se puede expandir grandemente creando nuevas entidades e instancias, un ejemplo sería una entidad “recurso educativo”, con instancias tales como “guía, video”, etc., sobre las cuales se podrían esquematizar intenciones y un tratamiento dentro del diálogo.

BIBLIOGRAFIA

- Amara, A. (2011). How Watson works: a conversation with Eric Brown, IBM Research Manager. *KurzweilAI » How Watson Works: A Conversation with Eric Brown, IBM Research Manager*. Retrieved from <http://www.kurzweilai.net>
- Amorim Carvalho, A. A. (2001). Usability Testing of Educational Software: Methods, Techniques and Evaluators. *Actas Do 3º Simpósio Internacional de Informática Educativa*, 139–148.
- Bird, S., Klein, E., & Loper, E. (2009). *Natural Language Processing with Python. Text* (Vol. 43). <https://doi.org/10.1097/00004770-200204000-00018>
- Bouziiane, A., Bouchiha, D., Doumi, N., & Malki, M. (2015). Question Answering Systems: Survey and Trends. In *Procedia Computer Science* (Vol. 73, pp. 366–375). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.005>
- Campbell, M., Hoane Jr., a. J., & Hsu, F. (2002). Deep Blue. *Artificial Intelligence*, 134(1–2), 57–83. [https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(01\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00129-1)
- Chen, Y., Argentinis, E., & Weber, G. (2016). IBM Watson: How Cognitive Computing Can Be Applied to Big Data Challenges in Life Sciences Research. *Clinical Therapeutics*. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2015.12.001>
- Chozas, A. C., Memeti, S., & Pillana, S. (2017). Using Cognitive Computing for Learning Parallel Programming: An IBM Watson Solution. In *Procedia Computer Science* (Vol. 108, pp. 2121–2130). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.187>
- Deloitte. (2015). *Disruption ahead: Deloitte's point of view on IBM Watson*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/about-deloitte/us-ibm-watson-client.pdf>
- ECMA, I. (2013). The JSON Data Interchange Format. *ECMA International, 1st Editio*(October), 8. <https://doi.org/10.17487/rfc7158>
- Encyclopedia Britannica. (2017). Britannica Online Encyclopedia. *Encyclopædia Britannica*. Retrieved from <http://www.britannica.com/>
- Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Kalyanpur, A. a., ... Welty, C. (2010). Building Watson: An Overview of the DeepQA Project. *AI Magazine*, 31(3), 59–79. <https://doi.org/10.1609/aimag.v31i3.2303>
- Ferrucci, D., Levas, A., Bagchi, S., Gondek, D., & Mueller, E. T. (2013). Watson: Beyond jeopardy!

Artificial Intelligence, 199–200, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2012.06.009>

Gelfond, M., & Kahl, Y. (2014). *Knowledge Representation, Reasoning, and the Design of Intelligent Agents: The Answer-Set Programming Approach* (illustrate). Cambridge University Press.

Greenwood, M. A. (2005). *Open-Domain Question Answering*. University of Sheffield.

Höfer, C. N., & Karagiannis, G. (2011). Cloud computing services: Taxonomy and comparison. *Journal of Internet Services and Applications*, 2(2), 81–94. <https://doi.org/10.1007/s13174-011-0027-x>

Hooda, I., Scholar, R., & Singh Chhillar, R. (2015). Software Test Process, Testing Types and Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 111(13), 975–8887.

Hornberger, J. (2009). Electronic Health Records: a Guide for Clinicians and Administrators. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 301(1), 110. <https://doi.org/10.1001/jama.2008.910>

Ittycheriah, A., Franz, M., Zhu, W.-J., Ratnaparkhi, A., & Mammone, R. J. (2000). IBM's Statistical Question Answering System. In *Proceedings of TREC-9 Conference* (pp. 229–234).

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>

Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2009). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. *Speech and Language Processing An Introduction to Natural Language Processing Computational Linguistics and Speech Recognition*, 21, 0–934. <https://doi.org/10.1162/089120100750105975>

Kupiec, J. (1993). MURAX: A Robust Linguistic Approach for Question Answering Using an On-line Encyclopedia. In *Proceedings of the 16th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* (pp. 181–190). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/160688.160717>

Lewis, W. (2017). *Software Testing and Continuous Quality Improvement* (3rd ed.). CRC Press.

Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *Nist Special Publication*, 145, 7. <https://doi.org/10.1136/emj.2010.096966>

Mitkov, R. (2003). *The Oxford Handbook of Computational Linguistics*. *Computational Linguistics*

(Vol. 0). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199276349.001.0001>

Modha, D. S., Ananthanarayanan, R., Esser, S. K., Ndirango, A., Sherbondy, A. J., & Singh, R. (2011). Cognitive computing. *Communications of the ACM*, 54(8), 62.

<https://doi.org/10.1145/1978542.1978559>

Montes y Gómez, M., Villaseñor Pineda, L., & López López, A. (2008). Mexican Experience in Spanish Question Answering. *Computación Y Sistemas*, 12(1), 40–64. Retrieved from

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462008000300004&nrm=iso

NIST. (2018). Text REtrieval Conference (TREC) Overview. Retrieved January 28, 2018, from <http://trec.nist.gov/overview.html>

Ross, C., & Swetlitz, I. (2017). IBM pitched its Watson supercomputer as a revolution in cancer care. It's nowhere close. <https://doi.org/https://www.statnews.com/2017/09/05/watson-ibm-cancer/>

Sommerville, I. (2004). *Software engineering (7th edition)*. *Engineering*. Retrieved from <http://eprints.lancs.ac.uk/12401/>

Wang, V., Salim, F., & Moskovits, P. (2013). *The Definitive Guide to HTML5 WebSocket*. *The Definitive Guide to HTML5 WebSocket*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-4741-8>

Webber, J., Parastatidis, S., & Robinson, I. (2010). *REST in Practice: Hypermedia and Systems Architecture*. *RESTful Web application programming interfaces*.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- API. Application Programming Interface. Conjunto de solicitudes estándar que permiten a diferentes programas de computadora comunicarse entre sí.(Encyclopedia Britannica, 2017)
- DNS. domain name system. Un servicio de red que convierte nombres de direcciones de la World Wide Web a direcciones numéricas de Internet. (Encyclopedia Britannica, 2017)
- EMR. Electronic Medical Record. La captura y representación que captura el estado clínico del paciente de una manera precisa, con datos relacionados a síntomas, hallazgos de la evaluación física y planes de tratamiento. (Hornberger, 2009)
- IR. Information Retrieval. Recuperación de información. Un sistema capa de localizar documentos relevantes para una consulta para que posteriormente el usuario extraiga las respuestas a partir de una lista clasificada de documentos recuperados. (Mitkov, 2003)
- JSON. Una sintaxis basada en texto, ligera e independiente del lenguaje para definir formatos de intercambio de datos. JSON define un conjunto pequeño de reglas de estructura para la representación portable de datos estructurados. (ECMA, 2013)
- KRR. Knowledge Representation and Reasoning, Sistemas software intensivos en conocimiento, capaces de exhibir un comportamiento inteligente: a partir de conocimiento provisto acerca de si mismo y del mundo, pueden resolver problemas computacionales no triviales. (Gelfond & Kahl, 2014)
- Machine Learning. Son técnicas que permiten que un sistema informático mejore automáticamente mediante experiencia y es un área que ha tenido un gran avance gracias a la disponibilidad de grandes cantidades de datos disponibles en la Web y a la computación de bajo costo (Jordan & Mitchell, 2015)
- MEDLINE. Principal base de datos bibliográfica de la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos., contiene más de 24 millones de referencias a artículos de revistas en la ciencias de la vida, con una concentración en bio medicina.
- NIST: Una agencia del Departamento de Estado de Comercio de Estados Unidos que es responsable de la estandarización de pesos y medidas, tiempo y navegación. Fue

establecida por el congreso en 1901.

- NL: Natural Language. Un lenguaje usado para la comunicación cotidiana de los humanos, que ha evolucionado de generación en generación y que en general son difíciles de esquematizar con reglas explícitas. (Bird, Klein, & Loper, 2009)
- NLP. Natural Language Processing. Cualquier tipo de manipulación computadorizada del lenguaje natural que puede llegar al entendimiento de una expresión entera por parte de un humano (Bird et al., 2009)
- REST. Una descripción de la Web como una aplicación hipermedia distribuida cuyos recursos enlazados se comunican intercambiando representaciones del estado del recurso. (Webber, Parastatidis, & Robinson, 2010)
- TREC: Text Retrieval Conference. Una conferencia auspiciada por el NIST y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos cuyo propósito es apoyar la investigación de la comunidad de recuperación de texto proveyendo la infraestructura necesaria para la evaluación en gran escala de las metodologías de recuperación de texto: (NIST, 2018)
- WebSocket. Una tecnología estándar y abierta que permite la comunicación full dúplex bidireccional entre un cliente y los servidores remotos en la Web. (Wang, Salim, & Moskovits, 2013)