



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

PROPUESTA DE UN MODELO DE CONOCIMIENTO BASADO EN ONTOLOGÍAS PARA  
DESCRIBIR LAS RELACIONES ENTRE LOS PILARES EDUCATIVOS DE TERAPIA DE  
LENGUAJE, SOFTWARE, HARDWARE, DISCAPACIDADES Y TRASTORNOS DE LA  
COMUNICACIÓN A FIN DE GENERAR OBJETOS DE APRENDIZAJE

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: RAYNER STEVEN PALTA TENECELA

TUTOR: ING. DIEGO FERNANDO QUISI PERALTA, MSC.

Cuenca - Ecuador

2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rayner Steven Palta Tenecela con documento de identificación N° 0707017315, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 09 de marzo del 2023

Atentamente,



Rayner Steven Palta Tenecela

0707017315

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICASALESIANA**

Yo, Rayner Steven Palta Tenecela con documento de identificación N° 0707017315, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Proyecto técnico: “Propuesta de un modelo de conocimiento basado en ontologías para describir las relaciones entre los pilares educativos de terapia de lenguaje, software, hardware, discapacidades y trastornos de la comunicación a fin de generar objetos de aprendizaje”, el cual ha sido desarrollado para obtener el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de marzo del 2023

Atentamente,



Rayner Steven Palta Tenecela

0707017315

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Fernando Quisi Peralta con documento de identificación N° 0104616461, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE UN MODELO DE CONOCIMIENTO BASADO EN ONTOLOGÍAS PARA DESCRIBIR LAS RELACIONES ENTRE LOS PILARES EDUCATIVOS DE TERAPIA DE LENGUAJE, SOFTWARE, HARDWARE, DISCAPACIDADES Y TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN A FIN DE GENERAR OBJETOS DE APRENDIZAJE, realizado por Rayner Steven Palta Tenecela con documento de identificación N° 0707017315, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 09 de marzo del 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. Quisi Peralta', written over a faint horizontal line.

Ing. Diego Fernando Quisi Peralta, MSc.

0104616461

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de titulación a mi padre Angel Palta, a mi madre Gloria Tenecela, y a mis hermanos Anthonny, Narley y Carolina, así como al resto de mi familia que han estado apoyándome continuamente, no solo en el ámbito estudiantil sino también en el día a día. Del mismo modo quiero agradecer a Ángel Juera, una gran persona que me ha apoyado y ha estado ahí en todo momento brindándome su ayuda. Y no menos importante a mis mascotas: Tony, Pelusa y Sasha, así como al resto de personas que me han apoyado a lo largo de este viaje.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a todas las personas que estuvieron apoyándome a lo largo de la carrera, brindándome su apoyo moral, económico y emocional. Asimismo agradecer a los docentes que además de cumplir su rol asignado en la institución supieron como llegar a los estudiantes no como docente sino como alguien en quien se puede confiar. Mis sinceros agradecimientos a mi tutor MgS. Diego Quisi por su apoyo y guía, también a la PhD. Paola Ingavelez por su dedicación a la enseñanza y su apoyo en la carrera.*

## Resumen

En la actualidad, la forma en que se percibe la información a través de la red es muy diversa y más si nos enfocamos en la educación, donde su forma de ver y aprender ha cambia con respecto en los últimos años. La cantidad de recursos que nos brindan las diferentes plataformas permiten almacenar y consumir dicha información cuyos recursos son los vídeos, imágenes y textos de distintas fuentes.

Con la actual tecnología la educación puede explotar su potencial haciendo uso de diversas herramientas que se han creado e implementado para dicho ámbito, como es el caso de los objetos de aprendizaje y las herramientas *e-learning*. Asimismo, los docentes pueden hacer uso de múltiples plataformas digitales para crear dichos objetos de aprendizaje, no obstante estos suelen requerir una cierta cantidad de tiempo para crearlos y también dependerá de las necesidades de los alumnos.

Como consecuencia, el propósito de este proyecto es crear un sistema recomendador de artículos especializados en problemáticas que afectan a los niños y jóvenes con discapacidad, para luego poder generar de manera automática los objetos de aprendizaje que se requieran haciendo uso de la herramienta eXe y Selenium. Además, se empleó bases NoSQL para el almacenamiento de los datos como es el caso de MongoDB, y para su procesamiento Neo4j como base de grafos, la cual nos permite hacer uso de sus algoritmos inteligentes para generar las recomendaciones. Para concluir se realizaron pruebas unitarias del sistema recomendador, así como pruebas de funcionalidad de los objetos generados de acuerdo al artículo recomendado seleccionado en el navegador. A través de la evaluación aplicada por parte de los colaboradores expertos y estudiantes, se validó el funcionamiento y aprobación de los objetos de aprendizaje generados por parte de los interesados, donde se obtuvo una calificación de 4/5 y un grado de accesibilidad del 80% por parte del experto, mientras que en la evaluación del estudiante la calificación fue de 4.45/5 y un 89% de adaptabilidad sobre los objetos de aprendizaje generados.

**Palabras clave:** Exe, Selenium, Ontología, MongoDB, Neo4j, Sistema Recomendador, Objetos de aprendizaje, Docker, API.

## **Abstract**

Currently the way in which information is perceived through the network is very diverse and even more so if we focus on education where the way of seeing and learning has changed in recent years. The amount of resources provided by different platforms allow us to store and consume this information such as videos, images and texts from different sources.

With today's technology, education can exploit its potential by making use of all the tools that have been created and implemented, such as learning objects and e-learning tools. Likewise, teachers can make use of multiple digital platforms to create these learning objects, however, these usually take a certain amount of time to create and will depend on the needs of the students.

As a consequence, the purpose of this project is to create a recommender system of articles specialized in problems that affect children and young people with special abilities in order to automatically generate the required learning objects using the eXe and Selenium tools. In addition, we used NoSQL databases for data storage, such as MongoDB, and Neo4j as a graph database for processing, which allows us to make use of its intelligent algorithms to generate the recommendations. To conclude, unit tests of the recommender system were performed as well as functionality tests of the objects generated according to the recommended article selected in the browser. Through the evaluation applied by the expert collaborators and students, the functioning and approval of the learning objects generated by the interested parties was validated, where a rating of 4/5 was obtained and a degree of accessibility of 80% by the expert, while in the student's evaluation the rating was 4.45/5 and 89% of adaptability on the learning objects generated.

**Keywords:** Exe, Selenium, Ontology, MongoDB, Neo4j, Recommender System, Learning objects, API, Docker.



# ÍNDICE

<b>I</b>	<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>II</b>	<b>Problema</b>	<b>11</b>
<b>III</b>	<b>Objetivos Generales y Específicos</b>	<b>13</b>
3.1	Objetivo General.....	13
3.2	Objetivo Específicos .....	13
<b>IV</b>	<b>Revisión de la literatura o fundamentos teóricos</b>	<b>15</b>
4.1	Ontología .....	15
4.2	Algoritmos Inteligentes.....	16
4.3	Aprendizaje por refuerzo .....	17
4.4	Aprendizaje supervisado.....	17
4.5	Aprendizaje no supervisado.....	17
4.6	Base de datos .....	18
4.7	Base de datos relacionales .....	19
4.8	Base de datos NoSQL.....	20
4.8.1	MongoDB.....	20
4.8.2	Base de datos orienta a grafos .....	21
4.8.3	Neo4j.....	22
4.9	Crawler .....	23

4.10	FastAPI .....	23
4.11	Objetos de aprendizaje.....	24
4.12	eXeLearning .....	26
4.13	Selenium .....	26
4.14	Procesamiento De Lenguaje Natural .....	28
4.15	Docker.....	29
4.16	Elementos .....	29
4.17	Docker File .....	30
4.18	Docker Compose.....	30
4.19	Angular .....	31
<b>V</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>32</b>
5.1	Metodología SCRUM . . . . .	32
5.2	Etapas de SCRUM . . . . .	34
5.2.1	Concepto . . . . .	35
5.2.2	Especulación y Exploración . . . . .	35
5.2.3	Revisión . . . . .	36
5.2.4	Control Moderado . . . . .	36
5.3	Comprensión de la capa de acceso . . . . .	36
5.4	Despliegue del sistema recomendador . . . . .	39
5.5	Integración del sistema . . . . .	43
5.6	Exposición del sistema a la web . . . . .	46
5.7	Arquitectura . . . . .	49
5.8	Capa de negocio . . . . .	50
5.9	Capa de presentación . . . . .	51
5.10	Capa de conocimientos . . . . .	51
5.11	Capa de bases de datos . . . . .	51

5.12	Capa de inteligente.....	51
5.13	Capa de recursos .....	52
<b>VI</b>	<b>Resultados</b>	<b>53</b>
6.1	Pruebas unitarias .....	54
6.2	Evaluación .....	55
<b>VII</b>	<b>Cronograma</b>	<b>60</b>
<b>VIII</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>67</b>
<b>IX</b>	<b>Conclusión</b>	<b>68</b>
<b>X</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>70</b>

# Índice de tablas

1	Roles asignados al proyecto.....	35
2	Elementos obtenidos del <i>webscraping</i> de los artículos.....	37
3	Datos del articulo obtenido almacenado en MongoDB .....	38
4	Librerías usadas en Python para obtener la similitud del texto.....	40
5	Conexión a MongoDB .....	43
6	Conexión a Neo4j .....	43
7	Resultados obtenidos de la evaluación por parte del experto.....	57
8	Resultado del promedio obtenido del objeto de aprendizaje evaluado por el estudiante .....	59
9	Cronograma de actividades realizadas.....	60
10	Presupuesto del proyecto .....	67

# Índice de figuras

1	Navegadores y drivers soportados por Selenium WebDriver Boni (2022) .....	27
2	Arquitectura Selenium Grid Boni (2022) .....	28
3	Diseño de la arquitectura de Docker ( <i>The Docker Book</i> , n.d.).....	30
4	Ciclo de Vida SCRUM ( <i>Scrum Un Metodo Agil Para Sus Proyectos</i> , n.d.) .....	33
5	Diagrama Scrum Obrutsky (2016).....	33
6	Recursos de artículos almacenados en diferentes colecciones en una base Mon- goDB.....	38
7	Nodos creados en Neo4j con base a las datos de las colecciones de MongoDB .	39
8	Método para obtener la similitud dentro de Python .....	41
9	Nodos similares en Neo4j .....	42
10	Estructura del proyecto FastAPI .....	43
11	Datos del archivo DockerFile FastApi.....	45
12	Datos del archivo Yaml FastApi .....	45
13	Estructura del proyecto generado en Angular.....	46
14	Ventana Login del sistema recomendador .....	47
15	Ventana Registro del sistema recomendador .....	48
16	Ventana del sistema recomendador.....	49
17	Arquitectura propuesta para el desarrollo del sistema .....	50
18	Resultado prueba unitaria del sistema recomendador.....	54

19	Resultado de la creación del objeto de aprendizaje .....	55
20	Preguntas a evaluar en el OA por parte de el colaborador experto Chimbo Álvarez (2021) .....	56
21	Resultado de la creación del objeto de aprendizaje Chimbo Álvarez (2021) .....	57
22	Preguntas a ser evaluadas por el experto colaborador en el OA Chimbo Álvarez (2021).....	58
23	Resultado general de la evaluación del OA por parte del estudiante Chimbo Álvarez (2021) .....	59

# Capítulo I

## Introducción

"Las personas con discapacidad tienen mayor probabilidad de no asistir a la escuela o abandonarla incluso antes de culminar la educación primaria o secundaria"Unesco (2022). En el Ecuador, el tema de la educación e inclusión ha sido un foco de discusión que ha venido tomando fuerza con el pasar de los años y esto se ha venido evidenciado por medio de los múltiples reglamentos, decretos y acuerdos internacionales emitidos por parte del estado ecuatoriano con relación a estos temas.

En la ciudad de Cuenca, con sus más de 110 Centros de Desarrollo Infantil (CDI), se ha evidenciado que un porcentaje significativo de niños y niñas en edades iniciales con discapacidad, son derivados a equipos de atención y básicamente a centros de educación especial; evadiendo así la posibilidad de brindar inclusión quizá por desconocimiento, inseguridad, temor e incluso por comodidad y rechazo al cambio, actitud que no favorece y no considera el derecho a la inclusión Proano et al. (2013). De acuerdo a la Ley Orgánica de Educación Inter cultural, en su artículo 47 dice que “el Estado garantizará la inclusión e integración de las personas con discapacidad, eliminando las barreras que impiden su aprendizaje” de Educación (2013).

Hoy en día, con el progreso de la ciencia y la tecnología son pocas las cosas que no se pueden lograr, y por tal motivo han surgido gran cantidad de herramientas dedicadas a facilitar y brindar los recursos necesarios para el progreso de la humanidad. Es por ello que es necesario

realizar diferentes adaptaciones al sistema curricular existente, con el fin de lograr encontrar las mejores alternativas que se adecuen a cada discapacidad en específico, apoyándonos en el uso de herramientas tecnológicas, asegurándonos así el poder brindar una correcta y oportuna solución.



# Capítulo II

## Problema

Esta sección describe el problema que se aborda y el cual se resolverá con la construcción del proyecto. Examina el contexto, la importancia del problema y el resultado previsto, además se analiza la forma de almacenar recursos en archivos, así como los sistemas de recomendación basados en contenidos para crear sugerencias, el uso de herramientas para producir objetos de aprendizaje, y la organización y gestión de datos mediante bases de datos NoSQL y docker.

### Antecedentes

"De acuerdo a las estadísticas presentadas por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (Conadis), en el Ecuador, existen actualmente 49,109 estudiantes con alguna discapacidad ya sea intelectual, física, auditiva, psicosocial o visual cursando la educación básica, media y bachillerato" *Estadísticas de Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades* (n.d.). Asimismo, existen 145 escuelas de educación especial repartidos por todo el país, no obstante, cabe resaltar que no todas cuentan con los debidos recursos para poder brindar una educación de calidad que ellos necesitan. Las personas con necesidad educativas especiales (NEE) requieren de una atención específica durante parte de su escolarización o a lo largo de todo este periodo Machado (2019).

Dentro de las necesidades educativas especiales ligadas a la discapacidad podemos encontrar los trastornos de comunicación y el lenguaje. Este tipo de minusvalía afecta la producción

de sonidos, así como la habilidad de combinar palabras para expresar ideas, impidiendo así un correcto desarrollo en el proceso de contacto. "Es por tal motivo que la terapia del habla y lenguaje es el tratamiento para la mayoría de los niños con discapacidades del habla y aprendizaje del lenguaje" Villalva Cevallos (2014).

Con ello, este trabajo busca contribuir en la creación de un modelo de conocimiento que permita generar objetos de aprendizaje, enfocados en las necesidades especiales de cada discapacidad, ayudando así al terapeuta, padres de familia, y al estudiante en cuestión con herramientas tecnológicas que permitan mejorar el proceso de atención y rehabilitación de esta importante población.

# Capítulo III

## Objetivos Generales y Específicos

### 3.1 Objetivo General

Proponer y desarrollar un modelo de conocimiento basado en ontologías para describir las relaciones entre los pilares educativos de terapia de lenguaje, software, hardware, discapacidades y trastornos de la comunicación a fin de generar objetos de aprendizaje para complementar el estudio, aplicación y conocimiento.

### 3.2 Objetivo Específicos

- Estudiar y conocer el estado del arte sobre ontologías, base de datos orientadas a grafos para describir el meta conocimiento y relaciones.
- Diseñar y experimentar modelos de conocimientos basados en ontologías y bases de datos orientadas a grafos a fin de generar relaciones entre pilares educativos del lenguaje y recursos.
- Implementar y generar un modelo de conocimiento y algoritmos inteligentes que permitan recomendar recursos educativos para los trastornos de la comunicación y lenguaje.

- Diseñar y desarrollar y publicar un módulo inteligente que permita generar objetos de aprendizaje en base a los modelos de conocimiento y/o algoritmos inteligentes.
- Validar los objetos de aprendizaje a través de una encuesta a los *stakeholder*.

# Capítulo IV

## Revisión de la literatura o fundamentos teóricos

### 4.1 Ontología

Es una presentación formal y explícita de las diferentes entidades y sus relaciones en un dominio particular. "Una ontología representa a través de un modelo, hechos reales en el que existe relaciones entre conceptos propios de ese hecho. Por ello, dado que las representaciones deben ser socialmente aceptables, más que individualmente, podemos ampliar o modificar relaciones entre conceptos, o simplemente integrar ontologías que representen subcampos de hechos del mundo real que englobe a ambos."EcuReds (n.d.) Al momento de desarrollar una ontología, lo más importante que se debe hacer es identificar las diferentes palabras y agruparlas de manera lógica y consistente. Esto puede ser difícil, pero es crucial para crear un sistema preciso y bien definido.

"Es una descripción formal de conceptos en la experticia de un discurso. Son teorías que especifican un vocabulario relativo a una área específica. Este vocabulario define entidades, clases, propiedades, predicados y funciones, y las relaciones entre estos componentes. Las ontologías toman un papel clave en la resolución de interoperabilidad semántica entre sistemas

de información y su uso dentro del contexto."Piraquive et al. (2009)

Diaz Piraquive dice que "las ontologías son herramientas diseñadas para organizar conceptualmente campos de conocimiento específicos a través de vocabularios controlados y proporcionar descripciones lógicas y formales que pueden ser interpretadas tanto por humanos como por máquinas."Piraquive et al. (2009)

## 4.2 Algoritmos Inteligentes

Los algoritmos inteligentes son, en muchos casos, técnicas y prácticas alternativas que sirven para abordar y resolver una gran variedad de problemas que se presentan Palumbo (2023). Harman indica que un algoritmo es inteligente cuando este a través de una serie de pasos ordenados, lógicos y consistentes permitan no solo obtener los resultados esperados, sino que apliquen algoritmos basados en búsqueda.

Cabe resaltar que a este tipo de algoritmos suelen denominarse algoritmos de Aprendizaje Automático (*Machine Learning*), ya que forman parte del campo de la Inteligencia Artificial, que permite a un sistema aprender de grandes cantidades de datos y hacer predicciones, por medio del reconocimiento masivo de patrones. No obstante es necesario recalcar que el rendimiento de este tipo de algoritmos se verá condicionado por la calidad de los datos representados en su fase de entrenamiento; el objetivo de utilizar estos datos es identificar los factores que explican los resultados observados. Estos factores pueden ser conceptos, cantidades, fuerzas físicas o conceptos mentales que den sentido a los datos registrados. *Tipos de algoritmos de Inteligencia Artificial y Machine Learning* (2023).

Dentro del *Machine Learning* existen 3 algoritmos principales:

- **Aprendizaje por refuerzo : (RL, Reinforcement Learning)**
- **Aprendizaje supervisado: Supervised Machine Learning)**
- **Aprendizaje no supervisado : (Unsupervised Machine Learning)**

### 4.3 Aprendizaje por refuerzo

Consiste en un proceso continuo de prueba, experimentación y perfeccionamiento basado en el "ensayo y error" que una máquina puede realizar con extrema rapidez en una situación o entorno concretos. Como resultado, los resultados, diseños, asociaciones, rutas y deducciones pueden determinarse basándose en el conocimiento previo generado por la propia máquina. "El algoritmo esencial en este tipo de aprendizaje es: *Q-Learning* y *SARSA (State-action-reward-state-action)*" *Tipos de algoritmos de Inteligencia Artificial y Machine Learning* (2023).

### 4.4 Aprendizaje supervisado

Es un método de entrenamiento de datos basado en modelos predictivos. Se diseña para que el sistema pueda alcanzar un resultado deseado cuando se le da un conjunto de datos existente. Para conseguirlo, el modelo debe ajustarse hasta que produzca resultados satisfactorios. "Entre los algoritmos habituales utilizados en el aprendizaje supervisado se incluyen los árboles de decisión, las clasificaciones de Naive Bayes, la regresión por mínimos cuadrados ordinarios y la regresión logística, *Support Vector Machines (SVM)*" *Tipos de algoritmos de Inteligencia Artificial y Machine Learning* (2023).

### 4.5 Aprendizaje no supervisado

Son aquellos algoritmos que modifican su patrón basado en los datos que recibe de entrada. Esto significa que el algoritmo puede entrenarse por sí solo, sin ayuda externa. "Los algoritmos de aprendizaje no supervisado más predominantes son la agrupación y el Análisis de Componentes Principales (ACP), *Singular Value Decomposition (SVD)*, análisis de componentes independientes (ICA) *Tipos de algoritmos de Inteligencia Artificial y Machine Learning*

(2023)."

## 4.6 Base de datos

En la actualidad hay un gran variedad de BD, cada una esta desarrollada para un uso específico y dependerá también de las necesidades de cada uno para emplearlas. Asimismo, las bases de datos forman parte de cualquier sistema de información. Mercedes Marqués define a "una base de datos como un conjunto de datos almacenados en memoria externa que están organizados mediante una estructura de datos (Marqués, 2011)." "En la actualidad existen numerosas BBDD disponibles en función de estructura, contexto, utilidad y necesidades. A continuación se muestra los diferentes tipos que existen."(Intelquia, 2020).

Por flexibilidad de modificación (Intelquia, 2020):

- **Base de datos estáticas. (Intelquia, 2020)**
- **Base de datos dinámicas. (Intelquia, 2020)**

Por contenido:

- **Base de datos bibliográficas.(Intelquia, 2020)**
- **Base de datos de texto completo.(Intelquia, 2020)**
- **Directorios.(Intelquia, 2020)**

Según el modelo de base de datos:

- **Base de datos relacionales.(Intelquia, 2020)**
- **NoSQL.**
- **Base de datos jerárquicas.(Intelquia, 2020)**
- **Base de datos de red.(Intelquia, 2020)**



- **Base de datos transaccionales.(Intelquia, 2020)**
- **Base de datos deductivas o lógicas.(Intelquia, 2020)**
- **Base de datos multidimensionales.(Intelquia, 2020)**
- **Base de documentales.(Intelquia, 2020)**

Las bases de datos relacionales son las más utilizadas, seguidas de las bases de datos NoSQL.

## **4.7 Base de datos relacionales**

"Colección de información que ayuda a organizar los datos en relaciones predefinidas, donde los datos se almacenan en una o más tablas (o "relaciones") de columnas y filas. Esto facilita la visualización y comprensión de cómo se relacionan entre sí las distintas estructuras de datos. Las relaciones son conexiones lógicas entre las diferentes tablas y se establecen a partir de la interacción entre ellas (Google Cloud, n.d.)"

"Una base de datos relacional es una forma de organizar datos en tablas, filas y columnas. Las relaciones entre los datos se pueden establecer uniendo tablas, lo que facilita la comprensión y el acceso a estadísticas sobre la relación entre varios datos (Google Cloud, n.d.)"

Oracle, define " a una base de datos relacional como el tipo de BD que guarda datos en tablas que se basan en el modelo relacional. En una base de datos relacional, cada fila de una tabla es un registro con un identificador único, denominado clave. Las columnas de la tabla contienen los atributos de los datos y cada registro normalmente tiene un valor para cada atributo. Las relaciones entre puntos de datos son fáciles de crear en una base de datos relacional, porque los puntos de datos están relacionados entre sí por sus claves (A. Oracle, 2022)."

En conclusión una BD relacional se encuentra definida por una unión entre una tabla a otra por una identificación única que las diferencia y al mismo tiempo las une.

## 4.8 Base de datos NoSQL

"Una base de datos NO-SQL es excelente para almacenar datos que no están necesariamente estructurados, como datos no estructurados o semiestructurados. Además, debido a que las bases de datos NO-SQL no están limitadas por las restricciones de una base de datos relacional, a menudo son más adecuadas para organizaciones que necesitan almacenar grandes cantidades de datos. (Maldeadora, 2017)."

MongoDB nos dice que "Las bases de datos NoSQL son diferentes de las bases de datos relacionales. Almacenan datos de una manera que no se basa en tablas. Hay varios tipos diferentes de bases de datos noSQL, cada una con un modelo de datos diferente. Son excelentes para almacenar grandes cantidades de datos y pueden manejar grandes cargas (MongoDB, 2022a)." Las bases de datos NoSQL debido a su gran uso y características también se clasifican en diferentes grupos, tales como (MongoDB, n.d.):

- **Bases de datos de documentos**
- **Bases de datos orientado a grafos**
- **Bases de datos de clave-valor**
- **Bases de datos de orientadas a columnas**
- **Bases de datos de documentos**

### 4.8.1 MongoDB

BD que permite guardar la información en documentos que se organizan en colecciones. Estos documentos están representados en formato JSON, lo que los hace fáciles de leer y comprender tanto para máquinas como para humanos. Chango Gavilánez & Jácome Salas (2016).

"MongoDB es una excelente opción para almacenar grandes volúmenes de datos, ya que su escalabilidad y flexibilidad lo hacen ideal para manejar una variedad de datos. Además,

el modelo avanzado de consulta e indexación de MongoDB lo convierte en una poderosa herramienta para consultar y analizar datos, además cumple con las características de consistencia y tolerancia a la partición del teorema CAP. (MongoDB, 2022b)."

MongoDB presenta las siguientes características :

- Posee un esquema flexible lo que permite incluir diferentes atributos en cada documento. Esto hace posible guardar la información requerida sin modificar el documento. Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022).
- Fácil de usar, permitiéndote buscar información de forma general o específica, así como filtrar tus datos según lo que necesites Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022).
- La atomicidad, consistencia, integridad y durabilidad de la data guardada en la BD la convierten en una fuente confiable de información Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022).
- Almacena los datos en formato BSON.
- Está diseñado para tener alta disponibilidad y admitir clústeres de al menos tres nodos. Esto permite una mayor confiabilidad y estabilidad al realizar tareas de forma distribuida Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022).

#### **4.8.2 Base de datos orienta a grafos**

"Es aquella que se basa en gráficos, los cuales son un tipo de estructura de datos que se puede utilizar para representar datos interconectados y las relaciones entre ellos. Los gráficos se componen de nodos (vértices) y aristas (arcos), que representan las relaciones entre los datos. Visualmente, estos dos elementos tienen la forma de puntos y líneas, respectivamente (IONOS, 2019)". "Los nodos tienen un punto inicial y final, mientras que cada relación entre nodos siempre tiene un número específico de entradas y salidas. (Oracle, 2023)."

### 4.8.3 Neo4j

"Base de datos enfocada a gráficos desarrollada en el lenguaje Java, es decir que mantiene los datos de manera conectada y realiza un gráfico enfocado entre los nodos y las relaciones entre ellos. Se integra a la perfección con diferentes lenguajes: Java, PHP, Ruby, .Net, Python, Node, Scala y más. Está alojada en un servidor Jetty. Es adecuada para modelar redes sociales y sistemas de recomendación. Miranda (2018)"

"Neo4j es una base de datos de código abierto para uso no comercial orientada a grafos que se compone de dos elementos fundamentales: nodos y relaciones. Los nodos representan entidades y las relaciones representan conexiones o interacciones entre los diferentes nodos. Cada uno de estos elementos puede ser etiquetado con un *label* que es *mapeable* a una tabla de un esquema relacional. Tanto los nodos como las relaciones pueden contener propiedades. Estas se pueden mapear a columnas de las tablas en un modelo relacional. Implementa un lenguaje de consulta declarativo para grafos llamado *Cypher*. permite consultar grafos utilizando una sintaxis simple algo comparable a SQL, pero especialmente optimizada para recorridos de grafos Sosa & González (2022)."

"Esta base de datos proporciona un servicio de nube limitado llamado AuraDB, Neo4j es multiplataforma y ofrece una cantidad de servicios : *Community Edition* o *Enterprise Edition*. Neo4j está desarrollado usando Java y Scala. En Neo4j, un gráfico que consta de nodos describe los objetos base y las relaciones etiquetadas para identificar y clasificar los nodos Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)." Neo4j es una base de datos gráfica nativa , lo que significa que implementa un verdadero modelo gráfico hasta el nivel de almacenamiento. Los datos no se almacenan como una "abstracción gráfica" encima de otra tecnología, se almacenan tal como los escribe en la pizarra Neo4j (2022).

## 4.9 Crawler

"Un *crawler*, también conocido con el nombre de: rastreador, indexador o araña es un programa informático que analiza las páginas web de forma automática, rastreando sitios web e indexando la información que se encuentra en cada página. El propósito principal de estos programas es seguir todos los enlaces en un sitio web y almacenar una copia de los contenidos de ese sitio web en una base de datos. Esto crea una red de conexiones entre todos los sitios web en Internet y su contenido respectivo.

Los rastreadores ayudan a encontrar enlaces rotos o crear directorios con información basada en los sitios que visitan. De esta forma, toda la información recopilada por los rastreadores se utiliza para crear resultados de búsqueda que muestran los navegadores Fernandes (2021)."

## 4.10 FastAPI

FastApi es un *framework* del lenguaje de programación Python, el cual habilita a los usuarios construir RESTFull APIs de una manera simple, veloz y eficiente en el tiempo que lleva procesar las solicitudes. También proporciona un sistema de documentación a través de la plataforma de interfaz de usuario de Swagger. "Es uno de los *frameworks* de Python más rápidos disponibles actualmente, pues presenta un rendimiento muy alto. Se encuentra a la par con Nodejs y Go (gracias a Starlette y Pydantic). Su código es rápido y sencillo de implementar, la velocidad para desarrollar funciones es sumamente mayor a la de otros *frameworks* Python López Mollinedo (2019)."

FastAPI utiliza la iniciativa OpenAPI (*OpenAPI Initiative*, 2019). "Este es un estándar para crear, administrar y consumir una *API REST*. *OpenAPI Specification* (OAS) es un estándar para crear un manual de uso para las *API REST*. El diseño de las *APIs* con OpenAPI se definen mediante un JSON o YAML, dos formatos de ficheros estándares. La versión actual

de la especificación es la 3 y orientada a YAML López Mollinedo (2019)." Las características principales de FastApi son: FastApi (2019)

- **Rapidez**
- **Codificación rápida**
- **Menos errores**
- **Intuitivo y con una gran base de soporte y documentación**
- **Fácil**
- **Corto**
- **Robusto**
- **Basado en estándares**

## 4.11 Objetos de aprendizaje

Un Objeto de Aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El Objeto de Aprendizaje debe tener una estructura de información externa (meta datos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación. *Que son los objetos de aprendizaje* (n.d.); Carías & Euceda (n.d.)

"Actualmente, los objetos de aprendizaje (OA) son recursos digitales con finalidad educativa que se componen de tres partes: descripciones de comportamiento, contenido y metadato." Para Samboy Cuevas, "son unidades curriculares digitales que pueden integrarse en diferentes contextos curriculares, apoyando a diferentes objetivos y destinatarios de la formación. Un objeto de aprendizaje se compone de tres elementos: algunos contenidos, alguna información

sobre cómo se comporta el objeto y algunos metadatos que brindan información sobre el objeto. Díaz (2018)."

Los elementos que componen a un objeto de aprendizaje son de educación de Aguascalientes (2011):

- **Objetivos de aprendizaje:** son las competencias a lograr al terminar la interrelación con el objeto de aprendizaje.
- **Contenido Informativo:** son los recursos visuales, textuales y auditivos que ayudan al alumno a alcanzar los objetivos propuestos.
- **Actividades de aprendizaje:** tareas que se sugieren que realice el alumno para alcanzar los objetivos planteados.
- **Evaluación:** medida de valor que indica el nivel del éxito de las competencia obtenidas entre los contenidos y las actividades con los objetivos propuestos
- **Meta datos:** Son los datos (etiquetas) que contienen la información del objeto de aprendizaje que tiene como fin ayudar a facilitar la búsqueda de este en un repositorio virtual para su posterior uso. .

Los atributos de este tipo objetos de aprendizaje son los siguientes EcuRed (n.d.):

- **Reusabilidad**
- **Accesibilidad**
- **Interoperabilidad**
- **Portabilidad**
- **Durabilidad**
- **Educabilidad**

- **Independencia y autonomía**
- **Generatividad**
- **Flexibilidad, versatilidad y funcionalidad**

## 4.12 eXeLearning

"Herramienta de código abierto (*open source*) que facilita la creación de contenidos educativos sin necesidad de ser experto en HTML o XML. Se trata de una aplicación multi plataforma que permite emplear árboles de contenido, elementos multimedia, actividades interactivas de autoevaluación facilitando la exportación del contenido generado a múltiples formatos: HTML, SCORM, IMS, etc." eXelearning (2022)

"eXeLearning permite introducir contenidos en diferentes formatos (textos, imagen, animaciones, vídeo y audio), diseñar actividades diversas (tareas, preguntas de opción múltiple, de verdadero/falso, de completar espacios en blanco, etc.), aportar retroalimentación al alumnado y embeber elementos multimedia y actividades realizadas con otras aplicaciones." Cubero Torres (2008)

Al igual que otros instrumentos para el desarrollo de recursos educativos eXeLearning es un software de libre acceso principalmente usado por docentes o personas inmiscuidas en el ámbito de la educación, debido a que es de uso intuitivo y no es necesario conocimiento alguno de programación. Es una aplicación multi plataforma, capaz de funcionar en Linux, Windows y MacOS; los objetos de aprendizaje creados pueden ser creados y reproducidos con cualquier navegador web (IE, FireFox, Chrome, Opera, Safari,...) eXelearning (2022).

## 4.13 Selenium

"Es un conjunto de utilidades que facilita la labor de obtener juegos de pruebas para apli-



caciones web, además es multi plataforma, pudiendo instalarse en cualquier sistema operativo. Para ello Selenium permite grabar, editar y depurar casos de prueba, que pueden ser ejecutados de forma automática e iterativa posteriormente" Selenium (2022). Este *framework* consta de tres componentes esenciales pero no necesariamente funcionan en conjunto:

- **Selenium WebDriver** Es una librería que permite al usuario el controlar el navegador web automáticamente, para lograr esto provee una API multi plataforma en diferentes lenguajes. Internamente usa el soporte nativo que cada navegador tiene implementado para llevar a cabo el proceso automatizado. Su objetivo principal es proveer una API estandarizada para los diferentes navegadores.

Browser	Driver	Operating system	Maintainer	Download
Chrome/ Chromium	chromedriver	Windows/ macOS/Linux	Google	<a href="https://chromedriver.chromium.org">https://chromedriver.chromium.org</a>
Edge	msedgedriver	Windows/ macOS/Linux	Microsoft	<a href="https://developer.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/tools/webdriver">https://developer.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/tools/webdriver</a>
Firefox	geckodriver	Windows/ macOS/Linux	Mozilla	<a href="https://github.com/mozilla/geckodriver">https://github.com/mozilla/geckodriver</a>
Opera	operadriver	Windows/ macOS/Linux	Opera Software AS	<a href="https://github.com/operasoftware/operachromiumdriver">https://github.com/operasoftware/operachromiumdriver</a>
Internet Explorer	IEDriverServer	Windows	Selenium project	<a href="https://www.selenium.dev/downloads">https://www.selenium.dev/downloads</a>
Safari	safaridriver	macOS	Apple	Built-in

Figura 1. Navegadores y drivers soportados por Selenium WebDriver Boni (2022).

- **Selenium Grid** Es un grupo de redes interconectadas que provee una estructura de navegación para el Selenium WebDriver. "Reduce significativamente el tiempo para completar los paquetes de prueba mediante la creación de una instancia de navegador en una computadora remota, lo que le permite ejecutar pruebas en paralelo en varias computadoras y administrar de forma centralizada (concentrador) diferentes versiones y configuraciones." Calabuig Chàfer (2022).

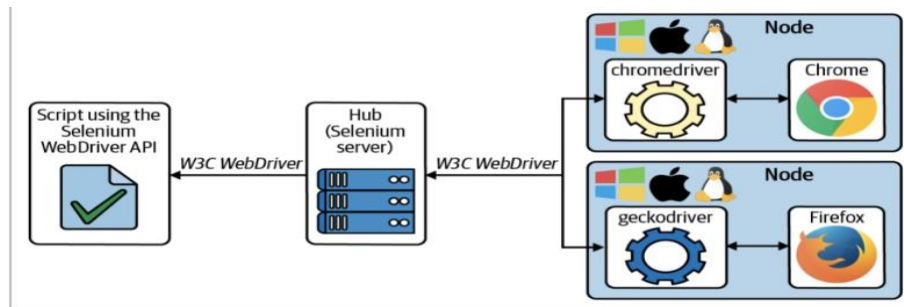


Figura 2. Arquitectura Selenium Grid Boni (2022).

- **Selenium IDE** Es una herramienta que implementa la técnica automatizada de grabación y reproducción. Donde el (IDE) captura las interacciones del usuario con el navegador y codifica las acciones como comandos de Selenium para finalmente el usuario usa los *scripts* que generados con los comandos incluidos para ejecutar una sesión en el navegador de manera automatizada.

De este modo se puede decir que Selenium es una herramienta q dedicado a la automatización que posibilita al usuario desarrollar un *script* de prueba en algún lenguaje de programación: Java, Rubí, Perl, Php, Python, .net. El principal objetivo de Selenium es automatizar las tareas o acciones asimismo a las aplicaciones web y en su caso asegurarse que el sitio web este funcionando como se espera y cumpla las funcionalidades requeridas.

## 4.14 Procesamiento De Lenguaje Natural

Es una rama de la (IA) y la lingüística aplicada que se encarga de estudiar las interacciones entre humanos y máquinas utilizando el lenguaje natural. Específicamente, se enfoca en procesar la comunicación humana, descomponerla en partes e identificar los elementos más importantes de un mensaje. Al comprimir y generar lenguaje natural, las máquinas intentan comprender, interpretar y manipular el lenguaje humano.

"Entre la inteligencia artificial, el PNL es una tarea importante de la lingüística computacional. El análisis automatizado de cualquier tipo de texto le permite categorizar, organizar,

encontrar o descubrir información no explícita, acelerar las tareas realizadas manualmente e identificar los elementos más relevantes del texto" IIC (2022).

"(PLN) busca brindar soluciones a problemas específicos que surgen al tratar de recrear artificialmente los patrones en los que operan la mente y el lenguaje humanos y transferirlos a la relación hombre-máquina." IIC (2022). Dentro de su ciclo de actividades incluye recuperar y extraer información, traducción automática, sistemas de búsquedas de respuestas, generación de resúmenes automáticos, minería de datos, análisis de datos, etc Hernández & Gómez (2013).

## 4.15 Docker

"Herramienta de código abierto que se encargada de automatizar el despliegue de aplicaciones por medio de contenedores. Está diseñado para proporcionar un entorno ligero, y rápido en el que ejecutar el código programado en un archivo Yaml, lo que facilita la prueba y la producción del sistema. La misión es proporcionar una forma sencilla y fácil de iniciar una aplicación o sistema, crear un entorno que se adapte a las necesidades de las aplicaciones, en las que se ejecuta y proporcionar un ciclo de vida de desarrollo ágil y eficaz" *The Docker Book* (n.d.); Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022).

## 4.16 Elementos

Consta de los siguientes elementos:

- Cliente Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)
- Servidor de Docker Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)
- Imágenes Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)
- Registros Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)

- Contenedores Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo (2022)

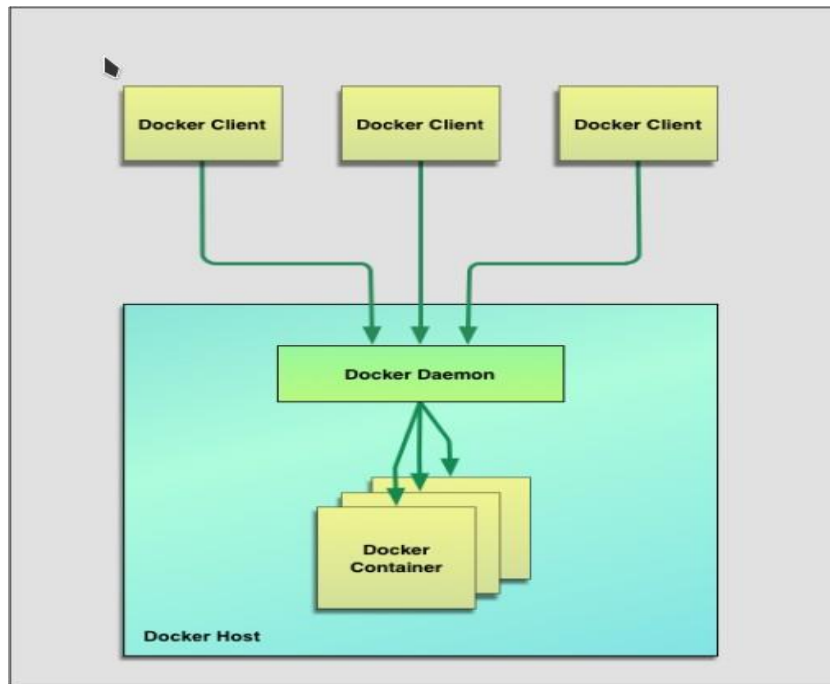


Figura 3. Diseño de la arquitectura de Docker (*The Docker Book*, n.d.).

## 4.17 Docker File

Archivo esencial que ayuda a crear imágenes a ser contenidas dentro de Docker por medio de instrucciones previamente especificadas en DSL. Docker recomienda usar este archivo para crear contenedores que ejecutarán sus nuevas aplicaciones correctamente (*The Docker Book*, n.d.).

## 4.18 Docker Compose

Herramienta para publicar y administrar aplicaciones Docker desde múltiples contenedores que están conectados entre sí, es decir cada una de las aplicaciones se ejecuta en un contenedor diferente, todo esto está definido por un archivo con la extensión yaml, cada contenedor

declarado dentro del archivo se llama servicio. Finalmente, un comando inicia cada servicio e inicia todo el sistema. (*The Docker Book*, n.d.; Yupanki Medina & Chuchuca Arevalo, 2022).

## 4.19 Angular

*Framework* que habilita el desarrollar plataformas web enfocadas a una pagina así como de escritorio haciendo uso del lenguaje de etiquetado HTML, así como TypeScript, CSS, JavaScript. Hace uso de la arquitectura Modelo-Vista-Controlador(MVC) para el desarrollo.

"Angular es un *framework opensource* desarrollado por Google para facilitar la creación y programación de aplicaciones web de una sola página, las webs SPA (Single Page Application). Separa completamente el *frontend* y el *backend* en la aplicación, evita escribir código repetitivo y mantiene todo más ordenado gracias a su patrón (MVC)(Modelo-Vista-Controlador) asegurando los desarrollos con rapidez, a la vez que posibilita modificaciones y actualizaciones" Devs (2019).

Para Oriols y Gutiérrez, "Angular es un *framework* centrado en la creación de aplicaciones de página única (SPA), lo que permite que los datos se carguen de forma asíncrona. En aplicaciones (SPA) de la vista de la app reincide principalmente en el lado del cliente, en tanto que el servidor proporciona una API que brinda acceso a la base de datos de la app. La data que se intercambia entre el cliente y el servidor se encuentra en el modelo JSON, que es un modelo más conveniente que XML. Boada Oriols & Gómez Gutiérrez (2019)."

# Capítulo V

## Marco Metodológico

Para la creación del proyecto se hace uso del enfoque Scrum, que trata de buenas practicas para desarrollar proyectos de manera ágil con ayuda del trabajo colaborativo, de esta forma se puede llegar a tener un buen resultado final que se verá reflejado en el proyecto desarrollado. Scrum hace uso de *Sprints* que no es nada mas que un avance significativo que aporta al proyecto general, un sprint dura como máximo un mes, entonces por cada sprint el equipo puede llegar a entregar avances funcionales al cliente Obrutsky (2016).

### 5.1 Metodología SCRUM

Es un proceso utilizado para administrar proyectos con la finalidad de reducir la complejidad del proceso de desarrollo de modo que se satisfagan los requerimientos del usuario . Aunque no es un método en sí mismo, es un enfoque empírico basado en la auto organización de grupos de trabajo para resolver y poder manejar problemas complejos que están continuamente bajo control, verificación y ajuste. Para una mejor comprensión del proceso y su ciclo de vida observar las figuras: 4, 5 (Gallego, 2016).

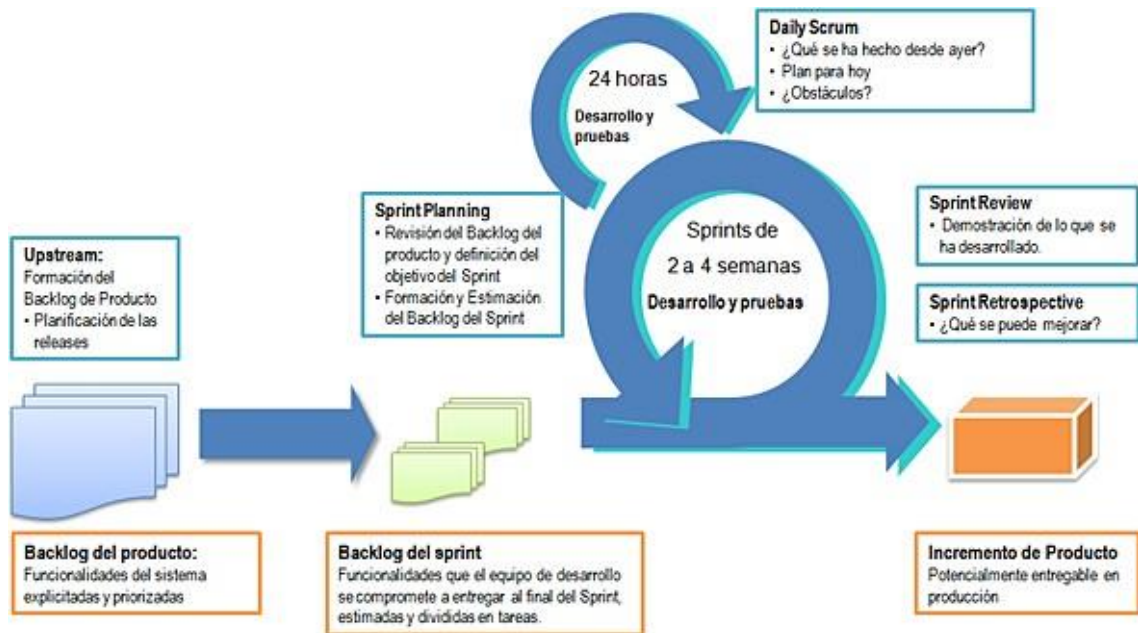


Figura 4. Ciclo de Vida SCRUM (*Scrum Un Metodo Agil Para Sus Proyectos*, n.d.).



Figura 5. Diagrama Scrum Obrutsky (2016).

## 5.2 Etapas de SCRUM

Según (Juan Palacio, 2009): Scrum, consta de los siguientes ciclos de vida:

- **Concepto:** se muestran las propiedades del producto en general, y se asigna la responsabilidad del desarrollo del equipo.
- **Especulación:** se plantean los límites del proyecto, como el costo y el cronograma, Es de importancia mencionar que en esta etapa el ciclo se rehace en cada iteración. Esto implica crear y examinar las circunstancias, así como conservar el listado de rendimiento esperados y desarrollar un plan de entrega el cual está conformado de tiempos de entrega, versiones anteriores, hitos e iteraciones. Se medirá el esfuerzo para asegurar que se mantenga dentro de los límites.
- **Exploración:** las funciones se añaden a la fase especular permitiendo incrementar las tareas.
- **Revisión:** el trabajo que se ha realizado se analiza y se compara con los objetivos.
- **Auto enriquecimiento:** los miembros del grupo se beneficia de las contribuciones de cada individuo, con cada miembro aportando sus propias habilidades y perspectivas únicas. Esto hace que el equipo sea más cohesivo y exitoso en general.
- **Control moderado:** se fija una verificación contenida para eludir problemas. Esto permite preservar la sinceridad y la creatividad de los demás miembros.
- **Cierre:** se entrega el producto finalizado en la fecha acordada en la versión deseada. Se debe tener en cuenta que el cierre de la versión no significa el final del producto, pero puede haber cambios en el futuro, el llamado mantenimiento.



### 5.2.1 Concepto

Para la implementación del proyecto se utilizó SCRUM, ya que permite la entrega continua de avances. Para cumplir adecuadamente con sus roles, se definieron los principales participantes.

<b>Rol</b>	<b>Encargado</b>
<i>Product Owner</i>	Ing. Diego Quisi
Cliente	
<i>SCRUM Máster</i>	Rayner Palta
<i>Deveploment Team</i>	Rayner Palta

Tabla 1. Roles asignados al proyecto.

Después de definir los papeles a seguir, se define el *sprint* para completar el proyecto. Cada objetivo específico predefinido se utiliza como punto de partida.

Con fundamento en las actividades recomendadas para cada *sprint*, 5 se puede observar un intervalo de tiempo establecido. Con esta planificación se ha obtenido una adecuada asignación de tiempo para realizar la sucesión de desarrollo, análisis, reconocimiento y refactorización de los "*sprint*" llegado el caso de ser requerido , para continuar posteriormente con el siguiente *sprint*.

### 5.2.2 Especulación y Exploración

El costo especulado para la realización del proyecto, así como el cronograma con las actividades definidas y el tiempo plazo de cada *sprint* se puede observar en las tablas 9 y 10

### 5.2.3 Revisión

Como se puede apreciar en la figura 16 donde se expone la interfaz web del proyecto terminado, el cual es la culminación de la incorporación de todos los objetivos planteados al inicio del proyecto ya que sin la realización de estos el desarrollo no sería posible.

### 5.2.4 Control Moderado

Se planteó un control para evitar posibles problemas con respecto al funcionamiento del sistema, lo cual se alinea con uno de los objetivos definidos al inicio. Este control consiste en la realización de pruebas unitarias y de funcionamiento. VI.

## 5.3 Comprensión de la capa de acceso

Es responsable de distribuir y diseñar los datos, mientras que el sistema de recomendación y la capa empresarial trabajan juntas para proporcionar la lógica que hace que el sistema funcione. Esta fase es importante porque contiene código para que el sistema funcione correctamente.

Dentro de esta capa se procede a realizar la obtención de los artículos en las diferentes revistas científicas como son: **Dspace**, **Scopus**, **Doaj**, **Proquest**, **Uspto**, **IEEEExplore**, **Google Noticias**, haciendo uso de las palabras claves dadas previamente. Los datos obtenidos durante esta fase serán almacenados dentro de una base NoSql y posteriormente usados en una base de grafos. En función de los objetivos propuestos anteriormente se procede a realizar un *webcrawler* de las diferentes revistas y bibliotecas mencionadas anteriormente. Los datos que se obtienen de la búsqueda de artículos son los siguientes: URL, TITULO, *abstract*, AUTOR, *keywords*, *key*, FUENTE

listaLinks = List()
listaTitulos = List()
listaAbstract = List()
listaAutors = List()
listaKeywords = List()
listaFuentes= List()
listaKeys = List()

Tabla 2. Elementos obtenidos del *webscraping* de los artículos.

Para poder realizar la extracción de la información se hace uso de las librerías: *pyscopys*, *pandas*, *requests*, *xmldodic*, *json*, *lxml*, *bs4*, *numpy*. Una vez implementadas las librerías en el cuaderno de trabajo de Python, se procede a declarar los diferentes métodos que se encargaran de realizar la búsqueda de manera automática de cada biblioteca o revista, y de almacenar los valores obtenidos en un archivo de excel para mejor procesamiento de la información.

Para un mejor procesamiento del texto se hace uso de las *stop words* las cuales nos sirven para diferenciar los verbos, sustantivos, adjetivos, entre otros dentro de un texto permitiendo de este modo que los datos obtenidos sean más limpios y fáciles de procesar.

Con base al proceso realizado y los resultados obtenidos del mismo se procede a almacenar los artículos obtenidos dentro una BD NoSQL siendo el caso de MongoDB y posteriormente en Neo4j. MongoDB posibilita guardar altas cantidades de data de forma no estructurada, de modo que no tienes que definir un diseño de acopio específico para el procesamiento de datos. Debido a la gran de información y para un mejor despeño del sistema se realiza la codificación de los datos obtenidos previamente de este modo logrando un menor consumo de recursos y mejor rendimiento al momento de consultar los datos. Estos datos son almacenados en diferentes colecciones dentro de una misma base para agilizar y facilitar la lectura de los recursos obteniendo así una estructura limpia y de fácil comprensión.

<b>id:</b> ObjectId ('637fb76c789174414c485e5')
<b>link:</b> 'https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=arnumber=8759409'
<b>title:</b> 'Physician-Level Aggregated Classifier for Genetic Muscle Disorders'
<b>abstract:</b> 'Muscle histopathology is the one of the most important diagnostic methods in the diagnosis of muscle diseases'
<b>authors:</b> '[yoshinori kabeya, toshiya iwamori]'
<b>keywords:</b> '[muscles, diseases, genetics]'
<b>fuelle:</b> 'ieeexplore'
<b>categoriatiulo:</b> '[disorder]'
<b>categoriabstract:</b> '[muscle; histopathology; most; important; diagnostic]'
<b>key:</b> 'Ullrich congenital muscular dystrophy'

Tabla 3. Datos del artículo obtenido almacenado en MongoDB.

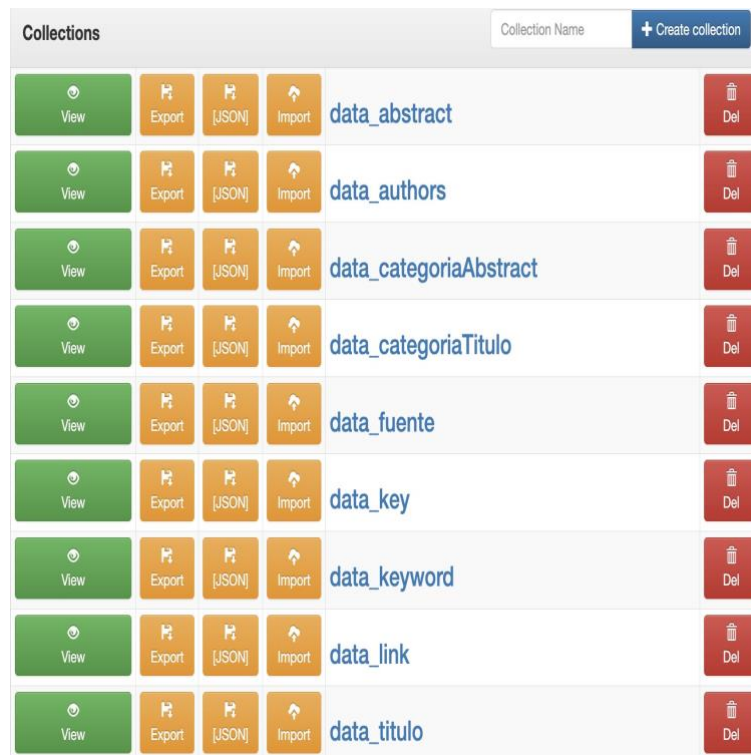


Figura 6. Recursos de artículos almacenados en diferentes colecciones en una base MongoDB.

Una vez realizado el proceso de almacenamiento dentro de la base MongoDB, se procede crear una nueva instancia dentro de Neo4j, esta base de grafos permitirá el almacenamiento de

los recursos que se emplearan de manera posterior para el sistema recomendador basado en las conexiones que se definen a través los nodos generados. Dentro de Neo4j los nodos que se crean contienen la información del ID del documento de la colección en MongoDB, de este modo cada nodo esta relacionado internamente por su ID respectivo. Esto nos permite realizar búsquedas empleando los algoritmos de procesamiento propios de Neo4j.

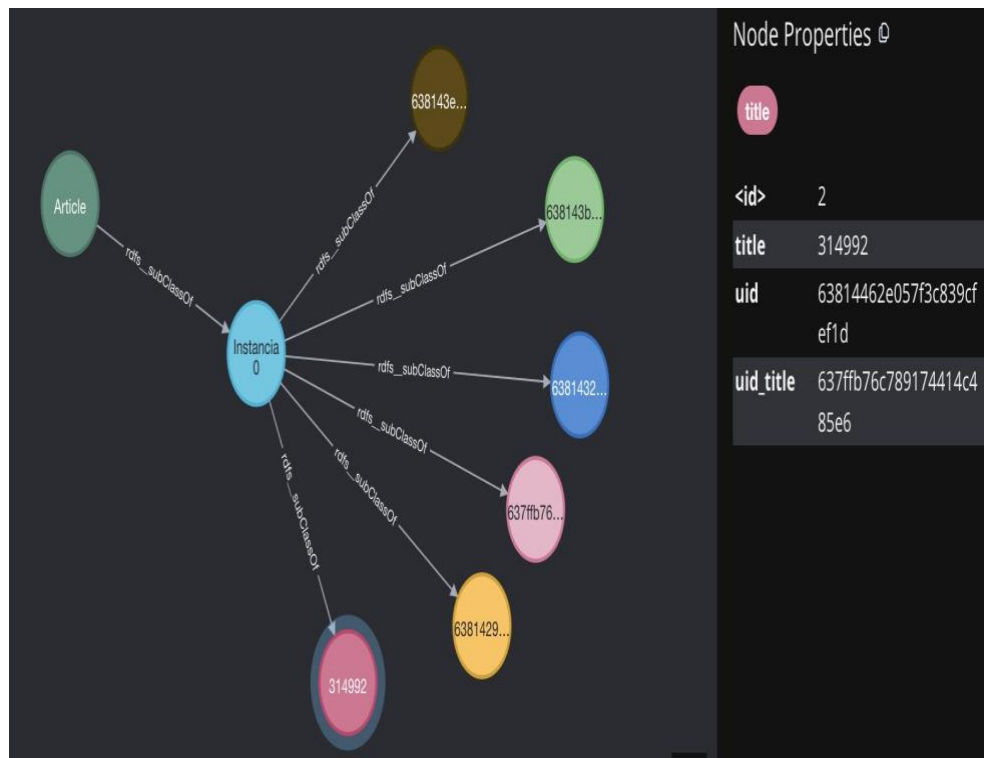


Figura 7. Nodos creados en Neo4j con base a las datos de las colecciones de MongoDB.

## 5.4 Despliegue del sistema recomendador

Esta fase consiste en diseñar y desarrollar un sistema de recomendación, además, almacenar y procesar información en recursos almacenados en Neo4j, donde se hará uso de algoritmos inteligentes para generar búsquedas y recomendaciones que posteriormente servirán para realizar el objeto de aprendizaje (OA).

El sistema recomendador se desarrolla en Python, debido a que es un lenguaje apto para el procesamiento de datos y recomendaciones, debido a la gran cantidad de librerías dedicadas a procesar información que lo hacen ideal para este proyecto. Dentro del cuaderno de trabajo se proceden a crear *scripts*, que permiten realizar el cálculo de la similitud entre los títulos de los artículos con la biblioteca Sklearn. Esto nos permite aplicar una matriz TF-IDF que muestra la relevancia que tiene el texto en relación con palabras específicas. De manera similar, aplicamos la similitud del coseno a un vector de elementos para obtener similitudes entre los elementos y generar recomendaciones para ellos.

<code>import pandas as pd</code>
<code>from py2neo import Graph</code>
<code>import numpy as np</code>
<code>from sklearn.preprocessing import LabelEncoder</code>
<code>from sklearn.feature_extraction.text import CountVectorizer, TfidfVectorizer</code>
<code>from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity</code>
<code>from stop_words import get_stop_words</code>

Tabla 4. Librerías usadas en Python para obtener la similitud del texto.

```

def similaridadCoseno(df_aux):
    list_titulo_medicina = []
    list_titulo_articulo = []
    list_peso = []
    dic_general= {}
    sim_cos_key = df_aux['key'].tolist()
    stop = get_stop_words("english")
    vectorizer = TfidfVectorizer(stop_words=stop)
    sim_cos_tfidf = vectorizer.fit_transform(sim_cos_key)
    similitud_arreglo = []
    for k in range(len(df_aux)):
        sim_arreglo_aux = []
        cos_sim = cosine_similarity(sim_cos_tfidf[k], sim_cos_tfidf)
        sim_arreglo_aux.append(df_aux.loc[k]['title'])
        for i in range(len(cos_sim[0])):
            #cim = []
            if(cos_sim[0][i] > 0.50 and df_aux.loc[k]['title'] != df_aux.loc[i]['title']):
                list_titulo_articulo.append(df_aux.loc[i]['key'])
                list_titulo_medicina.append(df_aux.loc[i]['title'])
                list_peso.append(cos_sim[0][i])
                dic_general = {'titulo_medicina': list_titulo_medicina,
                               'titulo_articulo': list_titulo_articulo, 'peso': list_peso}
            if(len(list_titulo_articulo) > 0):
                sim_arreglo_aux.append(dic_general)
        if(len(sim_arreglo_aux) > 2):
            similitud_arreglo.append(sim_arreglo_aux)
    return dic_general

```

Figura 8. Método para obtener la similitud dentro de Python.

Obtenido las similitudes de los textos se procede a crear los nodos en neo4j donde se relacionan por medio de una relación denominada **Similitud** en la cual se encuentra un peso obtenido el cual es la similitud entre el contenido de los nodos.

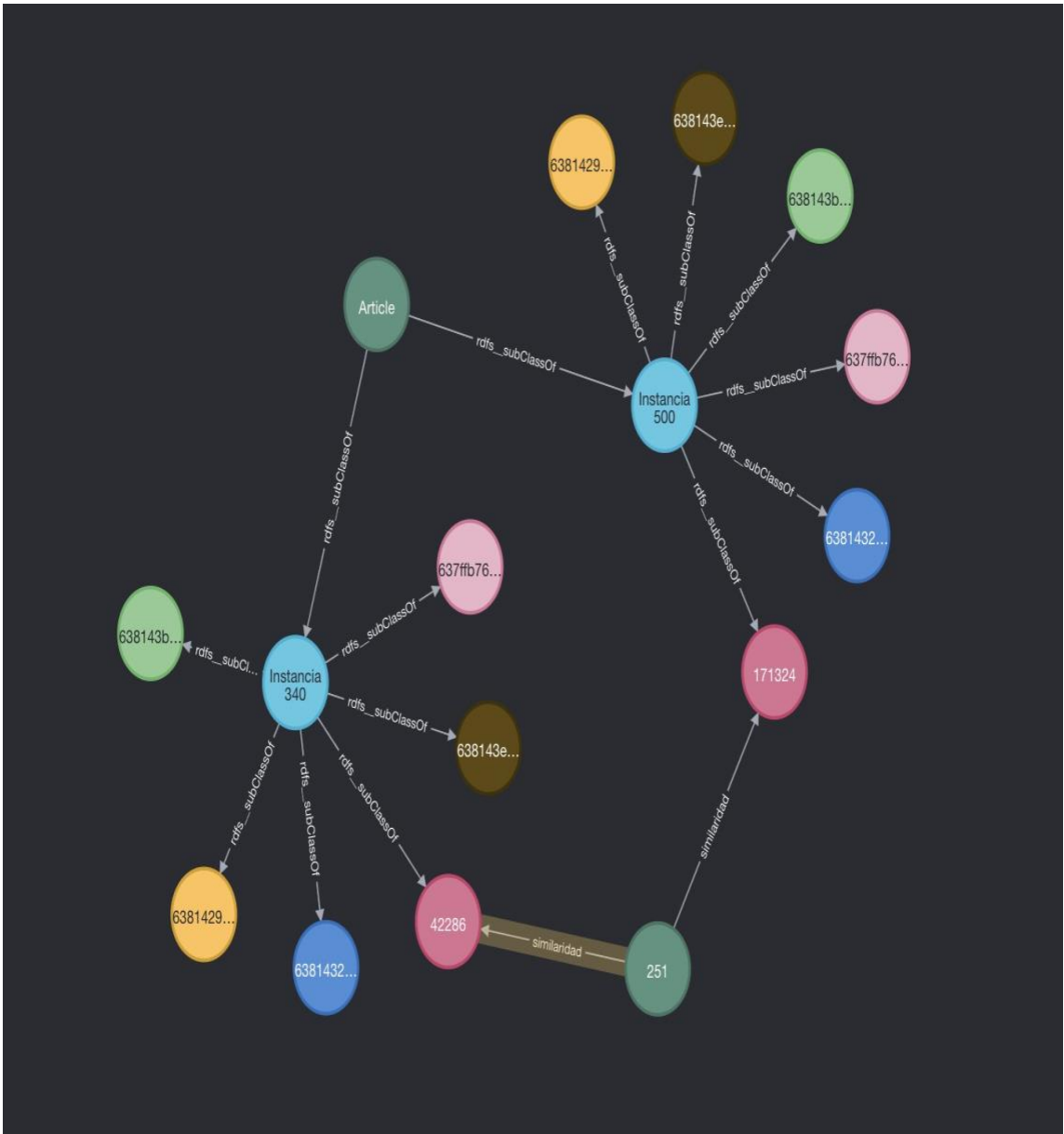


Figura 9. Nodos similares en Neo4j.



## 5.5 Integración del sistema

Durante esta fase se hace uso del *framework* FastAPI, para manejar el sistema de registro de usuarios por medio de FireBase, así como la autenticación y otras APIs necesarias para el funcionamiento del sistema. Para un mejor desempeño se organizó los archivos en diferentes carpetas, teniendo así un proyecto organizado. La distribución del proyecto se aprecia en la figura 10. Cada carpeta contiene un archivo .py con clases y métodos específicos para cada uso. Desde la creación del archivo de conexión al repositorio de MongoDB o al repositorio de Neo4j.

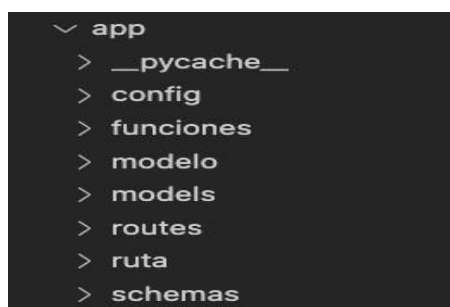


Figura 10. Estructura del proyecto FastAPI.

Las conexiones a las bases NoSQL se realiza mediante del siguiente código fuente .

```
conexion = MongoClient("mongodb://repoups:p4t1t0.123@repositoriotesisupsvirtual.online:27017/")
```

Tabla 5. Conexión a MongoDB.

```
gds = Graph("neo4j://repositoriotesisupsvirtual.online:7687",name="neo4jarticulos2", auth=("neo4j", "test"))
```

Tabla 6. Conexión a Neo4j.

Otro servicio importante para el desarrollo del servicio es el registro e ingreso de los usuarios, donde la data obtenida se guarda en FireBase. Asimismo, tenemos el servicio que nos da

la recomendación de los artículos haciendo uso de los algoritmos propios de Neo4j. Para poder aplicar las recomendaciones se hace uso de la biblioteca Neo4j, y su *driver* Graph Data Science, la cual contiene diversos tipos de algoritmos de entre los cuales se empleo el algoritmo denominado Degree Centrality, el cual se usa para encontrar los nodos más populares en las relaciones midiendo la cantidad de conexiones de entrada o salida de un grafo. Hay que tener en cuenta que al momento de hacer uso de este algoritmo, es necesario tener definido previamente una proyección del grafo el cual será almacenado en el catalogo de grafos dentro de Neo4j. Esta proyección recibe los siguientes datos: "**nombre del grafo**", "**nodo a proyectar**", "**nombre de la relación**". Con la proyección realizada se realiza la consulta a través de Python a la base dentro de Neo4j, la cual nos devuelve un *dataframe* con los nodos similares y sus seguidores. El siguiente servicio a exponer es el de creación del objeto de aprendizaje. Este servicio es el de mayor importancia debido a que su funcionamiento depende estrictamente del servicio de recomendación de Neo4j declarado anteriormente. Recibe los datos del artículo tales como: **título, resumen, autores, url**, además recibe otros parámetros necesarios para crear el (OA) como son: **título de la actividad, párrafo de la actividad, título del vídeo, url del vídeo**, asimismo recibe el *e-mail* del visitante para el envío de mensajes.

Asimismo, se hace uso de Docker para agilizar el proceso y ejecutarlo dentro del servidor de Google Cloud previamente creado, esto se logra gracias al archivo Dockerfile escrito previamente y que contiene la data que se visualizan en la figura posterior.

```
FROM python:3.8.4

ENV PYTHONUNBUFFERED=1

WORKDIR /code

COPY ./requirements.txt /code/requirements.txt

RUN python -m pip install --upgrade pip

RUN pip install --no-cache-dir --upgrade -r /code/requirements.txt

COPY ./app /code/app
```

Figura 11. Datos del archivo DockerFile FastApi.

Además se incluye el archivo `.yaml` que ejecuta el servicio de *docker compose* para levantar el contenedor. La configuración del archivo se muestra a continuación en la siguiente imagen.

```
services:
  fastapi:
    build:
      context: fastapi
      dockerfile: Dockerfile
    image: fastapi:latest
    container_name: fastapi
    command: uvicorn app.main:app --host 0.0.0.0 --port 8000
    restart: always
    ports:
      - "8000:8000"
```

Figura 12. Datos del archivo Yaml FastApi.

## 5.6 Exposición del sistema a la web

Como ultima fase esta está dedicada al desarrollo de la aplicación web y consumo de los recursos desarrollados en las fases anteriores. El aplicativo web se desarrolla haciendo uso del *framework* Angular, y el primer paso para desarrollar una aplicación es elegir un nombre que identifique el proyecto.

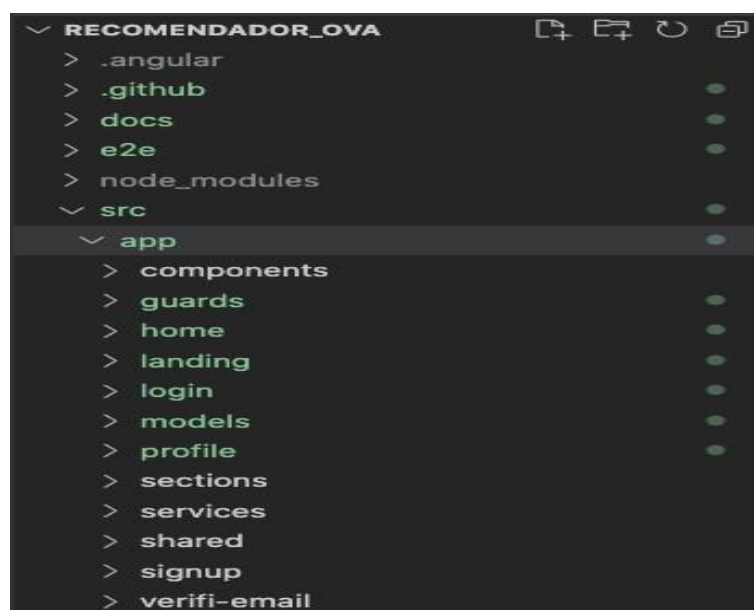


Figura 13. Estructura del proyecto generado en Angular.

En la figura superior se puede apreciar las diferentes carpetas que contienen los componentes necesarios para la ejecución del sistema. Los componentes que se generan son los siguientes:

- **Login** Pantalla por defecto que se visualizara al momento de acceder al sistema. Se podrá ingresar ya sea por correo electrónico o con una cuenta asociada a Google. En caso de no tener cuenta se presenta una opción en donde el visitante pueda registrarse.

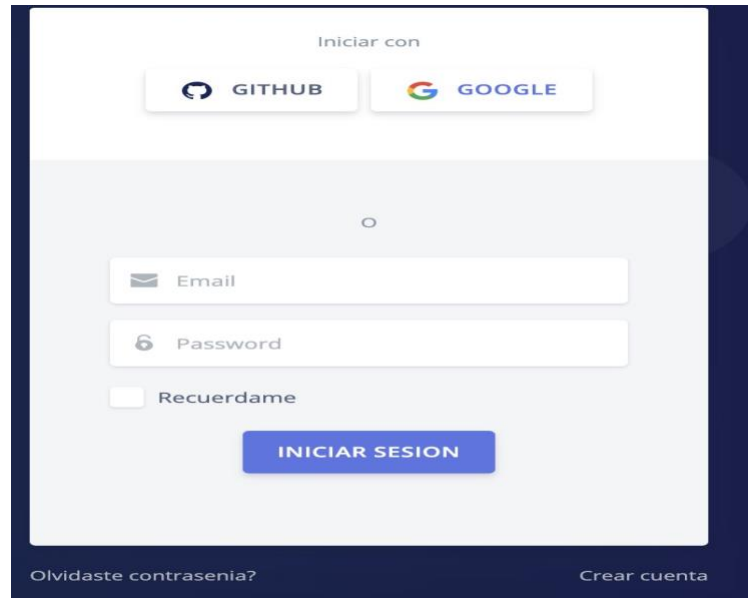


Figura 14. Ventana Login del sistema recomendador.

- **Sign Up** Pantalla que se accede en caso de que el usuario no tenga una cuenta creada. Los datos que se solicitan en la pantalla son: nombre de usuario, correo electrónico y contraseña. También se cuenta con la opción de registrarse por medio de una cuenta de Google. En caso de que el correo o la cuenta de Google ya se encuentre ingresada en el sistema se mostrará un mensaje que lo indique.

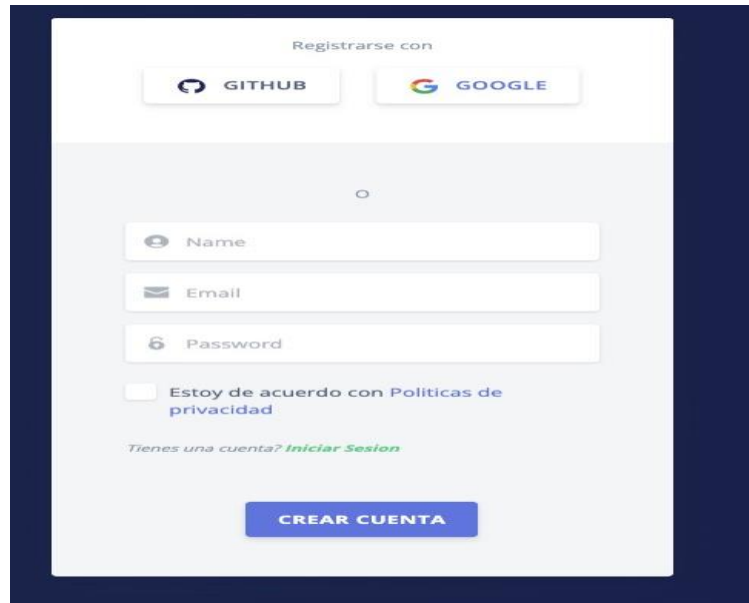


Figura 15. Ventana Registro del sistema recomendador.

- **Recovery Password** Esta ventana está diseñada para ayudar a los usuarios a recuperar sus contraseñas si es que se encuentran registradas en el sistema y no las recuerdan.
- **Profile** Esta ventana es sobre el usuario, en esta se muestra los datos básicos suyos y existe un botón que lo redirige directamente a la ventana de recomendación.
- **Sistema Recomendador** Ventana que nos permite ingresar una palabra a buscar en el sistema y obtener los artículos relacionados con la palabra así como también nos da la opción de revisar el artículo o el de crear el objeto de aprendizaje.

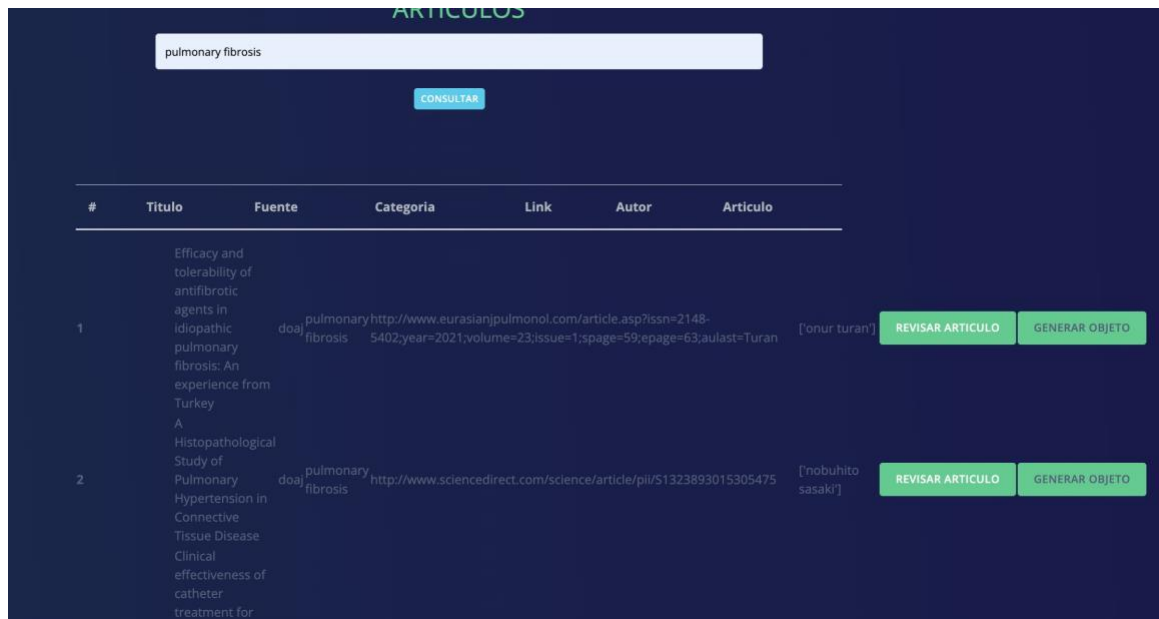


Figura 16. Ventana del sistema recomendador.

## 5.7 Arquitectura

Este documento describe los pasos necesarios para trazar la configuración de el proyecto, incluyendo la asignación, interacción y ciencia aplicada a utilizar. Al identificar y refinar cada aspecto, generalmente podemos visualizar cómo se verá la distribución final del sistema. La arquitectura utilizada se puede apreciar en el grafico. 17.

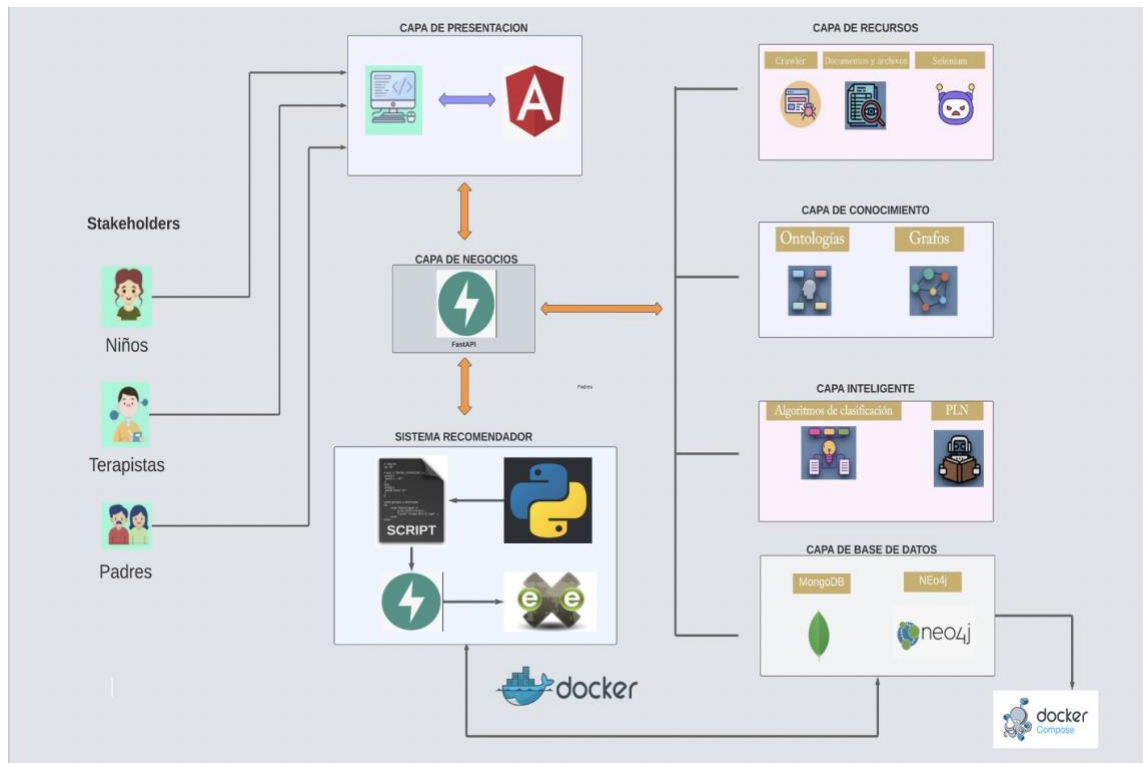


Figura 17. Arquitectura propuesta para el desarrollo del sistema.

## 5.8 Capa de negocio

Elemento que incluye las funciones del sistema y sus requerimientos. A continuación, los módulos que interactúan con esta capa.

- **Lógica de negocio** : Aquí se define el flujo de información como parte de la programación del propio sistema. Nos permite definir las reglas que se deben seguir, así como los sistemas de datos y almacenamiento dentro del sistema, desde el registro del usuario hasta la aplicación, almacenamiento y manejo de la data hasta su consumo.
- **Sistema Recomendador**: Conecta a todas las capas por medio de Python y el *framework* FastAPI, accediendo a sus funciones , por lo tanto, permite la generación de recomendaciones y la creación del OA por medio de *scripts*. .



## 5.9 Capa de presentación

Es la parte fundamental que da sentido al sistema puesto que es donde se presenta visualmente al usuario final todo el contenido con las funcionalidades implementadas dentro del sistema. Aquí como se puede ver en la arquitectura hacemos uso del *framework* Angular para poder realizar el aplicativo web. Asimismo hacemos uso del patrón de diseño (MVVM) (Modelo-Vista-Vista-Modelo) debido a la facilidad que nos da para poder modificar el diseño y la funcionalidad del mismo.

## 5.10 Capa de conocimientos

Es aquella capa en la que se procesa la información de las ontologías y los grafos generados en Neo4j para posteriormente poder ser usadas en la capa de negocio.

## 5.11 Capa de bases de datos

En esta capa se encuentran las bases NoSQL del sistema, en este caso MongoDB y Neo4j las cuales permite almacenar y procesar datos de manera fácil, rápida y eficiente. Donde **MongoDB** permite crear diversas colecciones dentro de una misma BD. En estas colecciones se encuentran almacenando toda la data obtenida por medio del *webcrawler* realizado en Python. Del mismo modo **Neo4j** facilita la visualización de la información de MongoDB por medio de las relaciones y los nodos creados con base a su información logrando con esto aplicar los algoritmos de recomendación para la generación de los recursos.

## 5.12 Capa de inteligente

En esta capa se procesa la información obtenida por medio de la capa de de recursos y

conocimientos y se aplica los algoritmos inteligentes de Neo4j para poder realizar las recomendaciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

### **5.13 Capa de recursos**

Esta parte del sistema se desarrolla la recopilación y procesamiento la información obtenida de los *scripts* para el *webcrawler* y la automatización del desarrollo de los objetos de aprendizaje dentro de la herramienta eXe.

# Capítulo VI

## Resultados

Este capítulo explica cómo se llevaron a cabo las pruebas en el sistema con el fin de cumplir los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Como consecuencia del análisis teórico se registró un aumento y mejora del conocimiento, de modo que este nuevo entendimiento se incorporó de manera más profunda con los temas ya estudiados, en donde se identificó las herramientas y metodología a implementarse en el proyecto.

Además, como resultado de la experimentación con los modelos de ontologías y los recursos que estos necesitan para poder explotar su potencial, así como con la experimentación de las bases NoSQL, lo que permitió la creación de un modelo que relacione los pilares educativos y los recursos necesarios para crear el objeto de aprendizaje. La tabla 3 y la figura 7 son el resultado de esta experimentación. Asimismo, la creación del módulo de conocimiento que contiene los algoritmos de recomendación relacionado con los trastornos de lenguaje y comunicación almacenados en MongoDB, concluyó en el desarrollo e implementación de un sistema web que permite al usuario visualizar estos datos y consumir el servicio de una manera agradable. En la figura 16 se visualiza este sistema implementado.

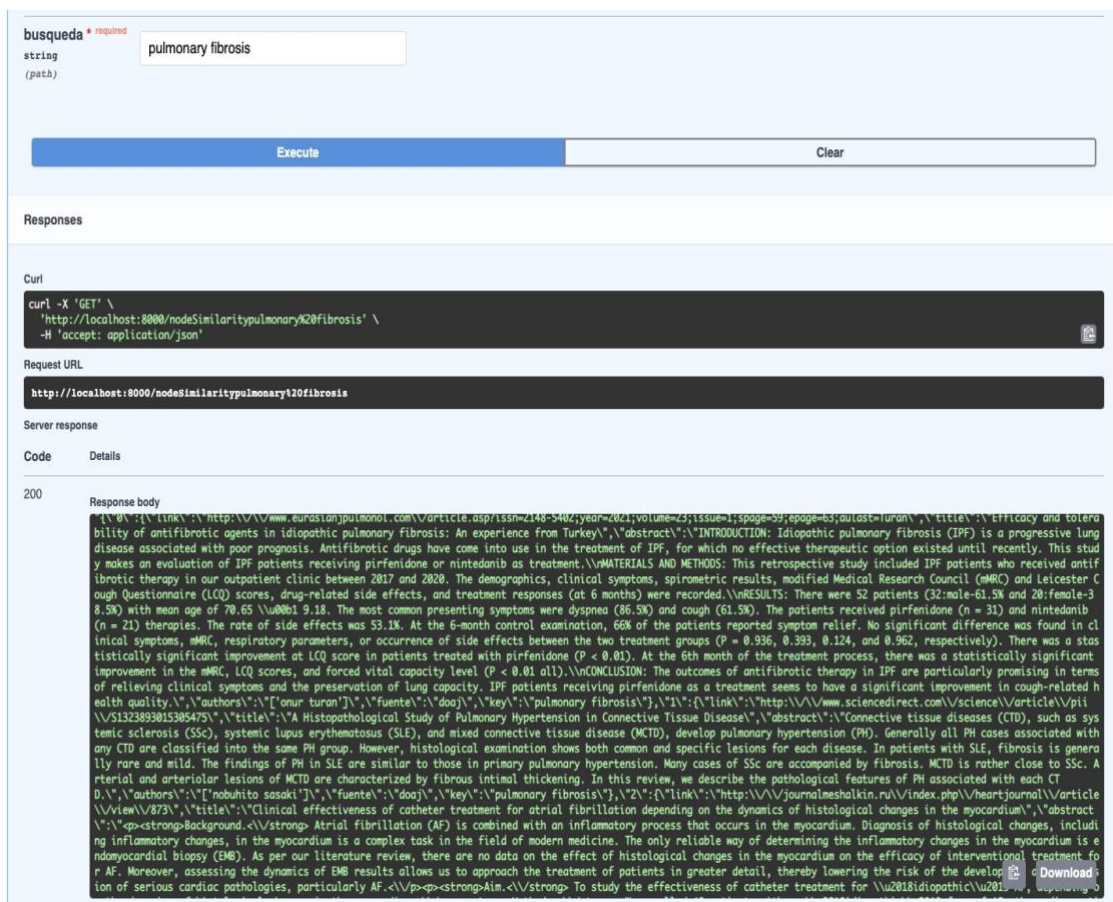
Los resultados de las validaciones, pruebas y encuestas del funcionamiento arrojaron resultados favorables para el sistema<sup>3</sup>. Esto se puede comprobar a profundidad en la siguiente sección.

## 6.1 Pruebas unitarias

Se validó el funcionamiento mediante el uso de pruebas unitarias para asegurarse de que el código de su sistema funciona correctamente.

También realizamos una prueba de acceso para asegurarnos de que nuestros usuarios puedan acceder al sistema con las credenciales correctas.

Para el servicio de recomendación se ingresa una palabra clave la cual nos permitirá obtener los artículos cuya palabra se relacione.



busqueda <sup>required</sup>

string

(path)

Execute Clear

Responses

Curl

```
curl -X 'GET' \
'http://localhost:8000/nodeSimilaritypulmonary%20fibrosis' \
-H 'accept: application/json'
```

Request URL

```
http://localhost:8000/nodeSimilaritypulmonary%20fibrosis
```

Server response

Code Details

200

Response body

```
{
  "link": "http://www.eurasianpulmonol.com/article.asp?issn=2148-5402;year=2021;volume=23;issue=1;spage=59;epage=63;autst=turan",
  "title": "Efficacy and tolerability of antifibrotic agents in idiopathic pulmonary fibrosis: An experience from Turkey",
  "abstract": "INTRODUCTION: Idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) is a progressive lung disease associated with poor prognosis. Antifibrotic drugs have come into use in the treatment of IPF, for which no effective therapeutic option existed until recently. This study makes an evaluation of IPF patients receiving pirfenidone or nintedanib as treatment. MATERIALS AND METHODS: This retrospective study included IPF patients who received antifibrotic therapy in our outpatient clinic between 2017 and 2020. The demographics, clinical symptoms, spirometric results, modified Medical Research Council (mMRC) and Leicester Cough Questionnaire (LCQ) scores, drug-related side effects, and treatment responses (at 6 months) were recorded. RESULTS: There were 52 patients (32 male-61.5% and 20 female-38.5%) with mean age of 70.65 \u00b1 9.18. The most common presenting symptoms were dyspnea (86.5%) and cough (61.5%). The patients received pirfenidone (n = 31) and nintedanib (n = 21) therapies. The rate of side effects was 53.1%. At the 6-month control examination, 68% of the patients reported symptom relief. No significant difference was found in clinical symptoms, mMRC, respiratory parameters, or occurrence of side effects between the two treatment groups (P = 0.936, 0.393, 0.124, and 0.362, respectively). There was a statistically significant improvement at LCQ score in patients treated with pirfenidone (P < 0.01). At the 6th month of the treatment process, there was a statistically significant improvement in the mMRC, LCQ scores, and forced vital capacity level (P < 0.01 all). CONCLUSION: The outcomes of antifibrotic therapy in IPF are particularly promising in terms of relieving clinical symptoms and the preservation of lung capacity. IPF patients receiving pirfenidone as a treatment seems to have a significant improvement in cough-related health quality.",
  "authors": "[\"onur turan\"]",
  "fuente": "doi",
  "key": "pulmonary fibrosis",
  "link": "http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1323893015385475",
  "title": "A Histopathological Study of Pulmonary Hypertension in Connective Tissue Disease",
  "abstract": "Connective tissue diseases (CTD), such as systemic sclerosis (SSc), systemic lupus erythematosus (SLE), and mixed connective tissue disease (MCTD), develop pulmonary hypertension (PH). Generally all PH cases associated with any CTD are classified into the same PH group. However, histological examination shows both common and specific lesions for each disease. In patients with SLE, fibrosis is generally rare and mild. The findings of PH in SLE are similar to those in primary pulmonary hypertension. Many cases of SSc are accompanied by fibrosis. MCTD is rather close to SSc. Arterial and arteriolar lesions of MCTD are characterized by fibrous intimal thickening. In this review, we describe the pathological features of PH associated with each CTD.",
  "authors": "[\"nobuhito sasaki\"]",
  "fuente": "doi",
  "key": "pulmonary fibrosis",
  "link": "http://journal.meshalkin.ru/index.php/heartjournal/article/view/873",
  "title": "Clinical effectiveness of catheter treatment for atrial fibrillation depending on the dynamics of histological changes in the myocardium",
  "abstract": "Background: Atrial fibrillation (AF) is combined with an inflammatory process that occurs in the myocardium. Diagnosis of histological changes, including inflammatory changes, in the myocardium is a complex task in the field of modern medicine. The only reliable way of determining the inflammatory changes in the myocardium is endomyocardial biopsy (EMB). As per our literature review, there are no data on the effect of histological changes in the myocardium on the efficacy of interventional treatment for AF. Moreover, assessing the dynamics of EMB results allows us to approach the treatment of patients in greater detail, thereby lowering the risk of the development of serious cardiac pathologies, particularly AF.",
  "key": "Aim: To study the effectiveness of catheter treatment for"}
}
```

Figura 18. Resultado prueba unitaria del sistema recomendador.

Del mismo modo realizamos pruebas para la generación del objeto de aprendizaje con base al título del artículo seleccionado.

```
curl -X 'POST' \
'http://localhost:8000/objetosAprendizajes' \
-H 'accept: application/json' \
-H 'Content-Type: application/json' \
-d '{
  "modelo": {
    "tituloText": " Efficacy and tolerability of antifibrotic agents in idiopathic pulmonary fibrosis: An experience from Turkey ",
    "parrafoText": " INTRODUCTION: Idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) is a progressive lung disease associated with poor prognosis. Antifibrotic drugs have come into use in the treatment of",
    "tituloAct": " Efficacy and tolerability of antifibrotic agents in idiopathic pulmonary fibrosis: An experience from Turkey ",
    "parrafoAct": " INTRODUCTION: Idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) is a progressive lung disease associated with poor prognosis. Antifibrotic drugs have come into use in the treatment of",
    "textoBiblio": " onur turan, Efficacy and tolerability of antifibrotic agents in idiopathic pulmonary fibrosis: An experience from Turkey, http://www.eurasianj pulmonol.com/article.asp?i",
    "urlVideo": " https://www.youtube.com/watch?v=WVEfh04wRS ",
    "tituloVideo": " Exercise Your Future: Staying Fit with Cystic Fibrosis - YouTube "
  },
  "user": {
    "user_mail": "string"
  }
}'
```

Request URL

http://localhost:8000/objetosAprendizajes

Server response

Code	Details
200	Response body { "message": "Objeto de aprendizaje creado correctamente" }

Figura 19. Resultado de la creación del objeto de aprendizaje.

## 6.2 Evaluación

En la figura 20 se expone algunas de las preguntas a ser evaluadas por el colaborador. Del mismo se presentan los resultados de la valoración del OA realizado por pares de expertos haciendo uso de la metodología aplicada por Chimbo Álvarez (2021) para poder evaluar la accesibilidad y adaptabilidad de un recurso por medio de los meta datos. Se evalúan cuatro áreas: *Recursos Digitales Visuales*, *Recursos Digitales Auditivos*, *Nivel de Interactividad* y *Recursos Digitales Textuales* Chimbo Álvarez (2021).

#### Recursos Digitales Visuales

- ¿Las imágenes poseen texto alternativo?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿Existen imágenes que poseen texto incrustado y consideran una adecuada descripción?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿Existe dependencia del color debidamente etiquetada?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿Se cumple con contrastes óptimos en la presentación de la información?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿La mayor cantidad de información es visual?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica

#### Recursos Digitales Auditivos

- ¿Los videos contienen subtítulos sincronizados?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿El contenido de video contiene audio descripción?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica
- ¿El contenido de audio y video contiene algún medio interactivo alternativo?  
 Sí  No  Parcialmente  No aplica

Figura 20. Preguntas a evaluar en el OA por parte de el colaborador experto Chimbo Álvarez (2021).

Luego de la valoración los resultados indican que el objeto generado tiene un grado de accesibilidad de 80%. Esto se puede apreciar en la figura 21, en la cual se aprecia el grado de aceptación entre las 4 áreas evaluadas; también se puede observar en la tabla 7 el valor de cada uno de estas áreas calificadas entre una escala de 0 a 5 arrojando como promedio final una calificación de 4.0.

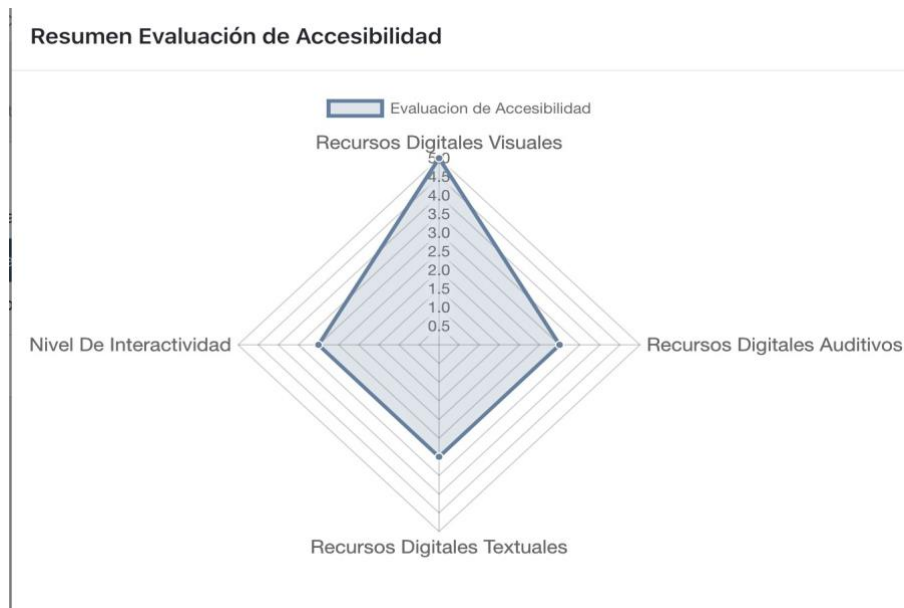


Figura 21. Resultado de la creación del objeto de aprendizaje Chimbo Álvarez (2021).

Recurso Digitales Visuales: 5.0
Recurso Digitales Auditivos: 3.0
Recurso Digitales Textuales: 3.0
Nivel de Interactividad: 3.0

Tabla 7. Resultados obtenidos de la evaluación por parte del experto.

La metodología de evaluación implementada también permite que el estudiante evalué el objeto generado por medio de ciertas interrogantes enfocadas en la adaptabilidad del mismo en el área de la representación, expresión y motivación. Algunas de estas preguntas se pueden observar en la figura 22.

Representación

Presenta la información en diferentes formatos (percepción)

¿El recurso presenta información visual?

Si  No  Parcialmente  No aplica

¿El recurso presenta información textual?

Si  No  Parcialmente  No aplica

¿El recurso presenta información auditiva?

Si  No  Parcialmente  No aplica

Utiliza elementos de apoyo para decodificar la información

¿Incluye enlaces de consulta o ampliación que permite acceder directamente a la información?

Si  No  Parcialmente  No aplica

¿Los encabezados o etiquetas están acordes al tema principal?

Si  No  Parcialmente  No aplica

¿Incluye opciones para clarificar videos por ejemplo texto paralelo sincronizado que facilita el seguimiento?

Si  No  Parcialmente  No aplica

Figura 22. Preguntas a ser evaluadas por el experto colaborador en el OA Chimbo Álvarez (2021).

La evaluación obtenida indican que los alumnos perciben un grado de adaptabilidad con respecto al contenido del objeto ya sea por los materiales flexibles, técnicas, metodologías o estrategias empleadas.



## Resumen Evaluación de Adaptabilidad

---

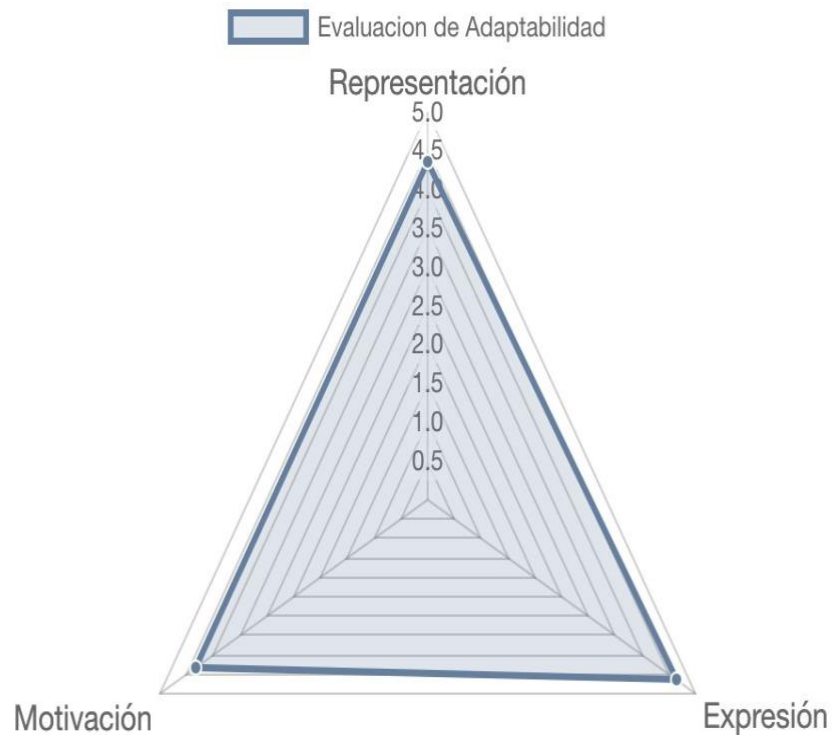


Figura 23. Resultado general de la evaluación del OA por parte del estudiante Chimbo Álvarez (2021).

El promedio de cada área evaluada se puede apreciar en la tabla 8

Representación: 4.37
Expresión: 4.63
Motivación: 4.34

Tabla 8. Resultado del promedio obtenido del objeto de aprendizaje evaluado por el estudiante.

# Capítulo VII

## Cronograma

Se presenta el cronograma de actividades usado durante la realización del sistema, en el cual se explican las actividades realizadas así como las fechas y horas necesarias para cumplir con cada una de las actividades.

Tabla 9. Cronograma de actividades realizadas.

<b>Actividad Desarrollada</b>	<b>Recursos, Materiales Conocimientos Requeridos Adquiridos/Resultados</b>	<b>s Fechas</b>	<b>Horas Re- queri- das</b>	<b>Realizado</b>
-------------------------------	--	-----------------	---	------------------

Revisar el estado del arte con respecto a las ontologías y las necesidades especiales de educación.	Se realizo una investigación y estudio sobre las ontologías en la educación para poder la investigación.	08/08/2022	10	SI
Identificar y revisar las distintas bases de datos orientadas a grafos.	Se identificó y profundizo acerca de las bases NoSQL orientadas a grafos	15/08/2022	16	SI
Estudiar acerca del meta conocimiento y como se relaciona.	Se realizó una investigación acerca del meta conocimiento y sus relaciones para poder realizar el proyecto	17/08/2022	6	SI

Estudiar de los enfoques de los sistemas de recomendación para grupos de usuarios.	Se analizó los diferentes enfoques tomados para la recomendación de grupos de usuarios en un sistema recomendador	22/08/2022	15	SI
Analizar los distintos tipos de conocimientos existentes basados en ontologías.	Se investigó sobre los tipos de conocimientos desarrollados para las ontologías en el ámbito de la educación	25/08/2022	15	SI
Desarrollar y experimentar algoritmos inteligentes dentro de las bases orientadas a grafos.	Se reviso sobre los algoritmos para recomendación de contenidos propios de la base de grafos Neo4j lo cual permitirá implementarlos en el sistema recomendador	29/08/2022	48	SI

Revisar la bibliográfica con respecto a temas educativos.	Se investigó diferentes artículos de temas educativos para poder tener una mejor comprensión del tema a tratar.	05/09/2022	5	SI
Analizar modelos de conocimientos con algoritmos inteligentes.	Se realizó una investigación de artículos en donde se hace uso de algoritmos de recomendación con modelos de conocimiento.	07/09/2022	8	SI
Diseñar los algoritmos inteligentes e implementa un modelo de conocimiento que se adecue a este.	Con base a la investigación previa se realizó el diseño y ejecución de los algoritmos seleccionados en Neo4j	09/09/2022	80	SI

Validar y corregir el correcto de funcionamiento de los algoritmos inteligentes.	Se realizó la corrección de errores al momento de ejecutar los algoritmos de recomendación de Neo4j en el sistema.	23/09/2022	50	SI
Analizar los requerimientos para el desarrollo de la aplicación web.	Se analizó los requerimientos necesarios y su función dentro del sistema y como implementarlos.	03/10/2022	15	SI
Proceso de validación de los requerimientos.	Se validó aquellos requerimientos funcionales y necesarios para el desarrollo del sistema .	07/10/2022	10	SI

Diseñar del modelo de datos para la aplicación.	Se desarrollo la estructura de la aplicación web siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) del <i>framework</i> Angular para el desarrollo de la aplicación web.	12/10/2022	20	SI
Diseñar plantillas para la gestión de información.	Se diseñó una plantilla para poder gestionar la información obtenida del sistema y presentar en la aplicación.	20/10/2022	10	SI
Desarrollar de la aplicación.	Se desarrolló la aplicación web con base a todos los requerimientos previos para visualizar los resultados del sistema.	25/10/2022	100	SI

Realizar pruebas de funcionalidad y rendimiento.	Se realizó pruebas unitarias a las APIs más destacadas del sistema para determinar los tiempos de respuestas y su correcto funcionamiento	13/12/2022	10	SI
Generar encuestas para los <i>stakeholders</i> para poder obtener una retroalimentación.	Se desarrolló una serie de encuestas para conocer la efectividad del sistema por medio de los <i>stakeholders</i>	09/01/2023	10	SI
Realizar pruebas de las actividades de enseñanza.	Se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema recomendador y la generación de los objetos de aprendizaje	23/01/2023	35	SI
		<b>Total horas:</b>	<b>463</b>	



# Capítulo VIII

## Presupuesto

Denominación	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
TECNOLÓGICO			
Computadora portátil	1	1600.00	1600.00
Celular <i>smartphone</i>	1	300.00	300.00
Servidor en Nube	1	80	80
Dominio	1	2	2
SERVICIOS			
Transporte	50	0.30	15.00
Servicios de conexión inalámbrica	6	28.00	168.00
Material Bibliográfico	7	35.00	245.00
PERSONAL			
Investigador	1	1,800.00	1,800.00
Asesoría especializada	1	200.00	200.00
OTROS			
Imprevistos	1	250.00	250.00
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>3,531</b>	<b>4,463</b>

Tabla 10. Presupuesto del proyecto.

# Capítulo IX

## Conclusión

- Con base a la revisión del estado del arte sobre ontologías y bases de datos se logró conocer de mejor manera su funcionamiento y como se desarrollan permitiendo así con este conocimiento el poder generar el sistema recomendador y de mismo modo desarrollar los objetos de aprendizaje de mejor manera.
- Al experimentar como se comportan los algoritmos inteligentes dentro de Neo4j dentro de un entorno de pruebas ayudó a comprender mejor su funcionamiento y como este se puede relacionar con los objetos de aprendizaje para crear recursos educativos para los estudiantes con discapacidad.
- El proceso de desarrollo del sistema recomendador y generador de objetos de aprendizaje (OVA) haciendo uso de los algoritmo de recomendación Degree Centrality y Closeness Centrality de la base de grafos Neo4j los cuales nos permite visualizar las relaciones entrantes y salientes de un nodo así como calcular la distancia entre nodos y su distribución de información. El uso de estos algoritmos dependerá del administrador el cual hará uso del que más le convenga. Durante el proceso de desarrollo el algoritmo Degree Centrality demostró una mayor eficacia al momento de recomendar los artículos con base a la palabra clave mandada a buscar.

- A través de la página web desarrollada en Angular se pudo conectar los servicios generados en el *framework* FastApi permitiendo consumir los servicios y generar los objetos de aprendizaje. Esto se pudo lograr haciendo uso de la herramienta de código abierto eXe que por medio de Selenium nos permitió generar objetos de aprendizaje de manera automática y ágil sin necesidad de que el usuario ingrese o toque alguna de las características dadas por el programa.
- Con base al desarrollo se procedió a desarrollar pruebas de rendimiento así como la realización de una encuesta para validar el funcionamiento de los objetos de aprendizaje generados por el sistema donde se obtuvo unos resultados prometedores por parte de los participantes.

# Capítulo X

## Recomendaciones

- Es importante que un sistema de recomendación tenga una gran cantidad de información para recomendar los mejores artículos posibles. Para lograr esto, se debe aumentar la fuente de datos que se va a proveer al sistema.
- El proceso y la construcción de sistemas de recomendación y objetos de aprendizaje requiere ciertos recursos del equipo, por lo que se recomienda cooperar con un equipo electrónico con buenas capacidades técnicas para evitar contratiempos a lo largo del desarrollo.
- Neo4j es excelente para trabajar con una gran cantidad de nodos, pero es importante tener en cuenta que requerirá la contratación de un servidor adicional para ejecutarlo debido a la gran demanda de recursos que se necesitan para procesar los nodos en caso de no contar con un equipo que electrónico con buenas capacidades.
- Al momento de trabajar con la herramienta Selenium recomiendo hacer uso del indicador xpath para poder vincular la información existente dentro del DOM de la página web al programa eXe ya que este se maneja con rutas predefinidas de sus componentes. Siendo el **XPATH** la opción más certera para el desarrollo. También se debe tener en cuenta la

versión los componentes y librerías como es el caso del WebDriver de Selenium y las librerías de Angular.

- Como trabajo futuro se espera seguir mejorando el funcionamiento del sistema para poder generar objetos de aprendizaje que logren cumplir los requerimientos tanto de los alumnos como de los usuarios generales, así como generar nuevos proyectos enfocados en el ámbito de la educación o la automatización de procesos.

# REFERENCIAS

- Boada Oriols, M., & Gómez Gutiérrez, J. A. (2019). *El gran libro de angular* (1st ed., Vol. 1). ALFAOMEGA MARCOMBO. Retrieved from <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587784954/El+Gran+Libro+De+Angular>
- Boni, G. (2022). *Hands-on selenium webdriver with java: A deep dive into the development of end-to-end tests* (1st ed.). O'reilly Media.
- Calabuig Chàfer, B. (2022). *Desarrollo de una aplicación para automatizar procesos de ofimática usando el software libre selenium* (Unpublished doctoral dissertation). Universitat Politècnica de València.
- Carías, T., & Euceda, C. (n.d.). *Objetos de aprendizaje*. Retrieved from <https://objetosdeaprendizajesite.wordpress.com/>
- Chango Gavilánez, D. Y., & Jácome Salas, J. J. (2016). *Bases de datos no relacionales: Utilización de mongo db como base de datos no relacional empleando formato geo json*. (B.S. thesis).
- Charnelli, M. E. (2019). *Sistemas recomendadores aplicados en educación* (Unpublished doctoral dissertation). Universidad Nacional de La Plata.
- Chimbo Álvarez, B. F. (2021). *Evaluación de accesibilidad y adaptabilidad de objetos de aprendizaje a través de modelos de calidad con énfasis en metadatos* (B.S. thesis).

- Cubero Torres, S. (2008). Elaboración de contenidos con exelearning. *Sitio: <http://www.iesgabrielciscar.org/eXe>*.
- de Educación, M. (2013). Estrategias pedagógicas para atender necesidades educativas especiales.
- de educación de Aguascalientes, I. (2011). *Objetos de aprendizaje*. Gobierno de Aguascalientes. Retrieved from <https://camags.webcindario.com/objetos.html>
- Devs, Q. (2019). *¿qué es angular y para qué sirve?* Retrieved from <https://www.qualitydevs.com/2019/09/16/que-es-angular-y-para-que-sirve/>
- The Docker Book*. (n.d.). The Docker Book.
- Díaz, T. O. (2018). *Aplicación y usos de objetos de aprendizaje*. Retrieved from <https://www.ucc.edu.co/noticias/conocimiento/ciencias-de-la-educacion/aplicacion-y-usos-de-objetos-de-aprendizaje>
- EcuRed. (n.d.). *Objeto de aprendizaje*. Retrieved from [https://www.ecured.cu/Objeto\\_de\\_Aprendizaje](https://www.ecured.cu/Objeto_de_Aprendizaje)
- EcuReds. (n.d.). Retrieved from <https://www.ecured.cu/Ontología>
- Educación, M. (2018). Modelo nacional de gestión y atención para estudiantes con necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad de las instituciones de educación especializadas.
- Estadísticas de discapacidad – consejo nacional para la igualdad de discapacidades*. (n.d.). Retrieved from <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- eXelearning. (2022). *Qué es eXeLearning?*

- FastApi. (2019). *Qué es fastapi ?* Retrieved from <https://fastapi.tiangolo.com>
- Fernandes, L. (2021, Jan). *Crawlers: Qué son, cómo funcionan y afectan a tu servidor.* Retrieved from <https://linube.com/blog/crawlers-que-son/>
- Galiano, J. M. (2016). *Implantar scrum con éxito.* Editorial UOC.
- Gallego, M. T. (2016). Gestión de proyecto informaticos metodologia scrum. *Universitat Oberta de Catalunya.*
- Google Cloud. (n.d.). *¿Qué es una base de datos relacional?* Google Cloud.
- Hernández, M. B., & Gómez, J. M. (2013). Aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural. *Revista Politécnica, 32.*
- IIC. (2022, May). *Procesamiento del lenguaje natural.* Retrieved from <https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/procesamiento-del-lenguaje-natural/>
- Intelquia. (2020). *Tipos de bases de datos.* Retrieved from <https://intelequia.com/blog/post/2062/tipos-de-base-de-datos>
- IONOS, D. G. (2019). *Graph database: Bases de datos para una interconexión eficiente.* Retrieved from <https://www.ionos.es/digitalguide/hosting/cuestiones-tecnicas/graph-database/>
- Juan Palacio, C. R. (2009). *Scrum manager: Proyectos – apuntes de formación.* sapientia.
- López Mollinedo, D. (2019). *Api rest para el reconocimiento facial de emociones (fer rest api)* (Unpublished doctoral dissertation). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Machado, J. (2019, May). *Niños con discapacidad aún chocan contra barreras en el sistema educativo.* Retrieved from <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ninos-con-discapacidad-barreras-sistema-educativo/>



- Maldeadora, N. (2017, Oct). *Bases de datos: Qué tipos existen y cómo funcionan*. Platzi. Retrieved from <https://platzi.com/blog/bases-de-datos-que-son-que-tipos-existen/>
- Marqués, M. (2011). *Bases de datos*. Safe Creative.
- Miranda, L. D. P. (2018). Base de datos neo4j. Retrieved from <https://www.uv.mx/msiccu/files/2020/09/6.5-LAR-ReporteTecnicoGC-2018-LDPM.pdf>
- MongoDB. (n.d.). *Fundamentos de las bases de datos nosql*. Retrieved from <https://www.mongodb.com/es/nosql-explained>
- MongoDB. (2022a). *What is nosql? nosql databases explained*. Author. Retrieved from <https://www.mongodb.com/nosql-explained>
- MongoDB. (2022b). *¿qué es mongodb?* Retrieved from <https://www.mongodb.com/es/what-is-mongodb>
- Neo4j. (2022). *¿qué es una base de datos de gráficos?*
- Obrutsky, S. (2016, 08). Comparison and contrast of project management methodologies pm-bok and scrum..
- Oracle. (2023). *What is a graph database?* Retrieved from <https://www.oracle.com/autonomous-database/what-is-graph-database/>
- Oracle, A. (2022). *¿qué es una base de datos relacional (sistema de gestión de bases de datos relacionales)?* Retrieved from <https://www.oracle.com/ar/database/what-is-a-relational-database/>
- Pacheco Pazmiño, H. W. (2018). *Estudio de algoritmos de filtrado basado en contenidos para sistemas recomendadores de información*. (B.S. thesis). Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: Facultad de Ciencias de ....

- Palumbo, N. (2023, Apr). *Intelligent algorithms*. Retrieved from <https://ep.jhu.edu/courses/525770-intelligent-algorithms/>
- Piraquive, F. N. D., Aguilar, L. J., & García, V. H. M. (2009). Taxonomía, ontología y folksonomía, ¿ qué son y qué beneficios u oportunidades presentan para los usuarios de la web? *Universidad & Empresa*, 8(16), 242–261. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/1872/187214803010.pdf>
- Proano, M., Barros, M. E., Leon, A., Cordova, L., Huiracocha, K., Juanita, T., & Piercosimo, T. (2013). La inclusión educativa de niños con necesidades educativas especiales en edad preescolar en la ciudad de cuenca.
- Que son los objetos de aprendizaje*. (n.d.). Retrieved from <https://sites.google.com/site/telematicoseducativos/c-unidad-iii/i-que-son-los-objetos-de-aprendizaje>
- Salcines, E. G., Romero, C., Ventura, S., & de Castro-Lozano, C. (2008). Sistema recomendador colaborativo usando minería de datos distribuida para la mejora continua de cursos e-learning. *Rev. Iberoam. de Tecnol. del Aprendiz.*, 3(1), 19–30.
- Scrum un metodo Agil para sus proyectos*. (n.d.). Ediciones ENI.
- Selenium. (2022). *Qué es selenium?*
- Sosa, S., & González, G. (2022). Integración de datos desde bpm y fuentes nosql para minería de procesos de negocio.
- Tipos de algoritmos de inteligencia artificial y machine learning*. (2023, Feb). Retrieved from <https://www.auraquantic.com/es/tipos-de-algoritmos-de-inteligencia-artificial-y-machine-learning/>

- Torres Aguilar, N. (2021). Sistema recomendador de objetos de aprendizaje, basado en la metodología de deep learning, para el reconocimiento de estilos de aprendizaje que mejoren el desempeño de los estudiantes en la educación básica regular (ebr 2017).
- TRLogic. (2018). *Docker Compose*. Retrieved from <https://medium.com/@trlogic/docker-compose-57a51a34526c>
- Unesco. (2022). *La inclusión en la educación*. Retrieved from <https://es.unesco.org/themes/inclusion-educacion/personas-discapacitadas>
- Vargas Murillo, G. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos hospital de clínicas*, 58(1), 68–74.
- Villalva Cevallos, M. L. (2014, Jan). *La terapia del lenguaje y su influencia en la expresión oral de los niños de primer grado paralelos a b c d de la escuela luis a. martínez del cantón ambato de la provincia de tungurahua*. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6311>
- Yupanki Medina, M. K., & Chuchuca Arevalo, G. L. (2022). *Generar un repositorio de materiales didácticos para la recomendación de recursos educativos utilizando bases de datos orientadas a grafos a niños de 5-7 años con y sin discapacidad* (B.S. thesis). Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca.