



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos
Naturales No Renovables.**

Carrera de Ingeniería en Sistemas

**Modelo de red neuronal transformer para responder preguntas
frecuentes acerca de becas e incentivos de los estudiantes de la
Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja**

**Transformer neural network model to answer frequently asked
questions about Scholarships and Incentives for students of the
Computing Career of the Universidad Nacional de Loja**

Trabajo de Titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniera en Sistemas.

AUTORA:

Evelyn Juliana Quevedo Reyes

DIRECTOR:

Ing. Oscar M. Cumbicus-Pineda, Mg.Sc.

LOJA – ECUADOR

2023

Certificación

Loja, 19 de mayo del 2023

Ing. Oscar Miguel Cumbicus Pineda, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Modelo de red neuronal transformer para responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos de los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Sistemas**, de la autoría de la estudiante **Evelyn Juliana Quevedo Reyes**, con cédula de identidad Nro.**1105537664**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Oscar Miguel Cumbicus Pineda, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Evelyn Juliana Quevedo Reyes**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1105537664

Fecha: 26/6/2023

Correo electrónico: evelyn.quevedo@unl.edu.ec / yulianaquevedo2003@gmail.com

Teléfono: 0985402409

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación

Yo; **Evelyn Juliana Quevedo Reyes**, declaro se autora del Trabajo de Titulación denominado: **Modelo de red neuronal transformer para responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos de los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera en Sistemas**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de junio del dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: Evelyn Juliana Quevedo Reyes

Cédula: 1105537664

Dirección: Loja

Correo Electrónico: evelyn.quevedo@unl.edu.ec

Teléfono: 0985402409

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Oscar Miguel Cumbicus Pineda Mg.Sc

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien me ha guiado por el buen camino y me ha dado vida y salud para cumplir con el sueño tan anhelado de convertirme en Ingeniera en Sistemas. En segundo lugar, se lo dedico a mis queridos padres que sin su apoyo incondicional no lo habría logrado, a pesar de que mi padre ya no esté físicamente conmigo sé que desde el cielo ha guiado cada uno de mis pasos para alcanzar mi meta profesional. Finalmente, se lo dedico a mis amigos: Aron, Betty y Jonathan quienes me acompañaron a lo largo de este camino.

Evelyn Juliana Quevedo Reyes

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios y a la virgen santísima por todas las bendiciones derramadas toda mi familia.

Le agradezco infinitamente al Ingeniero Oscar Miguel Cumbicus Pineda Mg. Sc., por compartir sus conocimientos y experiencia conmigo ya que estos fueron imprescindibles para orientarme de la mejor forma y poder realizar mi Trabajo de Titulación.

También agradezco a mi querida madre, quien ha sido mi pilar fundamental para continuar de pie y no caer ante las adversidades que se me han presentado en mi vida estudiantil. Igualmente, a mi compañero de vida Stiven, quien ha sido mi apoyo incondicional a lo largo de este trayecto para alcanzar mi meta profesional.

Finalmente, agradecerle a la Universidad Nacional de Loja, la cual me brindó los recursos humanos que fueron de esenciales de principio a fin para el desarrollo del presente trabajo.

Evelyn Juliana Quevedo Reyes

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría.	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas:	x
Índice de figuras:.....	xi
Índice de anexos:	xiii
1. Título	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1 Becas e Incentivos	6
4.1.1 Becas.....	6
4.1.2 Incentivos.....	6
4.1.3 Postulante	6
4.1.4 Tipos de becas.....	6
4.1.5 Reglamento de becas e incentivos.....	6
4.2 Inteligencia Artificial.....	7
4.2.1 Procesamiento del lenguaje natural (PLN)	7
4.2.2 Fine Tuning	7
4.2.3 Aprendizaje Profundo	8
4.2.4 Hiperpárametros.....	8
4.2.5 Pre-entrenamiento.....	9
4.2.6 Tokenización	9

4.2.7	Transfer Learning	9
4.2.8	Redes Neuronales.....	9
4.2.9	Redes Neuronales Recurrentes	10
4.2.10	Redes Neuronales Transformer	10
4.2.11	Técnica de Atención.....	12
4.2.12	Modelo transformer	14
4.3	Herramientas	16
4.3.1	SQUAD-es v1.1.....	16
4.3.2	Corpus	17
4.3.3	Pytorch.....	17
4.3.4	Google Colaboratory	17
4.3.5	Hugging Face.....	17
4.3.6	Gradio	18
4.3.7	Streamlit.....	18
4.3.8	Descubrimiento de conocimiento en texto	18
4.4	Trabajos relacionados	20
5.	Metodología.....	22
5.1	Tipo de investigación.....	22
5.2	Métodos	22
5.2.1	Método científico	22
5.2.2	Método analítico	22
5.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	22
5.3.1	Cuestionario.....	22
5.3.2	Fine Tuning	23
5.3.3	Metodología	23
6.	Resultados.....	25
6.1	Objetivo 1: Crear un conjunto de datos de Becas e Incentivos para el modelo.....	25
	Fase I: Definición de conceptos	25
	Fase II: Recopilación de información.....	26
	Fase III: Pre-procesamiento	27

Fase IV: Transformación	28
6.2 Objetivo 2: Elaborar un modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.....	31
Fase V: Minado de Texto	32
6.3 Objetivo 3: Evaluar el funcionamiento del modelo en un ambiente de pruebas con los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja.	44
Fase VI: Interpretación	46
7. Discusión.....	59
7.1 Desarrollo de la propuesta alternativa.....	59
Objetivo 1: Crear un conjunto de datos de Becas e Incentivos para el modelo	59
Objetivo 2: Elaborar un modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.....	60
Objetivo 3: Evaluar el funcionamiento del modelo en un ambiente de pruebas con los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja.	62
8. Conclusiones.....	64
9. Recomendaciones.....	65
10. Bibliografía	67
11. Anexos	71

Índice de tablas:

Tabla 1. Trabajos relacionados con agentes conversacionales.....	20
Tabla 2. Trabajos relacionados con modelos transformers y KDT,.....	21
Tabla 3. Reglamentos acerca de becas	26
Tabla 4. Caracteres eliminados en el	28
Tabla 5. Campos que conforman el dataset becas	31
Tabla 6. Comparativa de modelos transformers.....	32
Tabla 7. Mejores resultados del proceso de Fine Tuning	37
Tabla 8. Resultados menos favorables del proceso de Fine Tuning.....	37
Tabla 9. Resultados de la configuración 1.....	38
Tabla 10. Entrenamiento de la configuración 4	38
Tabla 11. Matriz utilizada para el plan de pruebas.	45
Tabla 12. Ejemplos de pronombres interrogativos	46
Tabla 13. Evaluación brindando al modelo la pregunta y contexto,.....	47
Tabla 14. Evaluación con semántica de pregunta diferente.	52
Tabla 15. Cuestionario de Funcionalidad, en base al funcionamiento	56
Tabla 16. Resultados segunda evaluación.....	57

Índice de figuras:

Figura 1. Tokenización, consiste en dividir un fragmento de texto	9
Figura 2. Arquitectura Transformer, incluye embeddings posicionales	11
Figura 3. Atención de producto punto escalado, la entrada	12
Figura 4. Atención multicabezal, se proyecta linealmente.....	13
Figura 5. Diagrama “Masked Language Model” BERT [6].....	15
Figura 6. Arquitectura RoBERTa con relación a BERT	16
Figura 7. Fases de la metodología KDT, la cual realiza	19
Figura 8. Metodología aplicada en el TT, basada en la metodología KDT.	23
Figura 9. Organizador gráfico secuencial de las actividades	25
Figura 10. División del dataset original en los datos	27
Figura 11. Repositorio de github en el cual se encuentran	28
Figura 12. Creación del dataset en la plataforma.....	29
Figura 13. Conjunto de datos becas creado en Hugging Face.....	29
Figura 14. Datos de entrenamiento para el modelo que conforma el dataset becas. .	30
Figura 15. Conjunto de datos para la validación del modelo que conforma el dataset	30
Figura 16. Representación secuencial de las actividades desarrolladas.....	31
Figura 17. Librerías datasets, necesarias para consumir.....	33
Figura 18. DatasetDict, diccionario con los dos subconjuntos de.....	34
Figura 19. Tokenizer, carga un tokenizador pre-entrenado con AutoTokenizer.from_pretrained().....	34
Figura 20. Tokenización de la pregunta y respuesta.....	34
Figura 21. Token clasificador y separador añadidos en la tokenización.....	35
Figura 22. Sequence ids, permiten identificar la	35
Figura 23. Arquitectura RobertaForQuestionAnswering,.....	36
Figura 24. Hiperparámetros del modelo ROBERTaBECAS	39
Figura 25. Recopilador de datos, son objetos que formarán un lote	39
Figura 26. Trainer, proporciona una API.....	40
Figura 27. Start logits y end logits.....	40
Figura 28. Logits inicial y final.....	40
Figura 29. API de inferencia del modelo becas, mediante la cual	42
Figura 30. Modelo RoBERTaBecas, alojado en la plataforma Hugging Face.	42
Figura 31. Space de RobertaBecas dado un contexto,	43
Figura 32. Arquitectura del space becas con la librería gradio.....	43
Figura 33. Space becasIncentivosUNL basado en la librería streamlit,.....	44
Figura 34. Arquitectura del space con streamlit.	44
Figura 35. Organizador gráfico secuencial de las actividades.....	46

Figura 36. Resultados de la segunda evaluación mediante barras, en la que se modificó la semántica de las preguntas..... 57

Figura 37. Puntuación de las preguntas del cuestionario según el 58

Índice de anexos:

ANEXO 1. Base del Conocimiento	71
ANEXO 2 Entrevista a directora de Bienestar Estudiantil	83
ANEXO 3. Cuestionario para obtener las preguntas para el modelo	85
ANEXO 4. Resultados del cuestionario para obtener las preguntas	86
ANEXO 5. Modelo de Encuesta del funcionamiento del modelo	88
ANEXO 6. Listado de estudiantes encuestados	89
ANEXO 7. Resultados de encuesta del funcionamiento del modelo.....	90
ANEXO 8. Video acerca de la creación del dataset.....	92
ANEXO 9. Video acerca del entrenamiento del modelo transformer	92
ANEXO 10. Video acerca de la creación de los spaces	92
ANEXO 11. Base de datos acerca de becas e incentivos	92
ANEXO 12. Modelo transformer acerca de becas e incentivos	92
ANEXO 13. Spaces.....	92
ANEXO 14. Plan de Pruebas	93
ANEXO 15. Certificación de traducción del resumen de inglés a español	107

1. Título

Modelo de red neuronal transformer para responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos de los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja

Transformer neural network model to answer frequently asked questions about Scholarships and Incentives for students of the Computing Career of the Universidad Nacional de Loja

2. Resumen

El desconocimiento de los estudiantes acerca de las becas e incentivos que oferta la Universidad Nacional de Loja (UNL), ha ocasionado que muchos estudiantes que realmente necesitan este tipo de ayudas económicas para cubrir parte sus necesidades, no puedan acceder a las mismas. El objetivo del presente Trabajo de Titulación (TT) fue elaborar un modelo de red neuronal transformer que permita responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos, esto se llevó a cabo mediante seis fases de Descubrimiento de Conocimiento en bases de Textos (KDT) constituida por: definición del concepto clave, recopilación de información, preprocesamiento, transformación, minado de texto e interpretación de los resultados. En primera instancia se realizó un corpus acerca de becas e incentivos, el cual fue indispensable en el proceso de Fine Tuning para la elaboración y entrenamiento del modelo de red transformer, se empleó herramientas como Google Colab y Hugging Face, seguidamente se seleccionó un modelo preentrenado para optimizar tiempos de aprendizaje, en base a una investigación previa se seleccionó un modelo basado en BERT, denominado RoBERTa, este ejemplar se encuentra entrenado en squad en el idioma español, y además presenta mejores que su antecesor, razones por las cuales fue seleccionado, para conseguir el modelo con mejores resultados se realizaron diversas configuraciones para finalmente obtener un modelo con F1 score de 0.81. Una vez desarrollado el modelo se le aplicaron pruebas para obtener un promedio de respuesta, en la primera de obtuvo un valor de 0.89 al tener de forma guiada tanto el contexto como la pregunta, en la siguiente valoración se modificó la semántica de las preguntas para un mismo contexto, obteniendo, así como media más alto un 0.95 F1 score y como más bajo un 0.42. Posteriormente para la prueba de funcionalidad se requirió la ayuda de estudiantes de la Carrera de Computación para que realicen las practicas correspondientes y corroborar de esta forma el funcionamiento del modelo transformer de manera guiada, en 56% concluyeron que responde a las preguntas propuestas en base a un contexto dado y en un 53% concordaron que brinda respuestas comprensibles. Finalmente se puede concluir que fue posible efectuar la elaboración de un modelo transformer que sea capaz de responder preguntas acerca de becas e incentivos mediante el uso de un modelo preentrenado, acompañado de la metodología fine tuning para el entrenamiento del mismo.

Palabras Claves: *Agente conversacional, RoBERTa, Squad, KDT, Auto-atención*

2.1. Abstract

The students' lack of knowledge about the scholarships and incentives offered by the Universidad Nacional de Loja has meant that many students who really need this type of financial aid to cover part of their needs cannot access them. The objective of this Thesis was to develop a transformer neural network model that allows answering frequently asked questions about scholarships and incentives, this was carried out through six phases of Knowledge Discovery in Text bases (KDT) constituted by: definition of the key concept, information gathering, preprocessing, transformation, text mining and interpretation of the results. In the first instance, a corpus was made about scholarships and incentives, which was essential in the Fine Tuning process for the elaboration and training of the transformer network model, tools such as Google Colab and Hugging Face were used, then a pre-trained model to optimize learning times, based on previous research, a model based on BERT was selected, called RoBERTa, this specimen is trained in squad in the spanish language, and also has better than its predecessor, reasons why it was selected, to obtain the model with the best results, various configurations were made to finally obtain a model with an F1 score of 0.81. Once the model was developed, tests were applied to obtain an average response, in the first one it obtained a value of 0.89 by having both the context and the question guided, in the following evaluation the semantics of the questions were modified for a same context, obtaining a 0.95 F1 score as the highest average and 0.42 as the lowest. Subsequently, for the functionality test, the help of students of the Computing career was required to carry out the corresponding practices and thus corroborate the operation of the transformer model in a guided manner, in 56% they concluded that it answers the proposed questions based on a given context and 53% agreed that it provides understandable answers. Finally, concluded that it was possible to elaborate a transformer model that is capable of answering questions about scholarships and incentives through the use of a pretrained model, accompanied by the fine tuning methodology for its training.

Keywords: *Conversational agent, RoBERTa, Squad, KDT, Auto-attention*

3. Introducción

La Universidad Nacional de Loja (UNL) ofrece becas e incentivos con la finalidad de apoyar a los estudiantes a cursar sus estudios de nivel superior de pregrado, en sus necesidades, de índole socioeconómica y otros que posibiliten el cumplimiento de sus obligaciones estudiantiles en un ambiente más favorable, sin embargo no existen medios de comunicación efectivos por los cuales los estudiantes puedan asesorarse en el tema ya que solo se cuenta con el correo institucional para solicitar información, a pesar de ello los tiempos de respuesta no son lo suficientemente buenos y por esta razón muchos estudiantes pierden la oportunidad de que se le otorgue una beca debido al desconocimiento acerca del tema. Actualmente han existido grandes avances en el campo del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), que brinda diversas formas para abordar este tipo de problemáticas entre sus principales aplicaciones se encuentra la clasificación automática de textos, análisis y síntesis de voz, recuperación de información, respuesta a preguntas, extracción de información y reconocimiento del habla [1].

El TT se centró en la aplicación de PLN para obtener una respuesta a una pregunta en base a un contexto de forma guiada, con el fin de demostrar que es posible utilizar un corpus determinado para una problemática específica y con el mismo entrenar un modelo de lenguaje en particular. Por tal motivo se estableció tres objetivos específicos, la identificación de documentos que aborden el tema de interés como lo es becas e incentivos de la UNL, elaboración de un modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer y finalmente la evaluación del modelo como tal con la ayuda de los estudiantes de la Carrera de Computación.

En el presente TT está conformado por diversas secciones, entre las que se encuentran en primera instancia el levantamiento de información el cual abarca definiciones preliminares como lo son las redes neuronales transformer, técnica de atención, fine tuning, modelos basados en redes transformer como BERT y RoBERTa y todo lo necesario para efectuar cada una de las fases de la metodología. En este mismo apartado se encuentra los trabajos relacionados tomados como referencia para el desarrollo del TT. A continuación, se encuentra los Materiales y Métodos, aquí se estableció el tipo de investigación, los métodos de investigación aplicados, las técnicas aplicadas para la recolección de información y se definió la metodología del presente trabajo, en este caso la metodología KDT.

Seguidamente se en ubica la sección de Resultados, la misma que está estructurada en base a los objetivos específicos, en los cuales se definieron tareas para su cumplimiento. En cuanto al primer objetivo consistió en crear el conjunto de datos acerca de becas e incentivos para el modelo, para lo cual se empleó el reglamento de becas e incentivos de la UNL al mismo se lo dividió en dos archivos para el entrenamiento y validación del modelo transformer, en el

segundo objetivo se elaboró el modelo de agente conversacional basado en una red transformer, para ello se utilizó el modelo pre-entrenado RoBERTa, para el entrenamiento del modelo se empleó la metodología de fine tuning, para lo que se realizó un ajuste de los hiperparámetros para conseguir una mayor precisión. Finalmente, en el tercer objetivo se realizó una evaluación del modelo transformer con ayuda de los estudiantes de la carrera con el fin de corroborar el funcionamiento del mismo. En la siguiente sección se encuentra la Discusión en donde se explica y contrasta los resultados que se obtuvieron en el desarrollo del TT y como aportaron al cumplimiento de las fases planteadas para cada objetivo específicos. Por último, se encuentra el apartado de Conclusiones en las que se plasmaron las deducciones alcanzadas con la ejecución del TT y las Recomendaciones en donde se detallan sugerencias para un mejor desarrollo de trabajos similares al presentado.

4. Marco Teórico

A continuación, se presentan las bases teóricas que sustentan el presente Trabajo de Titulación (TT), dicha información ha sido obtenida a través de un proceso de levantamiento de información. Esta sección inicia con los conceptos más relevantes entorno a la temática, como lo es la conceptualización de becas, las herramientas y tecnologías hacer utilizadas en el TT y algunos Trabajos Relacionados (TR) de utilidad en el desarrollo del mismo.

4.1 Becas e Incentivos

La Universidad Nacional de Loja oferta becas e incentivos con el fin de solventar los gastos que los estudiantes requieran dentro de su proceso académico, los mismos que deben cumplir ciertos requisitos para poder ser acreedores a estos beneficios como tal.

4.1.1 Becas

Ayuda económica que la institución concede a los estudiantes para pagar total o parcialmente los gastos que le permita cursar los estudios [2].

4.1.2 Incentivos

Premio o gratificación económica que se le asigna a un estudiante por su desempeño o resultado en determinada acción o actividad [2].

4.1.3 Postulante

Estudiante regular de la institución, que tiene derecho a la beca, beneficios, ayudas económicas o incentivos [2].

4.1.4 Tipos de becas

El tipo de becas que otorga la Universidad Nacional de Loja son: Tipo A consiste en una ayuda socioeconómica; Tipo B reconocimiento al esfuerzo y, Tipo C en cuanto al mejoramiento académico [2].

4.1.5 Reglamento de becas e incentivos

El presente Reglamento tiene como objeto, establecer y regular procedimientos para la difusión, postulación, revisión, selección, notificación, adjudicación, registro, seguimiento, mantenimiento, terminación y suspensión de becas y ayudas económicas para los estudiantes regulares que apliquen al sistema de beneficio de becas y ayudas económicas [2].

4.2 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es la capacidad de las computadoras para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Pero para dar una definición más detallada, podemos decir que la IA es la capacidad que tiene una máquina de usar algoritmos, aprender de los datos y usar lo que aprende para tomar decisiones como un humano. Sin embargo, a diferencia de los humanos, los dispositivos basados en IA no requieren descanso y pueden analizar grandes cantidades de información simultáneamente. Además, la tasa de error es mucho menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas [3].

4.2.1 Procesamiento del lenguaje natural (PLN)

El PLN es una subdisciplina de la IA y rama de la lingüística computacional que hace uso de un conjunto de mecanismos que la computadora asimila en un lenguaje de programación definido y le permite comunicarse con el ser humano en su propio lenguaje [1].

4.2.2 Fine Tuning

Es un entrenamiento utilizado para afinar el modelo, especializándolo en algún ámbito concreto. Se realiza sobre el modelo ya entrenado, es un entrenamiento supervisado y con cantidades de datos no tan grandes [4].

El fine tuning, en general, significa hacer pequeños ajustes a un proceso para lograr el resultado o el rendimiento deseado. El fine tuning del aprendizaje profundo implica el uso de pesos de un algoritmo de aprendizaje profundo anterior para programar otro proceso de aprendizaje profundo similar. Los pesos se utilizan para conectar cada neurona de una capa con cada neurona de la siguiente capa de la red neuronal. El proceso de ajuste fino reduce significativamente el tiempo necesario para programar y procesar un nuevo algoritmo de aprendizaje profundo, ya que contiene información vital de un algoritmo de aprendizaje profundo preexistente [5]. El fine tuning de los modelos de aprendizaje profundo resulta útil para entrenar nuevos modelos. Facilita el proceso al ser eficiente en el tiempo. Se importa una gran cantidad de datos de modelos anteriores. Por lo tanto, puede ayudar a ahorrar mucho tiempo. También proporciona una tonelada de datos para el nuevo modelo, lo que hace que el nuevo modelo sea mucho más confiable. El fine tuning puede ayudar a ampliar los límites del aprendizaje profundo, ya que el desarrollo de nuevos algoritmos será mucho más simplificado y eficiente en el tiempo.

4.2.3 Aprendizaje Profundo

Se trata de un subcampo del aprendizaje automático que se utiliza para resolver problemas muy complejos y que normalmente implican grandes cantidades de datos. El aprendizaje profundo se produce mediante el uso de redes neuronales, que se organizan en capas para reconocer relaciones y patrones complejos en los datos [3]. Su aplicación requiere grandes cantidades de datos y una potencia de procesamiento considerable. Actualmente, se emplea en el reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje natural, la visión artificial y la identificación de vehículos en los sistemas de asistencia al conductor

4.2.4 Hiperpárametros

Los hiperparámetros gobiernan la capacidad de la red de aprendizaje profundo y se ajustan manualmente utilizando el conjunto de datos de evaluación [6], es preciso señalar que a continuación solo se definirán los más relevantes para este TT:

- **Step.** - Al realizar un descenso de gradiente en el entrenamiento de un modelo, se dice que se hizo un step.
- **Batch_Size.** - El batch size determina el número de ejemplos en paralelo que se entregan al modelo. En general este se elige según la cantidad total de datos y la capacidad de la memoria del hardware a utilizar.
- **Epoch.** - Al recorrer todos los ejemplos del conjunto de datos de entrenamiento por un modelo se dice que este realizó una época.
- **Acumulación de gradiente.** - Debido a las limitaciones de memoria que se encuentran asociadas al entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo se utiliza la acumulación de gradiente para simular un batch size de mayor tamaño. De esta manera se realiza un step solo cuando han pasado por la red el número de batch que determina la acumulación de gradiente.
- **Learning_rate.** - Define el factor de cambio de los parámetros en el descenso de gradiente.
- **Num_train_epoch.** - Número total de épocas de entrenamiento a realizar.
- **Push_to_hub.** - si enviar o no el modelo al concentrador cada vez que se guarda el modelo. Si esto está activado, `output_dir` comenzará un directorio git sincronizado con el repositorio.
- **Evaluation_strategy.** - La estrategia de evaluación que se adoptará durante el entrenamiento.
- **Per_device_train_batch_size.** - El tamaño del lote por núcleo de GPU/TPU/CPU para el entrenamiento.
- **Per_device_eval_batch_size.** - El tamaño del lote por núcleo de GPU/TPU/CPU para

la evaluación.

- Weight_decay. - El decaimiento de peso que se aplicará (si no es cero) a todas las capas, excepto a todos los pesos de sesgo.

4.2.5 Pre-entrenamiento

En esta fase, el modelo aprende la estructura general del lenguaje, así como un conocimiento base del significado de las palabras [4], por lo general es un entrenamiento no supervisado con grandes cantidades de información, en el cual el modelo adquiere las nociones necesarias para un adecuado funcionamiento.

4.2.6 Tokenización

La tokenización de texto, es uno de los pasos más importantes antes de iniciar con la producción de cualquier modelo de procesamiento del lenguaje.

La tokenización, suele variar la forma en la que se tratan los símbolos especiales o los espacios, normalmente, estos se eliminan, dividiendo el texto en unidades morfológicas denominadas tokens [7] (**Véase la Figura 1**).

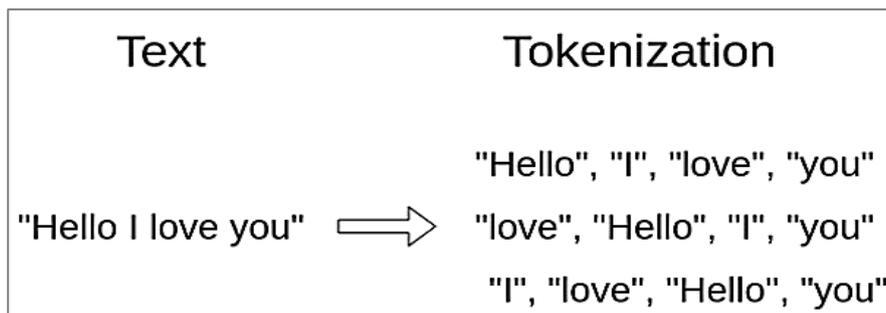


Figura 1. Tokenización, consiste en dividir un fragmento de texto en unidades más pequeñas llamadas tokens.

4.2.7 Transfer Learning

Es un método de Deep Learning que permite reusar un modelo ya entrenado, como punto de partida para el problema que se quiere solucionar con la red neuronal [8]. Básicamente se toma un modelo que ya fue previamente entrenado, es decir, que los pesos de la red neuronal ya han sido calculados, y se lo utiliza para un determinado problema.

4.2.8 Redes Neuronales

Las Neural Networks o Redes Neuronales, son un tipo de IA, creado con el objetivo de reproducir las funciones elementales que el cerebro humano emplea para la adquisición de conocimiento. Este tipo de arquitectura, está basada en una estructura de capas, las cuales, se constituyen por un gran número de unidades llamadas neuronas, siendo esta, su estructura

más básica. Las neuronas por su parte, se encuentran interconectadas con neuronas pertenecientes a otras capas mediante un enlace [9].

4.2.9 Redes Neuronales Recurrentes

Las redes neuronales recurrentes (RNN) son una clase de aprendizaje profundo basada en los trabajos de David Rumelhart en 1986. Las RNN son conocidas por su capacidad para procesar y obtener información de datos secuenciales [10]. Por lo tanto, el análisis de vídeo, la subtítulos de imágenes, el PLN y el análisis de la música dependen de las capacidades de las redes neuronales recurrentes. A diferencia de las redes neuronales artificiales ya vistas, que asumen la independencia entre los datos de entrada, las RNN capturan activamente sus dependencias secuenciales y temporales.

4.2.10 Redes Neuronales Transformer

Desde que los Transformers irrumpieron en el PLN se han convertido en los más usados en análisis de texto, siendo los modelos que mejores resultados han obtenido en las distintas aplicaciones de PLN. Entre ellas estarían el resumen y generación de textos, la identificación de identidades, las respuestas a preguntas, la desambiguación de textos, entre otros. Los Transformers se basan en búsqueda semántica, lo que permite buscar similitudes entre los textos por su significado, en lugar de usar palabras clave, como lo hacen los asistentes virtuales tradicionales. En pocas palabras, estos nuevos modelos pueden predecir la probabilidad condicional de una palabra (o secuencia de palabras) dado un contexto [11]. A diferencia de las redes neuronales recurrentes, los Transformers no necesitan que los datos secuenciales se procesen en orden, lo que permite una paralelización mucho más precisa y reduce el tiempo de entrenamiento. Además, la auténtica novedad que compone el Transformer es que prescinde de las capas recurrentes utilizadas tradicionalmente. En su lugar, se basa por completo en la atención. Esta, consiste en prestar atención a palabras específicas [12].

Las redes neuronales transformer son una clase reciente de redes neuronales para secuencias, basadas en la autoatención, que han demostrado estar bien adaptadas al texto y actualmente están impulsando importantes avances en el procesamiento del lenguaje natural. Los Transformers, objeto de este trabajo, tuvieron un especial auge a finales de 2017, cuando Google publicó un paper “Attention is All You Need” [13], donde presentó la arquitectura de un Transformer, ilustrada en la Figura 2.

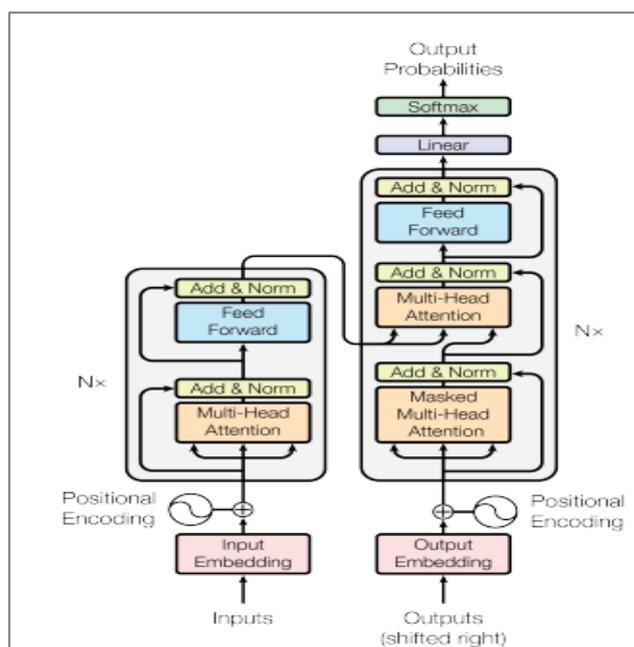


Figura 2. Arquitectura Transformer, incluye embeddings posicionales y las capas de atención que codifican cada palabra de una frase [13].

La arquitectura Transformer está conformada en la izquierda por el codificador y en la derecha el decodificador, esta división en dos partes de la arquitectura hacer que sea tan eficiente. Se detallan estas características:

- **Codificador**

En cuanto a la entrada se puede encontrar la primera gran diferencia con las redes convencionales, en esta ocasión la entrada es toda la oración a la vez en, al contrario que con las redes recurrentes con las cuales la entrada era palabra a palabra, de forma secuencial. Dicha entrada es convertida a “Input Embedding”, es decir, se crea un espacio vectorial (un diccionario) con las palabras aprendidas por la red, las palabras que tengan un significado en común estarán más cercanas que las que no, esto permite poder mapear las diferentes palabras y poder encontrar el valor de similitud más fácilmente. La segunda diferencia que se encuentra es la denominada “Positional Encoding”, esta herramienta permite tener un control de la posición de las palabras en todo momento. Esto se debe a que, si solo se tuviese la técnica de Attention sería como tener una bolsa con palabras (embedding) y se buscaría la más parecida, por lo que el resultado sería el mismo. Pero ¿y en el caso de que importe el orden? En ese caso al entrar toda la frase a la vez y no de forma secuencial (de palabra en palabra) es importante saber en qué posición iban cada una de las palabras antes de entrar en la capa embedding, es decir, si se busca la forma matemática, esto no es más que un vector el cual indica la distancia entre las palabras [14].

- **Decodificador**

Al igual que en el codificador, se realiza el análisis de abajo hacia arriba, ya que este es el mismo proceso que seguiría la información. En primer lugar, durante el entrenamiento se tiene la entrada de información (del decodificador) que correspondería a la salida perfecta que tendría que devolver la red en un futuro. Al contrario que en el codificador en el cual se introducía toda la información a la vez en todo momento, en esta ocasión se hace igual pero solo hasta un cierto punto en el tiempo, esto quiere decir que en el inicio del entrenamiento si se realiza de la misma forma, pero conforme se va realizando el entrenamiento y se va creando un embedding mayor esto se cambia. Como en el codificador cada una de las palabras es proyectada (Output Embedding) en un subespacio vectorial para así pasar de palabras a vectores con números. Y se mantiene el positional Encoding para no perder la referencia con el codificador a la hora de relacionar palabras con la técnica Attention en la siguiente capa [14].

4.2.11 Técnica de Atención

Una función de atención se puede describir como la asignación de una consulta y un conjunto de pares clave-valor a una salida, donde la consulta, las claves, los valores y la salida son todos vectores. La salida se calcula como una suma ponderada de los valores, donde el peso asignado a cada valor es calculado por una función de compatibilidad de la consulta con la clave correspondiente.

Atención de punto escalado

La entrada consiste en consultas y claves de dimensión d_k , y valores de dimensión d_v (**Véase la Figura 3**). Se calcula los productos punto de la consulta con todas las claves, divide cada una por $\sqrt{d_k}$, y se aplica una función softmax para obtener los pesos de los valores [13].

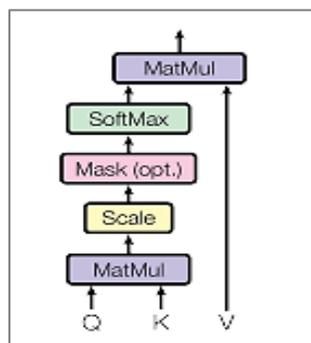


Figura 3. Atención de producto punto escalado, la entrada consiste en consultas y claves de dimensión [13].

Atención multicabezal

En lugar de realizar una sola función de atención con d_{model} = dimensiones de claves, valores y consultas, se encuentra beneficioso proyectar linealmente las consultas, claves y valores h veces diferentes, aprende proyecciones lineales a d_k , d_k y d_v , dimensiones respectivamente. En cada una de estas versiones proyectadas de consultas, claves y valores, luego se realiza la función de atención en paralelo, produciendo d_v = dimensional de valores de salida. Estos son concatenados y nuevamente proyectados, dan como resultado los valores finales [13], como se representa en la Figura 4.

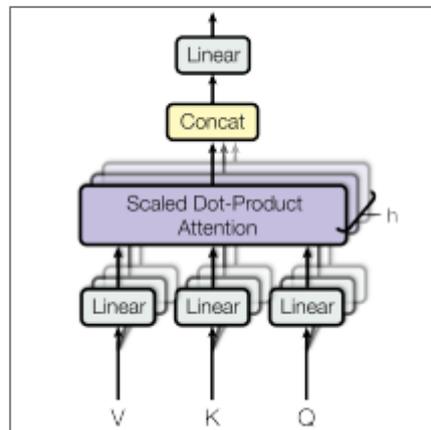


Figura 4. Atención multicabezal, se proyecta linealmente las consultas, claves y valores [7]

La parte básica de Atención es el componente crítico. Es una función de tres tensores.

Donde: **Q** se llama tensor de consulta y es de dimensión $n \times t$ para algún t y **K** se llama tensor clave y es de la misma dimensión. Las claves están “asociadas” con valores en el vector **V** que es de tamaño $n \times k$, conformando la Ecuación 1.

$$Attention(Q, K, V) = \text{softmax} \left(\frac{Q * K^T}{\sqrt{t}} \right) V \quad (1)$$

Atención en el modelo

Transformer utiliza la atención múltiple de tres maneras diferentes:

1. En la capa de atención del codificador-decodificador, las consultas provienen de la capa de decodificador anterior, y las claves y los valores provienen de la salida del codificador. Esto es similar al mecanismo de atención utilizado por muchos modelos seq2seq que se han propuesto.

2. El codificador contiene una capa de auto atención. En una capa de auto atención, todas las claves, valores y consultas provienen del mismo lugar, en este caso, la salida de la capa anterior del codificador.
3. Del mismo modo, la capa de auto atención en el decodificador es la misma. La diferencia es la operación de agregar una máscara a la operación de atención de multiplicación de puntos escalados. Esta operación es para asegurar que los valores ilegales no se conectarán a la atención después de la operación softmax [13].

4.2.12 Modelo transformer

El modelo Transformer incluye algunas mejoras en las que se destacan la autoatención multicabezal, esto significa que el modelo consigue un entendimiento más profundo de la gramática del lenguaje y no solo de la semántica de palabras concretas. Casi todos los modelos que llegan al estado del arte en tareas de PLN están inspirados, de una forma u otra en el Transformer.

Es importante mencionar que los modelos transformer son mucho más rápidos que sus alternativas, como pueden ser las redes neuronales convolucionales autorregresivas, debido al extenso uso de la multiplicación de matrices en las capas de autoatención, lo que permite al transformer funcionar mucho más rápido en las GPUs [7].

4.2.13 Modelos basados el Transformer

A partir del modelo transformer, se han creado diversos modelos a los que se les conoce con el nombre de Transformers. A continuación, se detallan dos de ellos:

- **BERT.** - Es un modelo de NLP que surgió en 2018 capaz de conseguir resultados de estado del arte en muchas tareas de NLP. Este modelo fue diseñado para pre-entrenar sobre un enorme corpus sin etiquetar, y, después, reajustar los parámetros utilizando datos etiquetados para tareas específicas de NLP. BERT utiliza Transformer, un mecanismo de atención que aprende las relaciones contextuales entre las palabras (o subpalabras) de un texto. En su forma simple, Transformer incluye dos mecanismos separados: un codificador que lee el texto de entrada y un decodificador que produce una predicción para la tarea [15] (**Véase la Figura 5**).

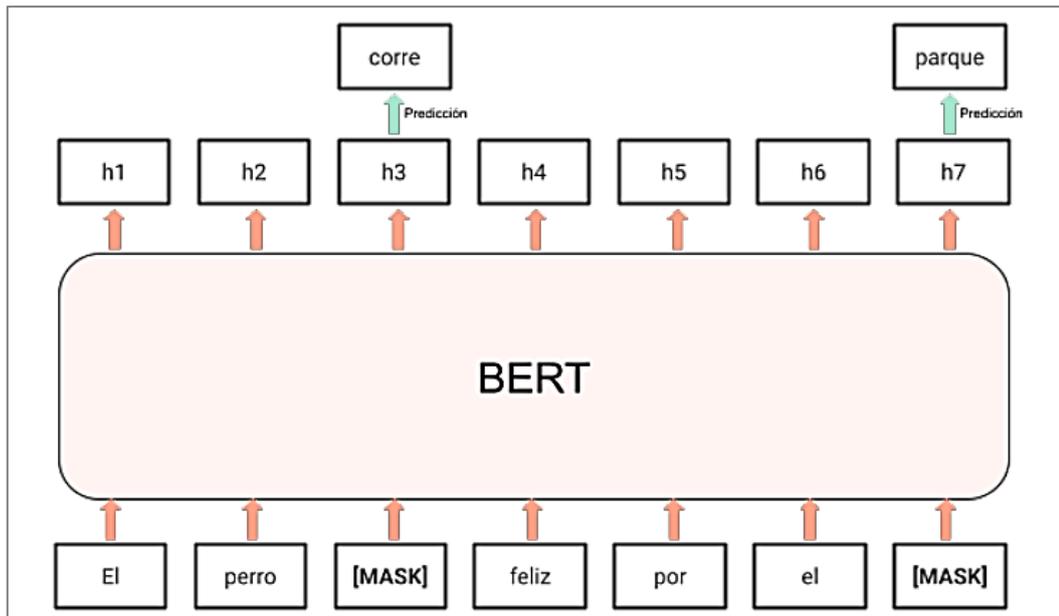


Figura 5. Diagrama “Masked Language Model” BERT [6].

- **GPT.-** El modelo GPT (Generative Pre-Training Transformer) [16] fue publicado en el año 2018 por OpenAI. Está basado en la arquitectura del modelo Transformer, sobre el que se realiza una secuencia de aprendizaje semi-supervisado: un pre-entrenamiento no supervisado y un afinado supervisado, gracias al cual se puede especializar el modelo en alguna tarea concreta.

4.2.14 RoBERTa

RoBERTa es un acrónimo de Robustly Optimized BERT-Pretraining Approach[17]. Es un modelo que se basa en la estrategia de enmascaramiento de lenguaje de BERT, en la que el sistema aprende a predecir secciones de texto intencionalmente ocultas dentro de ejemplos de lenguaje sin anotaciones (**Véase la Figura 6**). RoBERTa, esta implementado en PyTorch, modifica los hiperparámetros clave en BERT, incluida la eliminación del objetivo de entrenamiento previo de la siguiente oración de BERT y el entrenamiento con mini lotes (batch size) y tasas de aprendizaje (learning rate) mucho más grandes. Esto permite a RoBERTa mejorar el objetivo de modelado de lenguaje enmascarado en comparación con BERT y conduce a un mejor rendimiento de las tareas posteriores [17]. A continuación, se detallan dichas modificaciones a BERT:

- *Eliminación del objetivo de predicción de la siguiente oración (NSP):* Los autores experimentaron con la eliminación y adición de la pérdida de NSP a diferentes versiones y concluyeron que la eliminación de la pérdida de NSP coincide o mejora ligeramente el rendimiento de las tareas posteriores. En consecuencia, los tokens especiales que empleaba BERT para esta función objetivo se eliminan: [CLS] y [SEP], no obstante, se emplean otros dos tokens especiales. Uno de los tokens es <s> , el

cual será el primer token del ejemplo A y el otro es </s>, el cual será el último token del ejemplo A, de tal manera que el ejemplo será representado de este modo: <s> A </s>.

- *Entrenamiento con tamaños de lote más grandes y secuencias más largas:* BERT está entrenado para pasos de 1M con un tamaño de lote de 256 secuencias. Por el contrario, RoBERTa fue entrenado con 125 pasos de secuencias de 2K y 31K pasos con secuencias de 8k de tamaño de lote, logrando así mejorar la perplejidad sobre el objetivo de modelado del lenguaje enmascarado y la precisión de la tarea final.
- *Cambio dinámico del patrón de enmascaramiento:* Para evitar el uso de una sola máscara estática, los datos de entrenamiento se duplican y se enmascaran 10 veces, cada vez con una estrategia de máscara diferente durante 40 épocas, por lo que se obtienen 4 épocas con la misma máscara [17].

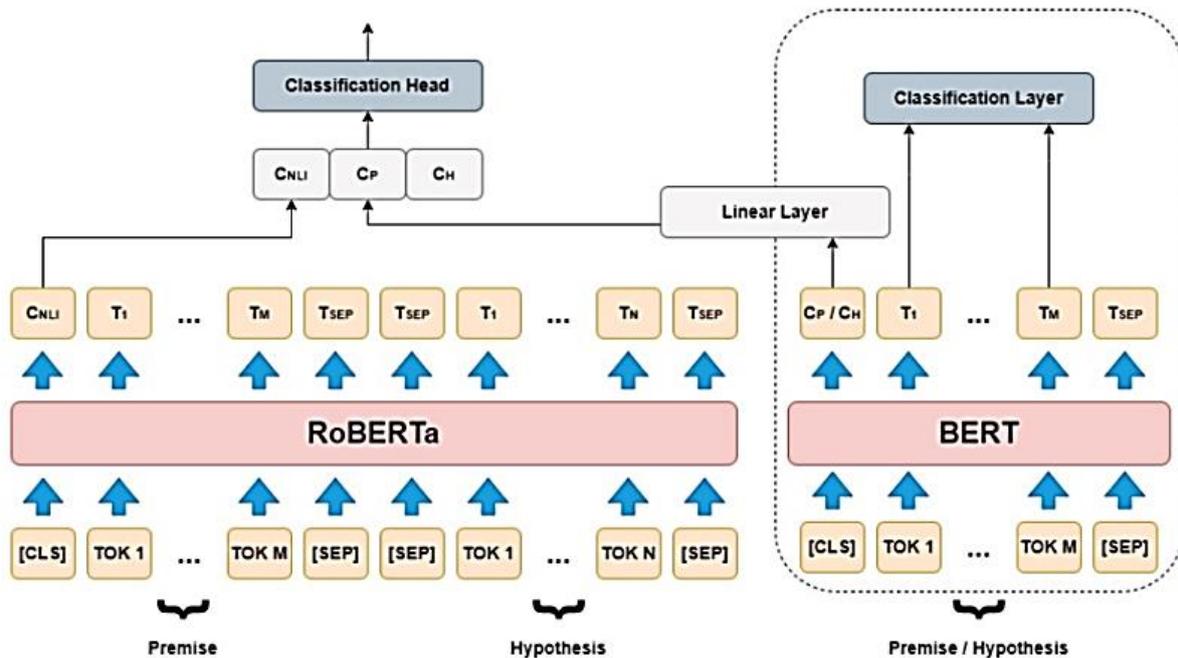


Figura 6. Arquitectura RoBERTa con relación a BERT

4.3 Herramientas

4.3.1 SQUAD-es v1.1

Dataset de preguntas y respuestas en español, es una traducción del dataset SQuAD v1.1. Cuenta con dos archivos: el de entrenamiento y el de desarrollo (o testeo). Para los experimentos se han utilizado las 20838 preguntas del conjunto de testeo. La longitud media de las preguntas es de 33 caracteres [18].

4.3.2 Corpus

Un corpus es un conjunto grande y estructurado de textos legibles para una máquina, que se han producido en un entorno comunicativo natural. Pueden construirse de diferentes formas a partir de texto que originalmente era electrónico, transcripciones de lenguaje hablado, transcripciones de lenguaje óptico reconocimiento de caracteres, etc [19].

4.3.3 Pytorch

PyTorch es una librería de Python de código abierto presentada por Facebook, esta librería tiene varios módulos interesantes para desarrollar redes neuronales. Debido a la utilización de uso de estos módulos, PyTorch, a diferencia de otras librerías, calcula los gradientes de los pesos de las distintas capas a la vez que aplica la fase forward a los datos de train durante el entrenamiento de la red [20]. Esto supone una gran ventaja frente a otras librerías como Keras que necesitan calcular de manera estática los gradientes para aplicar posteriormente el algoritmo.

Otra de las ventajas de esta librería es la capacidad de crear módulos propios personalizados, lo cual brinda al programador más libertad a la hora de diseñar las redes neuronales, permitiendo la creación de éstas de forma más específica para resolver problemas específicos.

4.3.4 Google Colaboratory

Google Colaboratory es un entorno de creación y edición de Notebooks de Python. La extensión de este tipo de archivos es `*.ipynb`. Permite escribir, compartir, ejecutar y documentar el código de una forma intuitiva. Es posible la ejecución directa de comandos de Linux anteponiendo el símbolo `!`. La ejecución de los scripts de Python puede ser sobre CPU (del inglés Central Processing Unit), GPU (del inglés, Graphic Processing Unit) y/o TPU (del inglés, Tensor Processing Unit), y son compatibles con otros entornos cómo Jupyter y JupyterLab. Google Colaboratory es útil para realizar pruebas de conceptos y experimentar con técnicas de Machine Learning, Deep Learning, Visión por Computador etc, sin incurrir en costos por procesamiento [21].

4.3.5 Hugging Face

Hugging Face [22] es una plataforma de desarrollo de NLP. Posee una librería llamada Transformers que brinda arquitecturas Transformer y modelos preentrenados, además contiene modelos específicos para tareas NLP como resumen de textos, clasificación de textos, preguntas y respuestas, etc. Debido a su popularidad, las grandes compañías que investigan en este campo publican aquí sus modelos. También ofrece una librería que recopila

datasets para ser utilizados en tareas de NLP, dichas librerías utilizan Python.

4.3.6 Gradio

Gradio¹ es una librería de python de código abierto que permite crear rápidamente elementos de interfaz de usuario ajustables y fáciles de usar para un modelo de Machine Learning ML, cualquier API o cualquier capacidad subjetiva en solo unas pocas líneas de código. Hace que sea más fácil jugar con los modelos en un navegador web simplemente dejando caer y arrastrando imágenes, texto o grabando su propia voz, etc., y viendo la salida en vivo de una manera interactiva. Puede coordinar la GUI directamente en un cuaderno de Python, o puede compartir el enlace con cualquiera. Gradio ayuda a construir una GUI en línea en un par de líneas de código que es conveniente para mostrar exhibiciones de la presentación del modelo. Es rápido, fácil de configurar y listo para usar, y se puede compartir como la conexión pública a la que cualquiera puede acceder para ejecutar la versión de forma remota y paralela en una máquina.

4.3.7 Streamlit

Streamlit² es una librería que permite crear todo tipo de aplicaciones de datos desarrolladas en Python de una forma sencilla, es excelente para la visualización de datos y es compatible con diversas librerías de gráficos como boken, plotly y altair.

4.3.8 Descubrimiento de conocimiento en texto

El proceso de descubrimiento de conocimiento en texto, implica dominio en diferentes áreas de conocimiento, métodos de recuperación de información, extracción de la información, procesamiento del lenguaje natural y minería de datos. El dominio de estos conocimientos, ayuda al investigador a desarrollar cada una de las etapas necesarias previas al descubrimiento de información, estas etapas se encuentran contenidas en metodologías que estructuran el proceso completo, existe una de ellas utilizada para la minería de datos la cual se denomina KDD (knowledge discovery in databases), mientras que para el proceso de minería de texto existe una variante nombrada KDT (knowledge discovery in text), ambas son similares, sin embargo, existe una diferencia fundamental entre texto y dato, esta es la falta de estructura en texto lo que dificulta su análisis [23]. A continuación, en la Figura 7 se muestra las fases que componen la metodología KDT.

¹ <https://gradio.app>

² <https://huggingface.co/docs/hub/spaces-sdks-streamlit>

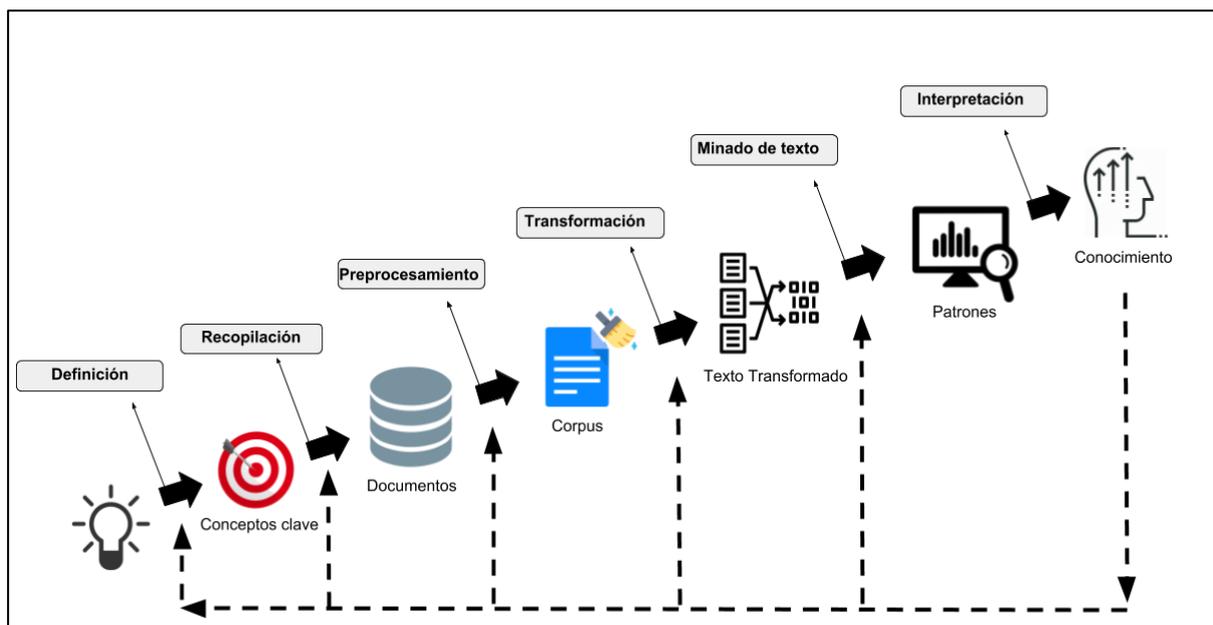


Figura 7. Fases de la metodología KDT, la cual realiza el descubrimiento de conocimiento en texto [15].

El primer paso de esta metodología es la definición de los conceptos claves, estos conceptos son escogidos según el objetivo de cada investigador; en la recopilación de información se obtienen la información o los datos que serán objeto de estudio, esta recopilación puede ser manual o a través de herramientas de recopilación; en la fase de preprocesamiento como bien se conoce el texto no posee una estructura adecuada para el descubrimiento de conocimiento, pero antes de darle la estructura necesaria se necesita asegurar la homogeneidad del texto, es decir, que no existan conceptos o caracteres que distorsionen posteriormente la detección de patrones; la fase de transformación consiste en dar la estructura necesaria al texto para la posterior detección de patrones o minería de texto, dentro de este proceso existen tres subprocesos que son el lematizado el etiquetado y el tokenizado, en el primero se transforman las variaciones de las palabras con morfemas a su raíz, el etiquetado es el proceso de clasificar una palabra en función tanto de su definición como de su contexto, es decir, su relación con las palabras adyacentes y relacionadas en una frase, oración o párrafo y el tokenizado es la acción de partir el texto en elementos llamados tokens; el minado de texto es el descubrimiento de conocimiento, el cual se puede dar a través de detección de patrones, representaciones vectoriales, modelos de aprendizaje supervisado o no supervisado entre otros métodos, la elección del método dependerá del objetivo del investigador y finalmente en la fase de interpretación se da paso a interpretar y validar el conocimiento obtenido tras realizar el proceso [23].

4.4 Trabajos relacionados

En la **Tabla 1** y **Tabla 2**, se detallan algunos trabajos relacionados empleados en el TT, los cuales fueron de gran utilidad para el desarrollo y sustentación del mismo.

Tabla 1. Trabajos relacionados con agentes conversacionales
Ref: sitio o repositorio del cual proviene la información. **Resumen:** Síntesis concreta del trabajo relacionado en cuestión.

Trabajo relacionado	Ref.	Resumen
Chatbot generativo en el idioma español utilizando la arquitectura de red neuronal Transformer	[24]	En propósito de este proyecto fue comprender a profundidad los modelos recientes relacionados con los chatbots; como lo son las redes Encoder-Decoder, la atención y el transformer, por esta razón implementaron un chatbot generativo en el idioma español utilizando la arquitectura de red neuronal transformer.
Chatbot para resolver dudas frecuentes de los estudiantes referentes a una materia.	[25]	Este Trabajo de Titulación tuvo como objetivo realizar una comparación entre metodologías de desarrollo de software tradicionales y metodologías ágiles, y como se adaptan de manera eficiente al desarrollo de un proyecto en específico.
Diseño de un chatbot para la reducción de tiempo de espera en gestión de solicitudes e incidentes del área administrativo en la Universidad Científica del Sur.	[26]	Este proyecto consistió en la implementación de un asistente virtual para el apoyo en la atención al cliente, para satisfacer las solicitudes e incidentes del área administrativo en la Universidad Científica del Sur, el cual fue implementado en la red social de Messenger de Facebook
Prototipo de chatbot para la resolución y atención de inquietudes académicas de la secretaría de ingeniería en sistemas computacionales e informáticos	[27]	Este proyecto se centró en el desarrollo de un prototipo el cual responda a las consultas más frecuentes realizadas por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos, el objetivo por el cual se desarrolló esta investigación es el de impulsar el uso de chatbots para reducir el tiempo de respuesta a las inquietudes.

Tabla 2. Trabajos relacionados con modelos transformers y KDT,
Ref: sitio o repositorio del cual proviene la información. **Resumen:** Síntesis concreta del trabajo relacionado en cuestión.

Trabajo relacionado	Ref.	Resumen
Modelos de transformers para la clasificación de texto	[7]	El presente proyecto tuvo por objetivo hacer hincapié en las técnicas de PLN para la clasificación de texto, para cual se centraron en los modelos neuronales del lenguaje basados en la arquitectura transformers y en BERT.
Modelos transformers en la gestión de respuestas a preguntas en PLN. Aplicación a asistentes conversacionales	[11]	Este trabajo consistió en construir una simulación completa, aplicando los modelos transformers a un asistente virtual, con el fin de que este proporcione respuestas precisas, las mismas que fueron extraídas de diferentes textos.
Análisis del estado del arte de la generación de texto con redes neuronales mediante modelos transformers.	[19]	Este Trabajo de grado tuvo como objetivo principal aplicar los conocimientos actuales sobre el procesamiento del Lenguaje Natural, al problema de responder a preguntas haciendo uso de la arquitectura transformer.
Análisis de Sentimientos en Twitter para Descubrir Contenido Xenófobo hacia los Inmigrantes Venezolanos en Ecuador.	[8]	El Trabajo de Titulación tuvo como propósito determinar la existencia de contenido xenófobo en un conjunto de tuits, se lo llevo a cabo mediante la metodología KDT.
Evaluación de desempeño de los modelos Transformadores para la predicción de la complejidad léxica para el idioma español.	[28]	Este trabajo consistió en una investigación acerca de una exploración y evaluación de los diferentes modelos de Transformers aplicados para el idioma español como BERT, XML-RoBERTa y RoBERTa-Large-BNE
Entrenamiento y evaluación de modelos pequeños de lenguaje natural basado en métodos de autoatención.	[6]	El objetivo de este trabajo consistió en aumentar la disponibilidad de modelos de aprendizaje profundo en español, para lo cual se evaluaron siete modelos tipo BERT.
Afinamiento de los modelos de transformadores integrando características lingüísticas para mejorar el rendimiento en la predicción de la complejidad léxica.	[29]	Este trabajo investigativo de titulación se basó en el afinamiento de resultados de predicción de palabras complejas a través del uso de modelos transformadores como BERT y RoBERTa.

5. Metodología

El presente apartado expone que tipo de investigación, métodos, técnicas, contexto y la metodología que se empleó en el desarrollo del Trabajo de Titulación (TT).

5.1 Tipo de investigación

De acuerdo al enfoque del presente TT, se empleó el tipo de investigación exploratoria, aplicada para la comprensión y análisis del modelo transformer para la generación de un modelo que responda a preguntas acerca de becas e incentivos de la Universidad Nacional de Loja (UNL). También utilizó una investigación cuantitativa – cualitativa, para analizar los valores obtenidos por el modelo realizado e interpretar los mismos.

5.2 Métodos

5.2.1 Método científico

El método científico es un procedimiento empleado para generar más conocimiento del que se conoce, consiste en la observación sistemática, medición y experimentación, y la formulación, interpretación y modificación de las hipótesis; permitiendo generar respuestas a las incógnitas de la investigación [21]. Este método se empleó para el análisis de la documentación obtenida mediante levamiento de información acerca de conceptos claves para el presente TT, en la cual se realizó una selección del modelo a emplear para el desarrollo del trabajo, el lenguaje de programación en el que se desarrolla dicho modelo, así como los algoritmos y herramientas de software para poder configurar y ajustar el modelo preentrenado.

5.2.2 Método analítico

Según Abreu [28], consiste en distinguir, conocer y clasificar los distintos elementos que conforman un conocimiento general. El método analítico sirvió para poder identificar el objetivo general y en base a él identificar los objetivos específicos con sus respectivas actividades para poder responder a la pregunta de investigación planteada.

5.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de información

5.3.1 Cuestionario

El cuestionario es la herramienta que permite al científico social plantear un conjunto de preguntas para recoger información estructurada sobre una muestra de personas [22], esta técnica fue empleada para recopilar las preguntas acerca de becas e incentivos, las cuales fueron utilizadas en la creación del corpus para posteriormente entrenar al modelo con el

mismo.

5.3.2 Fine Tuning

Fine tuning esta una técnica empleada en Deep Learning para el ajuste de los pesos en una topología de red previamente entrenada a una velocidad de aprendizaje relativamente lenta que permita obtener el mejor rendimiento del modelo al procesar los datos de entrenamiento. Esta técnica será empleada para ajustar los parámetros necesarios en el modelo RoBERTa, de tal forma que este sea capaz de responder preguntas acerca de becas e incentivos.

5.3.3 Metodología

Para el presente TT se tomó como referencia las fases de la metodología KDT, adaptando las seis fases de la misma, las cuales son: definición de conceptos, recopilación de información, pre-procesamiento, transformación, minado de texto y por último la interpretación de los resultados, tal como se muestra en la Figura 7, obteniendo la metodología mostrada en la Figura 8 para este TT.

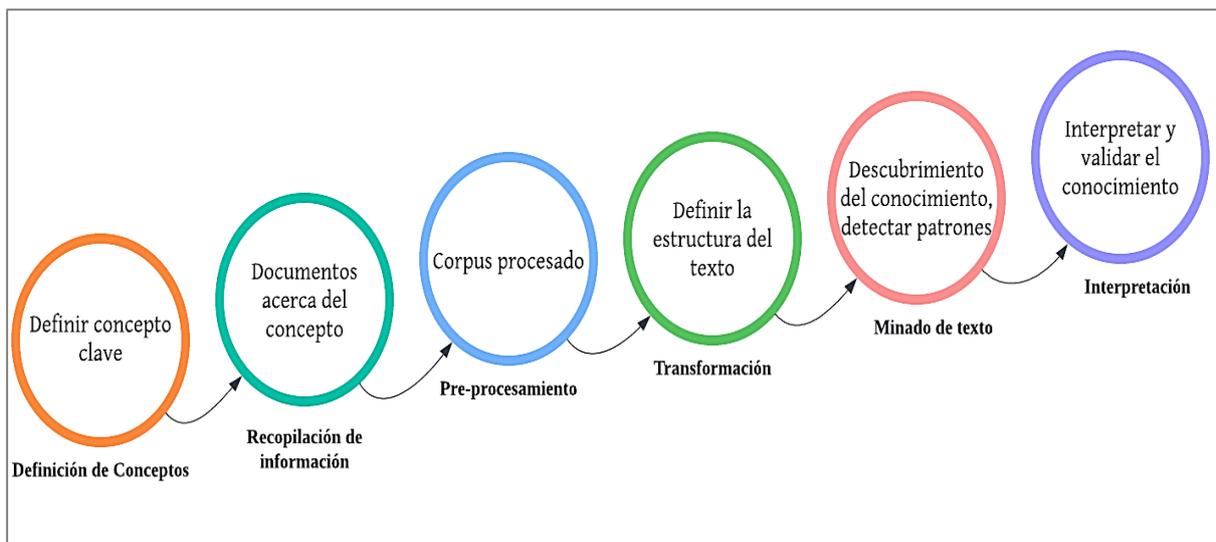


Figura 8. Metodología aplicada en el TT, basada en la metodología KDT.

Fase I: Definición de conceptos

En esta fase se procedió a establecer los conceptos claves para el desarrollo del TT, en primera instancia se definió que son las redes transformer y la relevancia que han tenido dentro del procesamiento del lenguaje natural, los modelos transformer, procedimiento y consideraciones importantes para el entrenamiento de dichos modelos. También se definió el tema central del corpus a ser manejado por el modelo transformer a realizar en el presente TT, en este caso se identificó en base a la problemática que ocasiona el poco conocimiento

de los estudiantes acerca de becas e incentivos que oferta la UNL.

Fase II: Recopilación de información

En esta fase se realizó una investigación en algunos repositorios digitales con el fin de hallar diversos trabajos relacionados que serán de utilidad para la ejecución de TT y fundamentar los conceptos claves de la fase anterior. En los repositorios digitales de la UNL, se obtuvieron documentos que contenían información acerca de becas e incentivos. Una vez recopilada la documentación de mayor relevancia, se encontraron dos documentos principales que se centran en el tema como lo es el reglamento de becas e incentivos y el reglamento de régimen académico de la UNL.

Fase III: Preprocesamiento

Dentro de esta fase se procedió a cargar el reglamento de becas e incentivos, para lo cual se requirió una transformación del del archivo pdf en archivos json, una vez procesado el conjunto de datos se continuó con la limpieza del mismo eliminando valores nulos y caracteres innecesarios, que distorsionen posteriormente la detección de patrones.

Fase IV: Transformación

Posteriormente, en esta fase se procedió a dar estructura necesaria al texto, para ello se debe pasar el conjunto de datos por tres pasos importantes los cuales son: el lematizado para transformar las variaciones de las palabras con morfemas a su raíz; el etiquetado para clasificar una palabra en función tanto de su definición como de su contexto y finalmente el tokenizado el cual divide el texto en tokens con el fin de construir una matriz de palabras, en donde los encabezados de cada columna fueron las palabras existentes dentro del corpus.

Fase V: Minado de texto

En esta fase se realizó la selección del modelo preentrenado para la generación del nuevo modelo, se optó por el modelo de Transformers, RoBERTa ya que este está preentrenado en preguntas y respuestas en español, fue entrenado con textos sin procesar. A partir de este se originó uno nuevo, basado en el conjunto de datos acerca de becas e incentivos, una vez cargado en Huggin Face se procedió a consumirlo desde un space, en el que se presenta una interfaz para que el usuario pueda interactuar con el modelo.

Fase VI: Interpretación

Finalmente, en esta fase se analizan los resultados obtenidos por el modelo en lo referente a la F1 score obtenido, en diferentes ámbitos en primera instancia se le otorgó un contexto determinado para obtener una respuesta, la segunda es planteando diferentes preguntas a un contexto dado y tercero analizar los resultados del cuestionario aplicado a los estudiantes de la Carrera de Computación, para lo que se usaron tablas y diagramas de barras para una mejor interpretación.

6. Resultados

En esta sección se detallan los resultados de cada uno de los objetivos específicos del presente Trabajo de Titulación (TT), obtenidos a través de la aplicación de la metodología planteada en la **Figura 8**, esto en el marco del cumplimiento de los objetivos propuestos.

6.1 Objetivo 1: Crear un conjunto de datos de Becas e Incentivos para el modelo.

En cumplimiento del presente objetivo se efectuaron cuatro fases de la metodología KDT especificadas a en las subsecciones siguientes, dicho proceso se resume en la **Figura 9**.

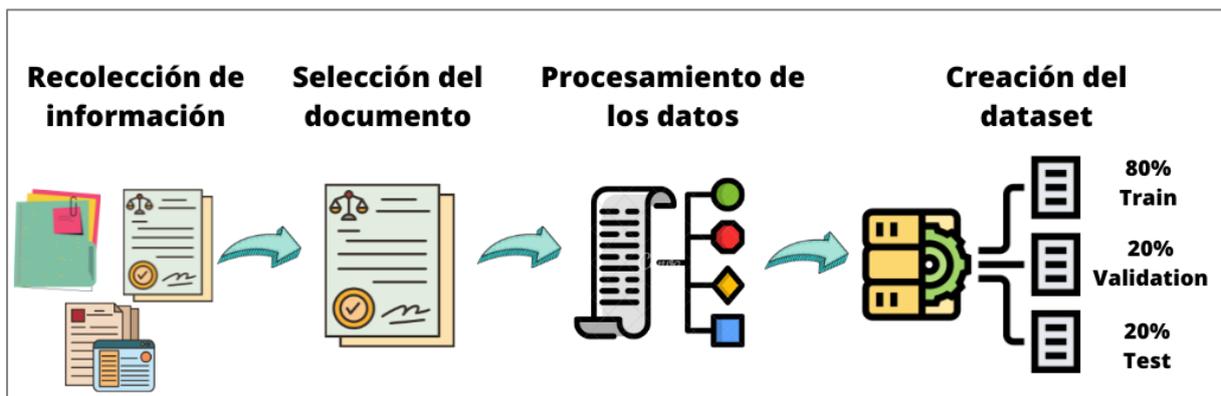


Figura 9. Organizador gráfico secuencial de las actividades efectuadas para dar cumplimiento al Objetivo 1.

Para el desarrollo de este objetivo se requirió de un repositorio en GitHub al cual se puede acceder desde el siguiente enlace: <https://github.com/EvelynQuevedo/becas/tree/main/datos> en el mismo se encuentran alojados los tres archivos que fueron utilizados para la creación del dataset, por otro lado también se empleó la plataforma Hugging Face para albergar el dataset como tal, a este se puede acceder desde con el enlace <https://huggingface.co/datasets/Evelyn18/becasv2>. Como apoyo didáctico se realizó un video corto de la creación del dataset (Ver ANEXO 8)

Fase I: Definición de conceptos

Las redes transformer fueron un concepto esencial en este TT, se optó por este tipo de redes por las ventajas que ofrece en relación con las redes neuronales recurrentes (RNN), estas poseen un sistema de encoding y decoding por capas, aquí las capas de recurrencia son reemplazadas por el modelo de self-atención, las redes transformer no requieren que los datos estén ordenados, lo que garantiza que los Transformers posean una mayor paralelización que las RNN, reduciendo así de forma considerable los tiempos de entrenamiento y permitiendo el desarrollo de modelos predictivos sobre conjuntos de datos de gran tamaño.

Entre los primeros modelos se encuentra BERT, a raíz de este surgieron muchos otros

aplicando ciertas mejoras, como lo es RoBERTa este modifica los hiperparámetros clave de BERT, así como la eliminación del objetivo de entrenamiento previo de la siguiente oración, el entrenamiento con mini lotes y tasas de aprendizaje grandes, lo que le permitió a RoBERTa superar el modelado de lenguaje enmascarado con relación a BERT, ocasionando un mejor rendimiento.

Para la ejecución del TT se consideró la utilización de un modelo preentrenado como base para el modelo transformer, ya que supone ganar mucho tiempo en cuanto a entrenamiento, debido a que se reusa un modelo ya entrenado y únicamente se lo adapta a un corpus determinado para solucionar un problema en específico. En este caso se emplearon técnicas como Fine Tuning y Transfer Learning, la primera consiste añadir ciertas capas a la arquitectura para adaptar el modelo a una tarea concreta y posteriormente reentrenar sobre dichas tareas, en lo referente a la segunda permite ahorrar tiempo, ya que el lugar de iniciar un proceso de aprendizaje desde cero, se hace uso de un modelo preentrenado que ya ha aprendido a solucionar un problema diferente.

Un corpus es un conjunto de datos estructurado de textos, en este caso corpus empleado para el entrenamiento del modelo transformer está basado en la problemática que ocasiona el desconocimiento acerca de becas e incentivos que oferta la Universidad Nacional de Loja (UNL), por lo que se decidió tomarlo como tema central en el presente TT.

Fase II: Recopilación de información

Actividad 1.1: Buscar documentos que hablen sobre Becas e Incentivos en la Universidad Nacional de Loja.

Una vez analizada la información de los repositorios digitales de la UNL, se obtuvieron dos documentos de utilidad para el TT, como lo son el reglamento del régimen académico y el reglamento de becas e incentivos (**Véase la Tabla 3**).

Tabla 3. Reglamentos acerca de becas
Archivo: Nombre del reglamento. **Fecha:** Fecha de aprobación del documento

Archivo	Fecha
Reglamento de becas e incentivos [2]	Aprobado en febrero del 2021 por el OCS
Reglamento del régimen académico [30]	Aprobado en enero del 2021 por el OCS

Al culminar con el análisis de los dos documentos, se procedió a establecer el documento más adecuado para abarcar la problemática a ser tratada por el modelo transformer, estableciendo así el Reglamento de Becas e Incentivos de Bienestar Estudiantil de la Universidad Nacional de Loja, el cual está conformado por cuarenta artículos centrados tanto

en las becas como en los incentivos, convirtiéndose en el principal insumo para trabajar durante el desarrollo de las siguientes fases, mientras que en el reglamento del régimen académico existían pocos artículos que hacían alusión a becas de una forma general.

Una vez que se tuvo definida la base de la información se necesitó conseguir también aquellas preguntas frecuentes que los estudiantes necesitan conocer acerca de becas e incentivos, para ello se realizó una encuesta a estudiantes de la Carrera de Computación, así como también algunos estudiantes de bachillerato que estaban próximos a entrar a Universidad. A la vez también se entablo una entrevista con la Directora de Bienestar Estudiantil, la cual es la encargada de todo lo referente a becas, con el fin de conocer desde su perspectiva aquellas interrogantes que los estudiantes suelen plantearle referente al tema en cuestión.

Teniendo estos dos elementos indispensables como lo es base de la información y las preguntas se procedió con la creación del dataset.

Fase III: Pre-procesamiento

Actividad 1.2: Procesar los documentos encontrados sobre Becas e Incentivos.

En primera instancia se realizó la transformación del reglamento que se encontraba como archivo pdf en tres archivos json (**Véase la Figura 10**) mediante líneas de código en python a través de Google Colab, la división del pdf se la efectuó en base a los artículos contemplados en el reglamento de Becas e Incentivos, un archivo se denominó train³, el cual será el conjunto de datos para entrenar el modelo conteniendo el 80% de los datos, el segundo se designó validation⁴ con un 20% de los datos, este contiene los datos reservados para comprobar que el modelo generado a partir de los datos de entrenamiento funciona y el último se trata del archivo de test, el mismo que está basado en el 20% de los artículos seleccionados de forma aleatoria. Estos archivos contienen la estructura detallada en la **Tabla 5**.



Figura 10. División del dataset original en los datos para entrenamiento, validación y test.

Estos conjuntos de datos como tal contienen información sin tratar, en formatos no óptimos para que sean posible utilizarlos como corpus por un modelo de lenguaje, por tal motivo se cargo los archivos en un repositorio de github⁵ mediante git bash (**Véase la Figura 11**).

³ <https://raw.githubusercontent.com/EvelynQuevedo/becas/main/datos/train3.json>

⁴ <https://raw.githubusercontent.com/EvelynQuevedo/becas/main/datos/validation3.json>

⁵ <https://github.com/EvelynQuevedo/becas/tree/main/datos>

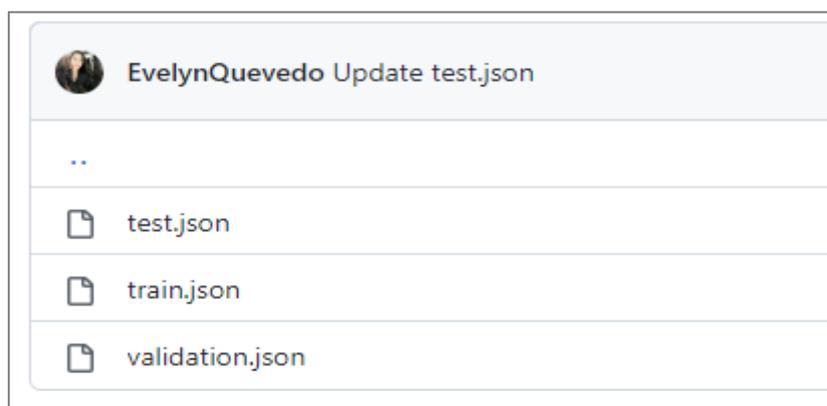


Figura 11. Repositorio de github en el cual se encuentran alojados los archivos json que conforman en dataset becas.

Para el preprocesamiento se creó un cuaderno en Google Colab en el cual se cargaron los datos contenidos en los archivos json del github para observar la información contenida, realizar la limpieza e ir aplicando la estructura requerida para que el corpus sea utilizable por cualquier modelo. Para ello fue se suprimieron caracteres innecesarios, los mismos que se encuentran contenidos en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Caracteres eliminados en el preprocesamiento de los datos

Caracteres eliminados
Espacios innecesarios
Número de páginas
[]+
/ @ ✓
(...)

Es muy importante de manera inicial autenticarse en Hugging Face para que el corpus preentrenado se guarde en el hub de esta plataforma, la cual será una herramienta indispensable para el desarrollo de este TT.

Fase IV: Transformación

Actividad 1.3: Crear el conjunto de datos de Becas e Incentivos

Luego de haber realizado los pasos antes mencionados se procedió a crear el conjunto de datos en Hugging Face, al ser esta una plataforma de desarrollo de procesamiento de lenguaje natural permitió crear la base de datos de forma rápida y sencilla, primero se ingresa con la cuenta personal, posteriormente en el menú que se encuentra a la derecha se selecciona la opción *new dataset*, seguidamente se debe asignar un nombre al conjunto de datos en este

caso fue **becas**, luego se selecciona si el mismo se creara de forma pública o privada, para efecto de este TT se le hizo de forma pública(**Véase la Figura 12**).

The screenshot shows the 'Create a new dataset repository' form. At the top, there is a red GitHub logo and the title 'Create a new dataset repository' with a subtitle 'A repository contains all dataset files, including the revision history.' Below this, there are two input fields: 'Owner' with a dropdown menu showing 'Evelyn18' and 'Dataset name' with a text input containing 'becas'. There is also a 'License' dropdown menu. At the bottom, there are two radio button options: 'Public' (selected) and 'Private'. The 'Public' option has a description: 'Anyone on the internet can see this dataset. Only you (personal dataset) or members of your organization (organization dataset) can commit.' The 'Private' option has a description: 'Only you (personal dataset) or members of your organization (organization dataset) can see and commit to this dataset.'

Figura 12. Creación del dataset en la plataforma Hugging Face de forma pública.

El siguiente paso consistió en crear un archivo .py (**Véase la Figura 13**) que contuvo un script denominado `becasv2.py`⁶, desde el cual se consumieron los datos localizados en el Github, los mismos que contienen la información a ser contenida por el dataset.

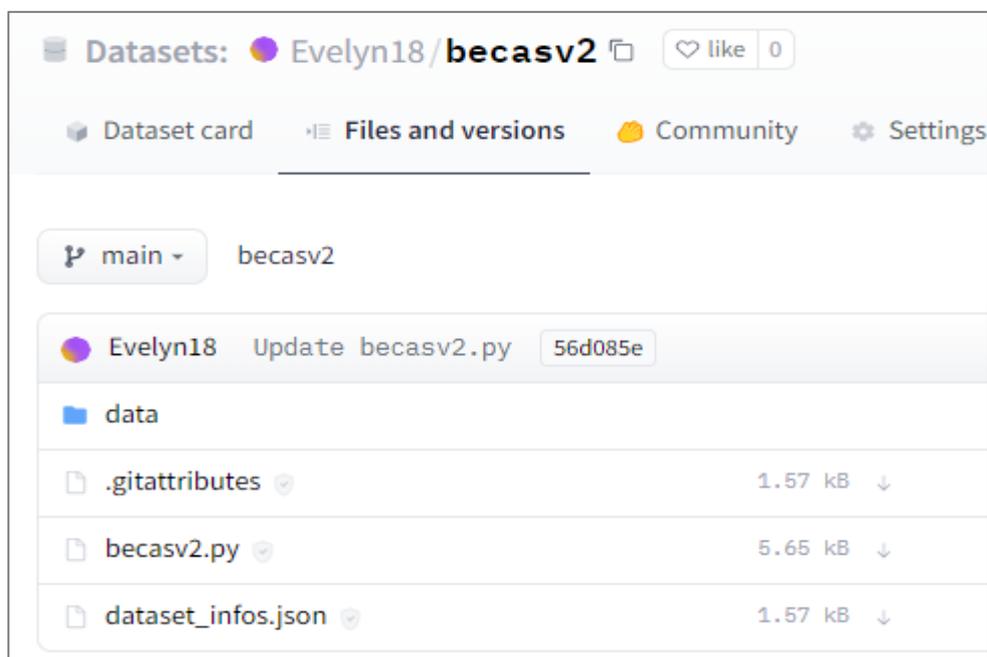


Figura 13. Conjunto de datos becas creado en Hugging Face.

Una vez que el corpus fue creado con los dos archivos se visualizó la división de los mismos en el dataset card, tanto del conjunto de entrenamiento como el de validación, ambos archivos

⁶ <https://huggingface.co/datasets/Evelyn18/becasv2/blob/main/becasv2.py>

poseen los mismos campos (Véase la Figura 14 y Figura 15).

Dataset card for Evelyn18/becasv2. The preview shows the training split (v1.1.0) with 5 rows of data. Each row contains an id, title, context, question, and answers in JSON format.

id (string)	title (string)	context (string)	question (string)	answers (json)
1	Comisión de becas e incentivos	Art. 5.- De la comisión de becas e incentivos.- La...	¿Quiénes conforman la comisión de becas e...	{ "text": ["El Rector de la Institución o su...
2	Comisión de becas e incentivos	Art. 5.- De la comisión de becas e incentivos.- La...	¿Cómo esta formado la comisión de becas?	{ "text": ["El Rector de la Institución o su...
3	Comisión de becas e incentivos	Art. 5.- De la comisión de becas e incentivos.- La...	¿Quiénes conforman la comisión de...	{ "text": ["El Rector de la Institución o su...
4	Comisión de becas e incentivos	Art. 6.- Funciones de la Comisión de Becas e...	¿Cuáles son las funciones de la...	{ "text": ["a. Elaborar el cronograma...
5	Comisión de becas e incentivos	Art. 6.- Funciones de la Comisión de Becas e...	¿Qué funciones desempeña la comisión...	{ "text": ["a. Elaborar el cronograma...

Figura 14. Datos de entrenamiento para el modelo que conforma el dataset becas.

Dataset card for Evelyn18/becasv2. The preview shows the validation split (v1.1.0) with 5 rows of data. Each row contains an id, title, context, question, and answers in JSON format.

id (string)	title (string)	context (string)	question (string)	answers (json)
1	Registro, Mantenimiento y Seguimiento	Art. 23.- Del mantenimiento de las Becas e Incentivos.- Para el...	¿Cómo puedo mantener la beca?	{ "text": ["tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada...
2	Registro, Mantenimiento y Seguimiento	Art. 23.- Del mantenimiento de las Becas e Incentivos.- Para el...	¿Cómo conservo mi beca?	{ "text": ["tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada...
3	Registro, Mantenimiento y Seguimiento	Art. 24.- Del Seguimiento a Estudiantes Becarios y/o...	¿Quien da seguimiento a las condiciones para mantener la beca?	{ "text": ["El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a...
4	Registro, Mantenimiento y Seguimiento	Art. 24.- Del Seguimiento a Estudiantes Becarios y/o...	¿Quien registra el cumplimiento de las condiciones para mantener la...	{ "text": ["El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a...
5	Incentivos	Art. 25.- De las obligaciones de los estudiantes beneficiarios de las beca...	¿Cuáles son las obligaciones como beneficiario de becas?	{ "text": ["a. Asistir normalmente a clases, cumpliendo el 80% de acuerdo ...

Figura 15. Conjunto de datos para la validación del modelo que conforma el dataset

El corpus o dataset desarrollado está formado por contextos, preguntas y respuestas, donde cada muestra incluye los siguientes campos de tipo string a excepción de la respuesta que se encuentra en formato json (**Véase la Tabla 5**).

Tabla 5. Campos que conforman el dataset becas
Campo: Nombre del campo. **Tipo:** Tipo de dato del campo.
Significado: Breve descripción del campo.

Campo	Tipo	Significado
Id	string	Número de la pregunta, empleado como identificador.
Title	string	Título de cada pregunta, en este caso corresponde a los títulos de cada sección del reglamento de becas e incentivos.
Context	string	Contexto en donde se encuentra cada pregunta, en este caso corresponde a cada uno de los artículos
Question	string	La pregunta en sí
Answers	json	Respuesta de la pregunta, esta información es muy importante en la fase de extracción de la respuesta.

6.2 Objetivo 2: Elaborar un modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.

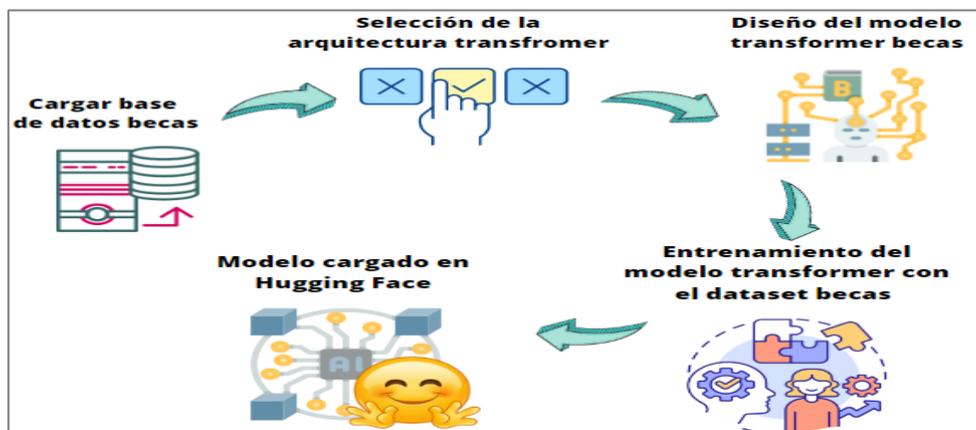


Figura 16. Representación secuencial de las actividades desarrolladas para dar cumplimiento al Objetivo 2 del TT.

En la **Figura 16** se aprecia de forma concreta los pasos que se realizaron para dar cumplimiento al Objetivo 2, adicionalmente se realizó un video en el que se puede visualizar las actividades efectuadas y las plataformas utilizadas para ello (Ver ANEXO 9). El modelo elaborado como resultado de este Objetivo se encuentra alojado en el siguiente enlace <https://huggingface.co/Evelyn18/roberta-base-spanish-squades-becasv3>

Tomando en consideración los trabajos relacionados (**Véase la Tabla 2**) que hacen alusión a la utilización de los modelos Transformers, se consideraron tres modelos, mismos que fueron analizados para determinar la factibilidad de una posible implementación de uno de ellos en el presente Trabajo de Titulación, para ello se analizaron las características y la precisión de cada uno de los modelos como se presenta en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Comparativa de modelos transformers.

Modelo: Nombre de modelo transformer, **Características:** Rasgos importantes del modelo, **Precisión:** Valor de precisión del conjunto de valores obtenidos a partir de mediciones repetidas de una magnitud, **Idioma:** Idioma en el esta entrenado el modelo.

Modelo	Características	Precisión	Idioma
BERT (Bidirectional Encoder Representation from Transformers)	Tiene 12 capas y 110 millones de parámetros con 768 capas ocultas e incrustadas iguales, utiliza un modelo de lenguaje enmascarado y predicción de la siguiente oración.	86.7	Inglés
RoBERTa (Robustly Optimized BERT pre-training Approach)	Es la variante que más se asemeja a BERT, la diferencia radica en los pasos previos al entrenamiento: Utiliza el enmascaramiento dinámico, elimina la predicción de la siguiente oración y utilizó un tamaño de lote de 8000 con 300 000 pasos.	90.2	Español
DistilBERT (Distillation BERT)	Se aprovecha de un modelo complejo para entrenar un modelo más ligero, dicho proceso se conoce como "Destilación", se ejecuta más rápido y usa menos memoria.	82.1	Español

Fase V: Minado de Texto

Actividad 2.1: Diseñar un modelo basado en la red neuronal transformer capaz de responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos.

Se opto por seleccionar el modelo de RoBERTa como el modelo base, si bien es cierto este es una extensión de BERT, sin embargo por las modificaciones detalladas en la sección 4.1.3.2 y las especificaciones mencionadas en la **Tabla 6**, dicho ejemplar logra mejorar el

rendimiento obtenido por su antecesor, otra razón es por sus hiperparámetros, ya que RoBERTa emplea tamaños de mini batch size y factor de aprendizaje de mayor valor que los utilizados en BERT, también la secuencia de entrada de los ejemplos de entrenamiento es mayor, lo que representa una mejora del 15% con relación a BERT [16]. Adicionalmente este modelo se encuentra entrenado en español y permite contextos mayores a 512 tokens. Por estos motivos en este TT se empleó el modelo RoBERTa en lugar de BERT. El modelo pre-entrenado fue IIC/roberta-base-spanish-squades⁷ elaborado por Instituto de Ingeniería del conocimiento, el mismo se encuentra disponible en la librería transformers de Hugging Face, este es un modelo de lenguaje enmascarado basado en Transformers, el cual fue entrenado en el conjunto de datos SQUAD-ES V1.1, es un conjunto de datos de preguntas y respuestas traducido automáticamente de SQUAD al español. Para la construcción del modelo como tal se realizaron mediante dos fases:

- Cargar la base de datos.
- Preprocesamiento de los datos.

A continuación, se detallan cada de una de estas fases que fueron desarrolladas en Google colab, mediante el lenguaje de programación Python:

En primera instancia se procedió a descargar la dependencia de transformers, seguidamente se cargó la base de datos obtenida en el objetivo anterior, el corpus acerca de becas e incentivos, para lo cual se requirió de la librería datasets y las funciones load dataset y load metric, que posteriormente se usaron para la evaluación (Véase la Figura 17).

```
from datasets import load_dataset, load_metric

datasets = load_dataset("Evelyn18/becasv2")
```

Figura 17. Librerías datasets, necesarias para consumir el dataset becas desde Hugging Face.

El Datasets objeto en sí es DatasetDict (Véase la Figura 18), que contiene una clave para el conjunto de entrenamiento y validación, compuesta por un id, un título, un contexto, una pregunta y una respuesta a la misma.

⁷ <https://huggingface.co/IIC/roberta-base-spanish-squades>

```
Datasets
DatasetDict({
  train: Dataset({
    features: ['id', 'title', 'context', 'question', 'answers'],
    num_rows: 87599
  })
  validation: Dataset({
    features: ['id', 'title', 'context', 'question', 'answers'],
    num_rows: 10570
  })
})
```

Figura 18. DatasetDict, diccionario con los dos subconjuntos de entrenamiento y validación con sus respectivos campos.

Antes de enviar los textos al modelo, se pasaron por un proceso de preprocesamiento. Esto lo hace un Transformers Tokenizer que tokenizará las entradas, incluida la conversión de los tokens a sus ID correspondientes en el vocabulario preentrenado y lo pondrá en un formato que espera el modelo.

Para poder realizar esto, se creó una instancia del tokenizador con el AutoTokenizer.from_pretrained método que sirvió para obtener un tokenizador correspondiente a la arquitectura del modelo y descargar el vocabulario utilizado al preentrenar este punto de control específico.

```
from transformers import AutoTokenizer, AutoModelForQuestionAnswering
tokenizer = AutoTokenizer.from_pretrained(model_checkpoint)
```

Figura 19. Tokenizer, carga un tokenizador pre-entrenado con AutoTokenizer.from_pretrained().

El Autotokenizer es el responsable de procesar el texto a un formato que sea entendible para el modelo, por lo que primeramente separa el texto en palabras denominadas *tokens*, posteriormente los transforma a números para con ellos elaborar un tensor que luego sirve como un input para el modelo. El tokenizador (Véase la Figura 20) en este caso devuelve un diccionario que contiene:

- Inputs ids, las cuales son representaciones numéricas de los tokens.
- Attention mask, este sirve para indicar que tokens deben ser atendidos.

```
tokenizer("¿Cuales son los requisitos?", "Tener un a nota mínima de 8.5")
{'input_ids': [101, 2054, 2003, 2115, 2171, 1029, 102, 2026, 2171, 2003, 25353, 22144, 2378, 1012, 102], 'attention_mask': [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]}
```

Figura 20. Tokenización de la pregunta y respuesta.

El tokenizador convierte las oraciones en fragmentos por estar usando el modelo RoBERTa,

de la siguiente forma:

```
< s > sentencia_1 </s> </s>sentencia_2
```

Donde:

< s > : es el token clasificador.

</s> : es el token separador.

Al pasar la pregunta y contexto al tokenizador, se verifica si la posición del relleno del mismo está a la derecha o a la izquierda, por defecto se encuentra a la izquierda. Entonces el tokenizador tokenizará las secuencias junto con el relleno de las secuencias con `max_length` para de esta forma satisfacer el límite de secuencia dado (Véase la Figura 21).

```
for x in tokenized_example["input_ids"][:1]:
    print(tokenizer.decode(x))

<s> ¿Como se realiza el otorgamiento de un incentivo?</s></s> Art. 32.- D
```

Figura 21. Token clasificador y separador añadidos en la tokenización

Se uso el mapeo para encontrar la posición de los tokens tanto de inicio y como del final de la respuesta en una característica determinada, para ello fue necesario distinguir que secciones de las compensaciones corresponden a la pregunta y que sección corresponde al contexto, para ello se utilizó `sequence_ids` (Véase la Figura 22), este identifica que parte de la secuencia es la pregunta y cual de ellas es la respuesta, los tokens únicos están codificados como Ninguno, donde 0 son las preguntas y 1 los contextos.

```
sequence_ids = tokenized_example.sequence_ids()
print(sequence_ids)

[None, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, None, 1, 1, 1, 1,
```

Figura 22. Sequence ids, permiten identificar la pregunta de la respuesta.

La arquitectura empleada para este TT fue `RobertaForQuestionAnswering`, la cual posee los parámetros detallados en la Figura 23.

```

    "RobertaForQuestionAnswering"
  ],
  "attention_probs_dropout_prob": 0.0,
  "bos_token_id": 0,
  "classifier_dropout": null,
  "eos_token_id": 2,
  "gradient_checkpointing": false,
  "hidden_act": "gelu",
  "hidden_dropout_prob": 0.0,
  "hidden_size": 768,
  "initializer_range": 0.02,
  "intermediate_size": 3072,
  "layer_norm_eps": 1e-05,
  "max_position_embeddings": 514,
  "model_type": "roberta",
  "num_attention_heads": 12,
  "num_hidden_layers": 12,
  "pad_token_id": 1,
  "position_embedding_type": "absolute",
  "transformers_version": "4.20.1",
  "type_vocab_size": 1,
  "use_cache": true,
  "vocab_size": 50262
}

```

Figura 23. Arquitectura RobertaForQuestionAnswering, empleada en el entrenamiento del modelo.

Actividad 2.2: Entrenar el modelo basado en red neuronal transformer, con la información del reglamento de becas e incentivos de la UNL.

En la fase de entrenamiento se empleó la metodología de Fine Tuning mencionada en la sección 4.1.1.12, esto permitió realizar algunas modificaciones en lo que refiere a la tasa de aprendizaje, tamaño del lote y épocas (epochs), los cuales son los hiperparámetros que fueron ajustados con el fin de obtener resultados lo más óptimos posible en lo que concierne a la precisión del modelo. A continuación, se detalla la funcionalidad de los hiperparámetros antes mencionados:

- *Learning Rate.* - es uno de los hiperparámetros más importantes, ya que este valor determina si la curva de aprendizaje se propaga hacia atrás, es decir indica la tendencia hacia los mínimos, mientras más pequeña sea la tasa de aprendizaje, hará que el modelo converja más lentamente. Por otra parte, si el valor es mucho mayor al que debería, provocará que el modelo diverja. De modo que, si el valor utilizado dentro de esta variable no es el correcto, provocará que el modelo no logre alcanzar los niveles de precisión máximos posibles [31]. Para este TT se definió un valor de 3e-5.
- *Batch Size.* - Es el número de ejemplos que se introducen en la red para que se entrenen a la vez. Si el número es pequeño, significa que la red tiene en memoria poca cantidad de datos, por lo que el tiempo de entrenamiento será mucho menor, dependiendo del total de datos usados en la fase de entrenamiento, sin embargo, es posible que no aprenda ciertas características y detalles que pueden ser significativos en la predicción. Por otra parte, si el valor de BS es mayor, ocurre lo contrario: es más

probable que tenga en cuenta los casos más importantes a la hora de aprender, pero el tiempo de entrenamiento es mucho más lento, aunque en gran medida, estos tiempos dependen de los recursos empleados para este fin [31]. Para el entrenamiento del presente TT se utilizó un valor de 11.

- *Epoch.* -También llamado épocas, este valor se encarga de definir el número de veces que una entrada (input) pasa por la red. Por lo general, llegados a un determinado momento, en el que el peso converge en cierto valor, cualquier aumento a partir de este, no aumentará la eficiencia del modelo, sino más bien, limitará su rendimiento [31]. El número de épocas utilizadas para el TT fue de 6.

En la **Tabla 7** mostrada a continuación se presenta el resultado del proceso de Fine Tuning realizado para conseguir los resultados más óptimos posibles.

Tabla 7. Mejores resultados del proceso de Fine Tuning
N°: Número de la configuración, **Hiperparámetros:** valor de cada uno de los hiperparámetros, **Resultados:** Valores de F1 Score devueltos en la validación del modelo.

N°	Hiperparámetros			Resultados
	Learning_rate	Batch_size	Epoch	F1 Score
1	2e-5	11	5	0.71
2	3e-5	11	5	0.65
3	3e-5	11	6	0.81
4	4e-5	8	2	0.89
5	5e-5	10	2	0.72
6	3e-5	64	2	0.73

De acuerdo a la **Tabla 7**, las configuraciones 1, 2, 5 y 6 serían aquellas con menor F1 Score en comparación al resto. Por otro lado, las configuraciones 4 y 5 pueden ser usadas como los hiperparámetros más opcionables para el modelo, en base a la puntuación de F1 Score, se tomó el modelo con mayor F1 score correspondiente a la configuración 3.

Dentro de este proceso de Fine Tuning se tomaron consideración los experimentos que mostraron mejores resultados, pero también, pero para alcanzar los mismos se tuvieron que realizar diversas pruebas en las que no se obtuvieron resultados tan favorables como se evidencia en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Resultados menos favorables del proceso de Fine Tuning.
N°: Número de la configuración, **Hiperparámetros:** valor de cada uno de los hiperparámetros, **Resultados:** Valores de F1 Score devueltos en la validación del modelo.

N°	Hiperparámetros			Resultados
	Learning_rate	Batch_size	Epoch	F1 Score
1	6e-5	11	5	0.51
2	1e-5	10	6	0.49
3	2e-5	8	5	0.41
4	5e-5	8	12	0.46
5	4e-5	36	5	0.38
6	3e-5	24	2	0.63

Las configuraciones iniciales sirvieron para identificar que no es necesario más de 2 épocas en este caso para que el modelo aprenda, ya que después de la segunda época la pérdida aumenta en lugar de disminuir como se puede observar el resultado de la configuración 1 en **Tabla 9**.

Tabla 9. Resultados de la configuración 1

Época	Perdida de validación
1	2.1579
2	1.7889
3	1.8938
4	2.1400
5	2.1942

Por esta razón se optó por reducir el número de épocas ya que se evidenció que solo se requiere dos en este caso para que el modelo aprenda lo que necesite, también se consideró un tamaño de lote de 11 y finalmente se eligió un valor de tasa de aprendizaje lo más alto posible estableciendo así el valor de 3e-5. Obteniendo así los resultados de la **Tabla 10**.

Tabla 10. Entrenamiento de la configuración 4

Época	Perdida de validación
1	1.7032
2	1.6939

Finalmente, el modelo que llevará por nombre para este TT, ROBERTaBECAS, quedo ajustado como se visualiza en la **Figura 24**, seguidamente se detallan cada uno de los hiperparámetros (Véase la Figura 24). En esta sección se configuró para que la evaluación se realice al final de cada época, se ajustó la tasa de aprendizaje la cual está definida al inicio del código de entrenamiento, se personalizó la cantidad de épocas para el entrenamiento, así

como la disminución del peso.

```
model_name = model_checkpoint.split("/")[-1]
args = TrainingArguments(
    f"{model_name}-becasv3",
    evaluation_strategy = "epoch",
    learning_rate=3e-5,
    per_device_train_batch_size=batch_size,
    per_device_eval_batch_size=batch_size,
    num_train_epochs=6,
    weight_decay=0.01,
    push_to_hub=True,
)
```

Figura 24. Hiperparámetros del modelo ROBERTaBECAS

TrainingArguments.- Es una clase que contiene todos los atributos para personalizar el entrenamiento. Requiere un nombre de carpeta, que se usará para guardar los puntos de control del modelo.

Evaluation Strategy.- La estrategia de evaluación fue definido por épocas.

Learning Rate.- La tasa de aprendizaje tuvo un valor de 3e-5

Per_device_train_batch_size.- Se definió de acuerdo al tamaño del lote, en este caso 11

Per_device_train_batch_size.- Se definió de acuerdo al tamaño del lote, en este caso 11

Num_train_epochs.- El número de épocas fue 6, a pesar que por la cantidad de datos el modelo solo requiere de dos para aprender.

Weight_decay.- Se ha establecido un valor de 0.01

Push_to_hub.- Tuvó un valor booleano de true, para subir el modelo al Hub regularmente durante el entrenamiento.

También se necesitó un recopilador de datos que agrupará lo datos procesados, por lo que se utilizó default_data_collator (**Véase la Figura 25**).

```
from transformers import default_data_collator
data_collator = default_data_collator
```

Figura 25. Recopilador de datos, son objetos que formarán un lote Utilizando una lista de elementos del conjunto de datos como entrada

Se procedió a evaluar el modelo y calcular las métricas (esta es una operación muy larga, por lo que solo se calculó la pérdida de evaluación durante el entrenamiento). Para ello se debió pasar el modelo, los argumentos definidos anteriormente y los conjuntos de datos, mostrados

en la Figura 26.

```
trainer = Trainer(  
    model,  
    args,  
    train_dataset=tokenized_datasets["train"],  
    eval_dataset=tokenized_datasets["validation"],  
    data_collator=data_collator,  
    tokenizer=tokenizer,  
)
```

Figura 26. Trainer, proporciona una API para la capacitación completa de características en PyTorch

Para ajustar el método únicamente se lo debe llamar de la siguiente forma: *trainer.train()*

Para guardar el modelo generado, se lo realizó así: *trainer.save_model("test-squad-trained")*.

Referente a la evaluación del modelo se requirió un poco más de trabajo, ya que se necesitó mapear las predicciones del modelo a partes del contexto. El modelo en sí predice logits para el inicio y la posición final (**Véase la Figura 27**) de las respuestas: se tomó un lote de el cargador de datos de validación, este es el resultado que da el modelo.

```
import torch  
  
for batch in trainer.get_eval_dataloader():  
    break  
batch = {k: v.to(trainer.args.device) for k, v in batch.items()}  
with torch.no_grad():  
    output = trainer.model(**batch)  
    output.keys()  
  
odict_keys(['loss', 'start_logits', 'end_logits'])
```

Figura 27. Start logits y end logits

Estableciendo así un logit para cada función y cada token. Dado el caso que se requiera predecir una respuesta para cada característica se toma el índice del máximo de logits iniciales como posición inicial y el índice del máximo de logits finales (**Véase la Figura 28**).

```
salida.start_logits.argmax(dim=-1), salida.end_logits.argmax(dim=-1)  
  
(tensor([ 46, 57, 78, 43, 118, 15, 72, 35, 15, 34, 73, 41, 80, 91,  
         156, 35], dispositivo='cuda:0'),  
 tensor([ 47, 58, 81, 55, 118, 110, 75, 37, 110, 36, 76, 53, 83, 94,  
         158, 35], dispositivo='cuda:0'))
```

Figura 28. Logits inicial y final

En este paso es muy importante tener en cuenta las métricas para el control de calidad como lo es la coincidencia exacta y F1.

- **Coincidencia exacta.** - Para cada par de pregunta + respuesta, si los caracteres de la predicción del modelo coinciden exactamente con los caracteres de (una de) las respuestas verdaderas, EM = 1; de lo contrario, EM = 0. Esta es una métrica estricta de todo o nada; estar equivocado por un solo carácter da como resultado una puntuación de 0. Al evaluar contra un ejemplo negativo, si el modelo predice cualquier texto, automáticamente recibe un 0 para ese ejemplo⁸.
- **F1 Score.**- Es la relación entre la cantidad de palabras compartidas y la cantidad total de palabras en la predicción, y la recuperación es la relación entre la cantidad de palabras compartidas (Ecuación 2).

$$F1 = \frac{2}{recall^{-1} + precisión^{-1}} = 2 * \frac{precisión * recall}{precision + recall} \quad (2)$$

Al finalizar el proceso de evaluación, el modelo transformers acerca de becas de la Universidad Nacional de Loja quedo cargado en el Hub de Hugging Face (**Véase la Figura 30**), ya que esta plataforma también brinda la posibilidad de alojar diversos modelos de IA, basta con haberse autenticado al inicio del proceso de entrenamiento del modelo en el cuaderno de Google Colab, se puede acceder a dicho modelo con el siguiente enlace <https://huggingface.co/Evelyn18/roberta-base-spanish-squades-becasv3>, se encuentra de forma pública, esta plataforma brinda una API de inferencia en el que se puede probar la funcionalidad del modelo (**Véase la Figura 29**).

⁸ https://colab.research.google.com/github/fastforwardlabs/ff14_blog/blob/master/_notebooks/2020-06-09-Evaluating_BERT_on_SQuAD.ipynb#scrollTo=A0nzi48yBQ7_

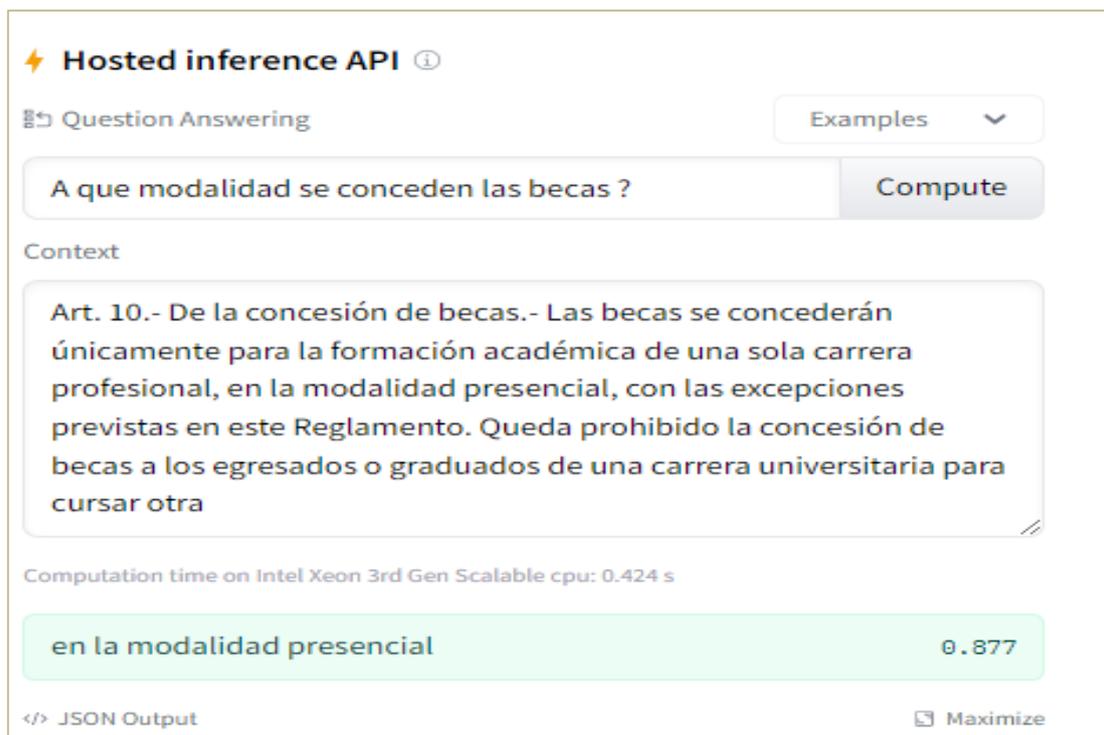


Figura 29. API de inferencia del modelo becas, mediante la cual se efectúan las predicciones

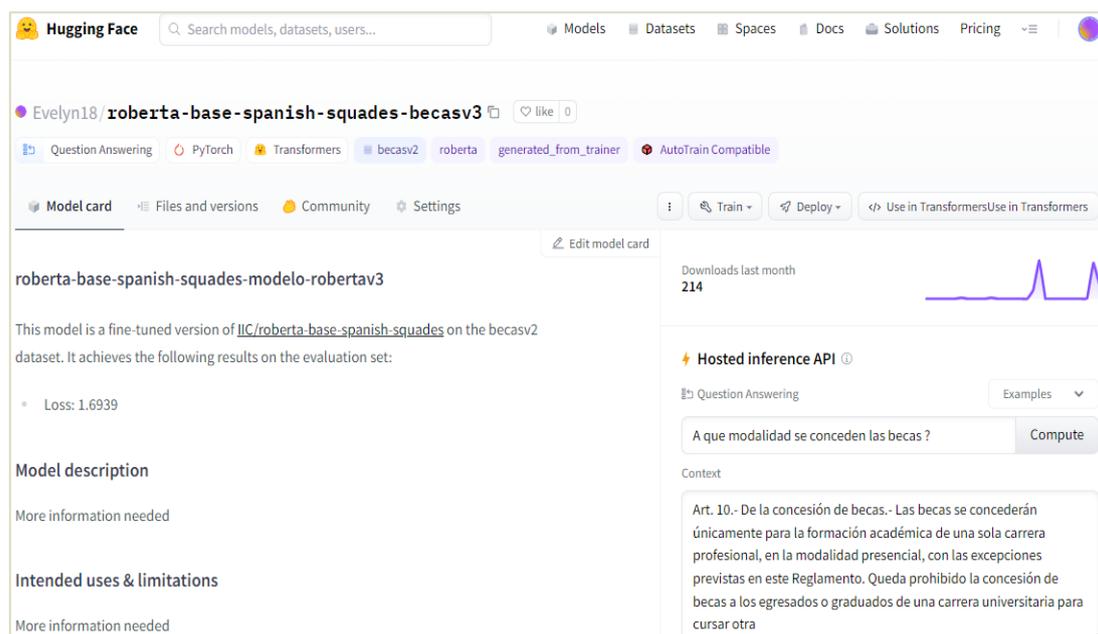


Figura 30. Modelo RoBERTaBecas, alojado en la plataforma Hugging Face.

Para facilitar la comprobación del modelo becas se decidió adicionar una actividad al objetivo la cual consistió en elaborar un space con gradio⁹ (**Véase la Figura 31**), el mismo que es una herramienta que también brinda la plataforma de Hugging Face, el resumen de los pasos para la creación de los spaces se encuentra sintetizado en un video (Ver ANEXO 10).

⁹ <https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/space-becas>

Este space es básicamente un prototipo de aplicación en la cual los usuarios pueden interactuar con el modelo de forma sencilla e intuitiva, mediante gradio se realizó la creación de dicha aplicación en python e hizo posible compartirla como mucha facilidad para su evaluación.

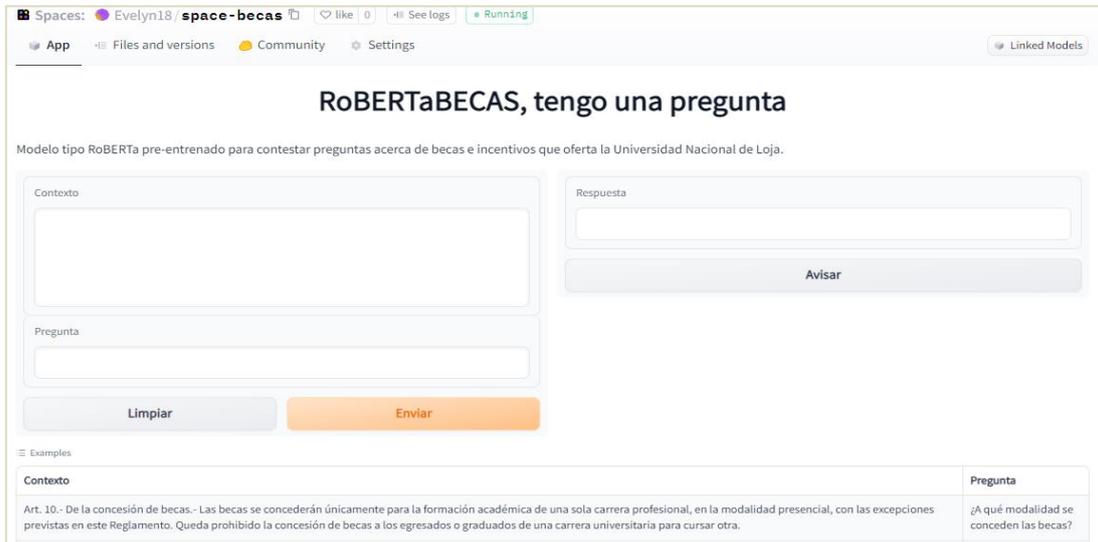


Figura 31. Space de RobertaBecas dado un contexto, basado en la librería de gradio.

Básicamente este prototipo de aplicación funciona de la siguiente manera: Gradio es el encargado de construir la aplicación web, mientras que Hugging Face es el responsable de proporcionar el modelo, la API de inferencia y la API de procesamiento de datos. Es decir, Gradio se convierte en el front-en, mientras que Hugging Face se ejecuta en el back-end de la aplicación (Véase la Figura 32).

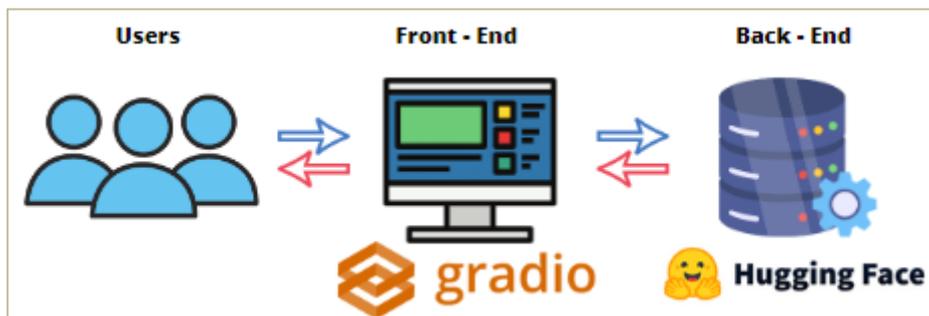


Figura 32. Arquitectura del space becas con la librería gradio.

Adicionalmente se vio necesario realizar la creación de un nuevo space¹⁰ en el que el usuario únicamente debiera ingresar la pregunta de la cual requiera obtener información, y de este modo el modelo sea el encargado de definir el contexto al que corresponde y en base a ello devolver una respuesta con su respectivo score, para ello se hizo uso de una nueva librería llamada streamlit con el fin de mostrar la funcionalidad de las diversas herramientas que ofrece

¹⁰ <https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/becasIncentivosUNL>

la plataforma Hugging Face.



Figura 33. Space becasIncentivosUNL basado en la librería streamlit, en la cual solo se debe plantear la pregunta al modelo.

Al igual que el space desarrollado con gradio posee la misma arquitectura mostrada en la **Figura 32**, con la única diferencia que la parte de front-end se encuentra la librería streamlit como se puede observar en la **Figura 34**.

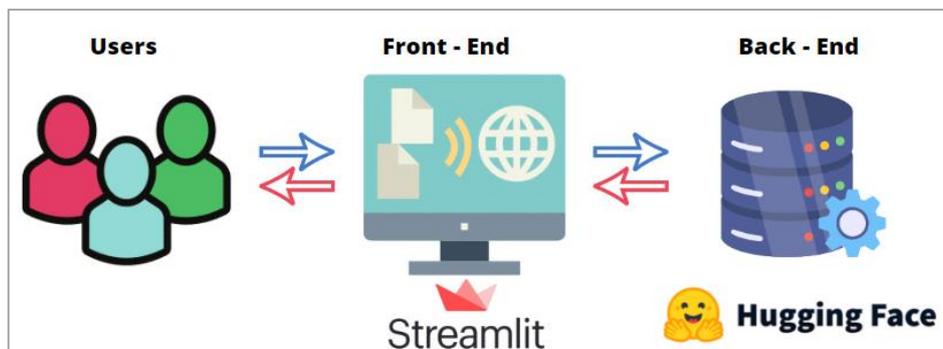


Figura 34. Arquitectura del space con streamlit.

6.3 Objetivo 3: Evaluar el funcionamiento del modelo en un ambiente de pruebas con los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja.

Para dar cumplimiento a este objetivo, en primer lugar, se siguió un plan de pruebas el cual consistió en plantear 80 preguntas al modelo y analizar los resultados por el mismo. En la **Tabla 11** se puede apreciar 5 ejemplos de ello, si se desea observar la totalidad de los resultados visualizar el ANEXO 14.

Tabla 11. Matriz utilizada para el plan de pruebas.

N°	Pregunta	Respuesta devuelta	Completa o Incompleta	Contexto Correcto o Incorrecto	Observaciones
1	¿Quiénes hacen cumplir las disposiciones del reglamento?	Las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja	Completa	Correcto	
2	¿Cuál es el monto de la ayuda económica que comprende la beca tipo A?	Cuarenta y cinco dólares estadounidenses	Completa	Correcto	
3	¿Para qué modalidad son las becas?	En la modalidad presencial	Completa	Correcto	
4	¿Qué funciones tiene el responsable de la sección de becas e incentivos?	a. Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante	Completa	Correcto	
5	¿Por qué se finaliza el contrato de becas e incentivos?	Por muerte o ausencia definitiva	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado fue el correcto, pero solo devolvió parte de la respuesta

Seguidamente se realizó un experimento de pruebas con ayuda de los estudiantes de la Carrera de Computación y posteriormente poder interpretar dichos resultados, estas actividades se plasman de forma gráfica en la **Figura 35**.

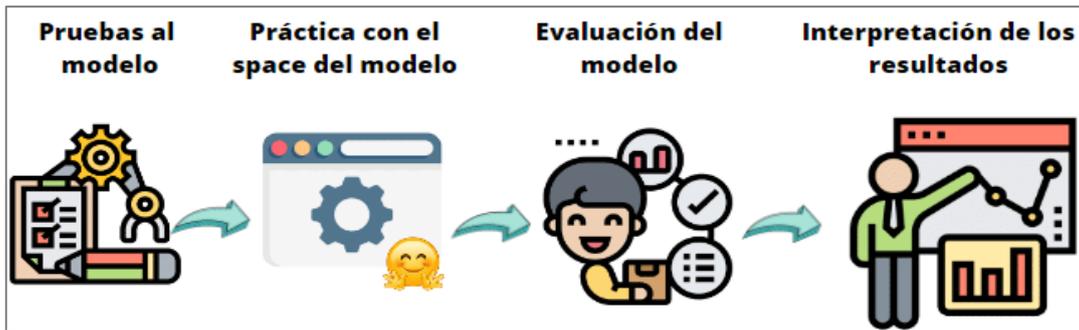


Figura 35. Organizador gráfico secuencial de las actividades efectuadas para dar cumplimiento al Objetivo 3.

Fase VI: Interpretación

Actividad 3.1: Realizar las pruebas del modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.

Para la evaluación del modelo se lo realizó mediante cuatro formas, la primera es dando al modelo tanto la pregunta como el contexto para devolver una respuesta junto su score, la segunda fue reformulando la pregunta a un determinado contexto y de igual forma obtener una respuesta con su respectivo score y finalmente se realizó las pruebas de funcionalidad con los estudiantes de la Carrera de Computación a quienes se les compartió los space¹¹ realizados en la actividad anterior, los cuales realizaron las dos primeras evaluaciones mencionadas en el space con gradio para corroborar el funcionamiento del mismo y también se les pidió que accedan al space con streamlit en el cual debían únicamente plantear la pregunta al modelo para obtener una respuesta como tal.

Un aspecto importante a considerar al momento de formular las preguntas es la estructura que deben tener estas, deben poseer la siguiente: **¿Pronombre interrogativo + complemento?**, en la **Tabla 11** se enlistan algunos ejemplos de pronombres interrogativos que se pueden usar.

Tabla 12. Ejemplos de pronombres interrogativos
Pronombres interrogativos

¿Qué?
¿Quiénes?
¿Cuál?
¿Cuales?
¿Cómo?
¿Por qué?
¿Cuanto?

¹¹ <https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/space-becas>

Para efectuar la primera evaluación se realizó mediante el uso de un cuaderno de Google Colab¹², en el cual se valoraron los contextos de forma individual para ello se realizaron pruebas ofreciendo tanto el contexto como la pregunta al modelo para obtener una respuesta con su score correspondiente, para lo cual se usó los treinta y dos contextos del entrenamiento, a estos se les formulo una pregunta y se capturó el score de cada una, con el fin de obtener el promedio de precisión mediante esta prueba, los cuales se encuentran detallados en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Evaluación brindando al modelo la pregunta y contexto,

Contexto: Artículo contemplado en el reglamento de becas, simplificado en siglas.

Pregunta: Interrogante planteada en base al contexto. **Predicción:** Respuesta devuelta por el modelo. **Score:** valor en función de la precisión de la respuesta.

Contexto	Pregunta	Predicción	Score
C1	¿Cuáles son los principios del reglamento de becas?	Se rige por los principios de excelencia académica, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, inclusión, calidad, transparencia, pertinencia, celeridad, e integralidad.	0.95
C2	¿Cuál es el objeto del reglamento de becas?	Establecer y regular procedimientos para la difusión, postulación, revisión, selección, notificación, adjudicación, registro, seguimiento, mantenimiento, terminación y suspensión de becas.	0.95
C3	¿Quiénes deben hacer cumplir las disposiciones del reglamento?	Serán de obligatorio cumplimiento por parte de las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja.	0.83
C4	¿Qué es beca?	Ayuda económica que la	0.86

¹²

https://colab.research.google.com/drive/1VDA8_OnTdMKPFW1LgIMa68HZIk_UyMt2?hl=es#scrollTo=D73KuQAKVtbo

		institución concede a los estudiantes para pagar total o parcialmente los gastos que le permita cursar los estudios.	
C5	¿Quiénes conforman la comisión de becas e incentivos?	a. El Rector de la Institución o su delegado. b. El Director/a, de la Unidad de Bienestar Universitario. c. El Trabajador/a Social de la Unidad de Bienestar Universitario.	0.61
C6	¿Cuáles son las funciones de la comisión de becas e incentivos?	La Comisión de Becas e Incentivos de la Institución tendrá las siguientes funciones: a. Elaborar el cronograma anual de actividades y ejecutar los lineamientos y directrices referente al proceso de becas e incentivos, previo a la aprobación del Rector de la Institución. b. Elaborar los manuales operativos.	0.74
C7	¿Cuáles son las funciones del responsable de la sección de becas e incentivos?	a. Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante en el trámite de becas. b. Realizar estudios socioeconómicos y diagnósticos, así como, dar seguimiento al desempeño del estudiante becado	0.89
C8	¿Qué tipos de becas existen?	a. Beca Tipo "A" (Ayuda Socioeconómica). b. Beca Tipo "B" (Estudiantes con Discapacidad). c. Beca Tipo "C" (Reconocimiento al Esfuerzo).	0.81

C9	¿Cuál es el monto de la beca tipo A?	Cuarenta y cinco dólares estadounidenses	1.0
C10	¿A qué modalidad se conceden las becas?	En la modalidad presencial.	1.0
C11	¿Se puede tener más de una beca?	La Institución no podrá conceder a ningún estudiante más de una beca.	1.0
C12	¿Cuáles son los requisitos para obtener una beca?	a. Una calificación mínima de 8.5 en su promedio general. b. No haber reprobado ningún periodo académico, materia, curso o equivalente, durante el proceso de formación. c. Presentar una solicitud dirigida al Rector de la Institución. d. Copia de cédula y certificado de votación del estudiante y de la persona de quien dependa económicamente. e. Certificado de trabajo, RUC, RISE o rol de pagos de la persona de quien dependa económicamente, según el caso. f. Certificado de afiliación o no al IESS, de la persona de quien dependa económicamente. g. Certificado de aprobación del ciclo culminado, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. h. Certificado de matrícula vigente, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. i. Descargar del SGA, la ficha socioeconómica actualizada, con firma de	0.42

		responsabilidad tanto del estudiante como de su representante. j. Copia de cartola. (Cuenta bancaria activa). k. Contrato de responsabilidad.	
C13	¿En qué consiste la etapa de difusión?	La Universidad Nacional de Loja, a través de la Unidad de Comunicación e Imagen Institucional, deberá garantizar que el proceso de becas e Incentivos, sea conocido por los estudiantes.	0.82
C14	¿Se considerará la situación socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar.	1.0
C15	¿Existe un contrato para obtener una beca?	Para el otorgamiento de la beca, se realizará a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución.	0.81
C16	¿Quién establece la asignación de becas?	La Comisión de Becas	1.0
C17	¿Cómo es la distribución de becas?	La distribución de estudiantes becarios será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados	0.88
C18	¿A partir de que ciclo se otorgan las becas?	Se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo.	1.0
C19	¿Cuál es la nota mínima para los estudiantes que postulan por primera vez?	Los estudiantes que postulen por primera vez, se considerará una nota mínima de 8.5 en los dos últimos periodos académicos	0.8

		culminados	
C20	¿Existe un número de becarios?	El número de becarios por carrera, será igual al 10% de los alumnos matriculados	0.93
C21	¿Qué tiempo dura la beca de ayuda socioeconómica?	Se otorgará por el lapso que dure la carrera.	1.0
C22	¿Quién realiza el registro de becas e incentivos?	El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos	0.89
C23	¿Cómo puedo mantener la beca?	Tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada periodo académico.	1.0
C24	¿Quién da seguimiento a las condiciones para mantener la beca?	El responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a la Trabajadora Social	0.77
C25	¿Cuáles son las obligaciones como beneficiario de becas?	a. Asistir normalmente a clases, cumpliendo el 80% de acuerdo a lo que especifica la normativa institucional.	1.0
C26	¿Qué son los incentivos?	Se entiende por incentivo la ayuda económica que la Universidad otorga a los estudiantes integrantes de grupos artísticos.	0.94
C27	¿Cuál es el monto de los incentivos?	Treinta dólares	1.0
C28	¿A quiénes se otorga el certificado por excelencia académica?	Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones	1.0
C29	¿Cuáles son los requisitos para ser beneficiario del incentivo como ayuda económica?	a. Cédula de ciudadanía o pasaporte, b. Certificado del responsable del grupo, en el que conste que el beneficiario es integrante del mismo.	0.83
C30	¿Cuáles son los	a. Cédula de ciudadanía o	0.91

	requisitos para ser beneficiario del incentivo por excelencia académica?	pasaporte, b. Notificación de ser beneficiario del incentivo. c. Certificado de haber aprobado el ciclo inmediato anterior.	
C31	¿Qué debe hacer el estudiante que obtenga un incentivo o ayuda económica en grupos artísticos?	Se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones	1.0
C32	¿Cómo se realiza el otorgamiento de un incentivo o ayuda económica?	A través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución.	0.92
PROMEDIO			0.89

Para la segunda evaluación se seleccionó de forma aleatoria el 20% de los contextos que corresponde al test, posteriormente se cambió la semántica a la pregunta de diferentes formas, con el fin de obtener el score por cada una de ellas y así obtener una media de score de preguntas por cada contexto (**Véase la Tabla 14**).

Tabla 14. Evaluación con semántica de pregunta diferente.

Contexto: Artículo contemplado en el reglamento de becas. **Pregunta:** Interrogante planteada en base al contexto. **Predicción:** Respuesta devuelta por el modelo. **Score:** valor en función de la precisión de la respuesta.

CONTEXTO	PREGUNTA	SCORE
Art. 18.- Del ciclo para el otorgamiento de las becas. - Las becas en sus diferentes tipos, se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo, siempre y cuando el estudiante cumpla con los requisitos previstos.	¿Desde que ciclo se puede tener una beca?	0.97
	¿A partir de que ciclo se puede tener una beca?	0.96
	¿Desde que ciclo se puede acceder a una beca?	0.97
	¿Es posible tener una beca desde primer ciclo?	0.88
	¿Puedo tener una beca desde cualquier ciclo?	0.98

PROMEDIO POR CONTEXTO		0.95
Art. 10.- De la concesión de becas. - Las becas se concederán únicamente para la formación académica de una sola carrera profesional, en la modalidad presencial, con las excepciones previstas en este Reglamento. Queda prohibido la concesión de becas a los egresados o graduados de una carrera universitaria para cursar otra.	¿A qué modalidad se conceden las becas?	0.78
	¿Para qué modalidad son las becas?	0.92
	¿A qué modalidad de estudio se otorgan las becas?	0.95
	¿Las becas son para cualquier modalidad?	0.96
	¿Cuál es la modalidad para otorgar las becas?	0.97
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.91
Art. 31.- Sujeción a las normas. - El estudiante que obtenga el incentivo, o ayuda económica destinada para los grupos artísticos culturales se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones establecidas por el responsable del grupo al que pertenece.	¿Qué debe hacer el estudiante que obtenga un incentivo o ayuda económica en grupos artísticos?	0.84
	¿Qué debe realizar el estudiante una vez que obtenga un incentivo?	0.60
	¿Qué debe hacer el estudiante luego de que obtenga una ayuda económica en grupos artísticos?	0.96
	¿Qué le corresponde hacer al estudiante luego de obtener un incentivo?	0.88
	¿Qué le compete hacer al estudiante luego de conseguir un incentivo?	0.90
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.83
	¿Se considera la situación socioeconómica del	0.97

Art. 14.- De la situación socioeconómica del estudiante. - Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar, se tomará en cuenta el informe de la Trabajadora Social del Servicio de Becas, previa visita domiciliaria, a objeto de establecer dicha condición.	estudiante para conceder una beca?	
	¿Importa la situación socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	0.98
	¿Interesa la situación socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	0.98
	¿Importa la situación socioeconómica del estudiante para otorgar una beca?	0.98
	¿Se considera la situación socioeconómica del estudiante para dar una beca?	0.98
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.97
Art. 19.- Nota mínima para los estudiantes que cursen tercer ciclo en adelante. - Los estudiantes que postulen por primera vez, se considerará una nota mínima de 8.5 en los dos últimos periodos académicos culminados.	¿Cuál es la nota mínima para los estudiantes que postulen por primera vez?	0.16
	¿Qué nota mínima se considera para los estudiantes que postulen por primera vez?	0.51
	¿Cuál es nota requerida para una beca?	0.39
	¿Cuál es nota mínima para los estudiantes que cursen tercer ciclo?	0.36
	¿Cuál es nota mínima en los dos últimos periodos?	0.72
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.42

Art. 28.- Del Incentivo denominado Excelencia Académica. - Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones registradas en el Sistema de Gestión Académica, previa certificación del Secretario Abogado de la Facultad, tendrá un aporte económico de cuarenta y cinco dólares estadounidenses (USD \$45.00) una sola vez en el periodo académico.	¿A quiénes se otorga el certificado por excelencia Académica?	0.90
	¿A que estudiantes se otorga el incentivo por excelencia académica?	0.65
	¿Qué estudiantes reciben el incentivo por excelencia académica?	0.92
	¿Cuál es el aporte del incentivo por excelencia académica?	0.88
	¿Cuál es el aporte económico que ofrece el incentivo por excelencia académica?	0.89
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.84
Art. 27.- Del monto para el incentivo como ayuda económica. - El Incentivo como ayuda económica a los integrantes artístico culturales y deportivos, reconocidos por la Universidad, será por un monto de treinta dólares estadounidenses (USD \$30.00) por el lapso de doce meses en el año calendario, y no podrá ir más allá del ejercicio económico anual de la Institución, pero será susceptible de renovación.	¿Cuál es el monto de los incentivos?	0.77
	¿Cuál es el monto para el incentivo como ayuda económica?	0.78
	¿Cuál es el monto para el incentivo por el lapso de doce meses?	0.74
	¿Cuál es el monto otorgado para los incentivos?	0.77
	¿Cuánto es el monto para los incentivos?	0.75
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.76
Art. 11.- De la prohibición de tener más de una beca.- La Institución no podrá conceder a ningún estudiante más de una beca, incentivo o ayuda económica.	¿Se puede tener mas de una beca?	0.95
	¿Se puede tener dos becas?	0.97
	¿Es posible tener más de	0.98

	una ayuda económica?	
	¿Es posible tener más de un incentivo?	0.88
	¿La institución concede más de una beca?	0.91
PROMEDIO POR CONTEXTO		0.93

Para realizar la prueba de funcionalidad se elaboró un cuestionario (**Véase la Tabla 15**) el mismo que se encuentra basado en la escala de Likert de 5 categorías conformado por 4 preguntas, para ello se tomó como referencia el Trabajo Relacionado [21] y se adaptaron las preguntas para la problemática de este TT. Esta evaluación se aplicó a 30 estudiantes de la Carrera de Computación, los cuales realizaron las dos evaluaciones mencionadas anteriormente en el space con gradio (**Véase la Figura 31**) y la cuarta prueba haciendo uso del space con streamlit desarrollados en el objetivo anterior. En esta evaluación los estudiantes luego de realizar los experimentos con los dos spaces, dieron contestación a dos cuestionarios en base al funcionamiento de los dos ejemplares.

Tabla 15. Cuestionario de Funcionalidad, en base al funcionamiento observado del modelo.

N°	¿El modelo ...	Siempre	La mayoría de veces si	Algunas veces sí, algunas veces no	La mayoría de veces no	Nunca
1	responde a las preguntas planteadas, de acuerdo al contexto dado?					
2	brinda respuestas comprensibles?					
3	responde en un tiempo adecuado?					
3	comprende las preguntas que ud ingresa?					

Actividad 3.2: Analizar los resultados obtenidos por el modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.

En esta actividad se procedió a detallar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas previamente, la primera fue dando al modelo tanto la pregunta como en contexto para devolver una respuesta, para este caso se dio treinta y dos contextos en total obteniendo un promedio del 0.89 en F1 score.

En el segundo caso se reformuló la pregunta de formas diferentes para un determinado contexto, para ello se tomó en consideración los contextos de forma aleatoria, consiguiendo como score más alto el de 0.97 y como mínimo uno de 0.42, todos los resultados se detallan en la **Tabla 16** y **Figura 36** de forma gráfica.

Tabla 16. Resultados segunda evaluación en la cual se modifico la semántica de las preguntas

Contexto	F1 Score
C13	0.95
C10	0.91
C31	0.83
C14	0.97
C19	0.42
C28	0.84
C11	0.93
C27	0.76

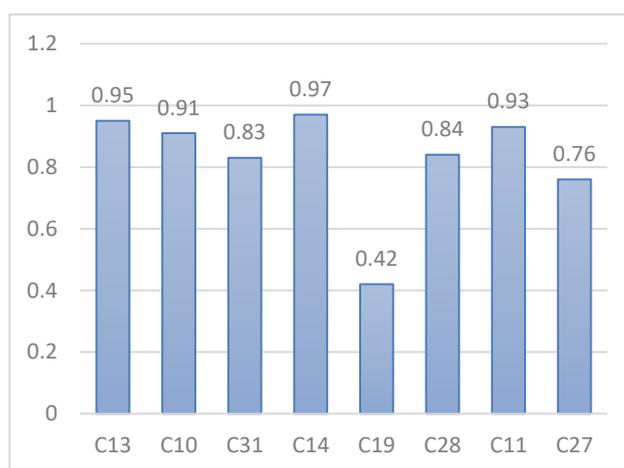


Figura 36. Resultados de la segunda evaluación mediante barras, en la que se modificó la semántica de las preguntas

Para la prueba de funcionalidad se procedió a especificar los valores obtenidos al aplicar el cuestionario mencionado anteriormente. Para obtener dichos valores en lo referente a la funcionalidad del modelo, se procedió a sumar los puntajes por cada una de las preguntas y

se obtuvo su promedio de forma individual. Teniendo así los siguientes valores:

- El 57 % si responde a las preguntas planteadas, de acuerdo al contexto dado.
- El 57 % brinda respuestas comprensibles.
- El 37% responde en un tiempo adecuado.
- El 53,3% comprende las preguntas que se le ingreso.

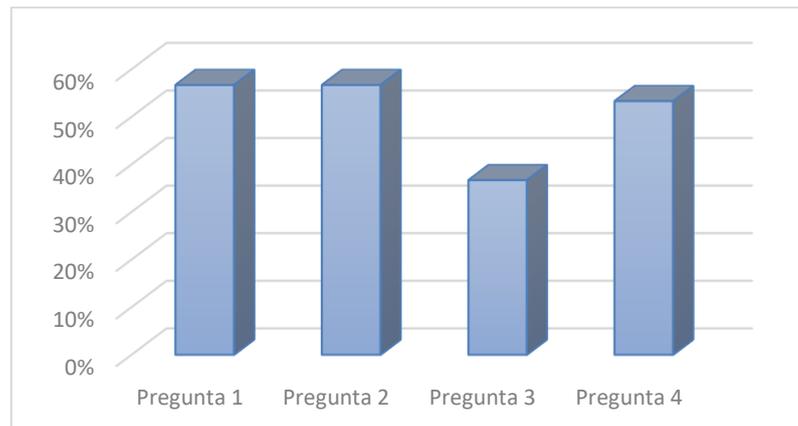


Figura 37. Puntuación de las preguntas del cuestionario según el de funcionalidad del modelo

7. Discusión

Una vez concluido el proceso de diseño y construcción del modelo basado en redes neuronales transformer para responder preguntas acerca de becas e incentivos, y haber sido sometido a un conjunto de pruebas que garantizaron que devuelva una respuesta como tal a cada una de las interrogantes, se procede a dar contestación a la pregunta de investigación, la cual se formuló de la siguiente manera, ¿Un modelo de red neuronal transformer permitirá responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos a los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja?. En base a los resultados obtenidos en los tres objetivos planteados, específicamente aquellos obtenidos en el objetivo tres, se comprueba la creación de un modelo de red neuronal transformer para responder acerca de becas e incentivos con una coincidencia exacta de 80,17% y un valor de F1 Score de 81%. Toda la discusión de estos resultados se divide de acuerdo a cada objetivo, brindando información detallada sobre los puntos principales de cada proceso, sus limitaciones y los principales aportes posteriores al desarrollo de este Trabajo de Titulación (TT).

7.1 Desarrollo de la propuesta alternativa.

El presente TT, estuvo conformado por 3 fases, estas fases corresponden a cada uno de los objetivos planteados para el desarrollo del mismo. Todas estas fases, actividades y resultados obtenidos se muestran a continuación.

Objetivo 1: Crear un conjunto de datos de Becas e Incentivos para el modelo

En lo referente al cumplimiento del objetivo uno, el cual consistió en la creación de un conjunto de datos, inicialmente se realizó una investigación acerca de los documentos que tratan sobre becas e incentivos que oferta la Universidad Nacional de Loja a sus estudiantes, para ello se procedió a buscar en los repositorios digitales y físicos disponibles en la institución información relevante, obteniendo inicialmente el Reglamento del Régimen Académico [30] en este insumo se encontró un par de artículos que trataban acerca de becas e incentivos de una forma general, más no específica como se requería para el entrenamiento del modelo, por otro lado se obtuvo el Reglamento de Becas e Incentivos que maneja Bienestar Estudiantil [2], dicho ejemplar estaba compuesto en su totalidad por información acerca de Becas e Incentivos razón por la cual se lo definió a este como insumo principal para el presente TT, el mismo que fue aprobado el 18 de diciembre del 2021 por el Órgano Colegiado Superior, este reglamento consta de doce capítulos y cuarenta artículos basados en todo lo referente tanto a becas como a incentivos que los estudiantes necesitan saber para hacerse acreedores a tales beneficios. Para conformar la base del conocimiento se requirió de dos elementos importantes, el primero correspondió a los contextos, en este caso cada artículo del

reglamento seleccionado se convirtieron en los respectivos contextos de donde se extrajo la información para dar respuesta a las interrogantes. El segundo elemento son las preguntas que los estudiantes necesitan solventar acerca de becas e incentivos, para la obtención de las mismas, para ello se requirió de una encuesta a los estudiantes para conocer cuáles son aquellas interrogantes que se plantean ellos acerca de becas e incentivos, también se aplicó una entrevista a la encargada del departamento de becas con fin de adicionar más interrogantes en base a lo que los estudiantes suelen preguntar acerca del tema en cuestión, finalmente como aporte personal se agregaron algunas preguntas que no se mencionaron en entrevista ni tampoco en la encuesta, ya que se consideró conveniente contemplar la mayor parte de información contenida en el reglamento de becas e incentivos, como resultado de este cruce de información se obtuvo el listado de preguntas que fueron la base para entrenar al modelo.

Como segunda actividad para dar resolución al objetivo se efectuó la transformación del documento seleccionado previamente en un corpus, ya que el reglamento se encontraba en formato pdf y por esta razón no podía ser utilizado por el modelo ROBERTaBECAS debido a que el dataset requería que los datos se encuentren en formato json para poder ser procesados por el mismo, para ello se lo dividió en dos archivos json, esta división se realizó en base a los artículos que conforman el reglamento, el primer archivo en cuestión está conformado por el 80% de los artículos, el mismo que corresponde a los datos usados para el entrenamiento del modelo, el segundo concierne al 20% de los artículos, el cual pertenece a los datos usados para la validación, ambos se encuentran alojados en un repositorio de github. Los datos contenidos en el primer archivo sirvieron para que el modelo adquiriera el conocimiento necesario para en base a ello realizar las correspondientes predicciones, es decir se convirtió en la base del conocimiento del modelo y con los datos del archivo de validación se contrastó si el dataset adquirió el conocimiento necesario para ser capaz de dar respuestas a preguntas acerca del tema en cuestión.

Objetivo 2: Elaborar un modelo de agente conversacional basado en la red neuronal transformer.

En lo que se refiere al cumplimiento del objetivo 2, los Trabajos Relacionados [6], [26], [5], [28], hacen referencia al uso de modelos pre-entrenados con un nivel de precisión que oscila, entre el 80% y el 90% (**Véase la Tabla 6**), al emplear un modelo pre-entrenado significó utilizar un modelo que ya fue entrenado con un gran conjunto de datos de referencia para resolver un problema similar al de este TT y optimizar con ello los tiempos del proceso de Fine Tuning. De los Trabajos Relacionados antes mencionados, la precisión fue establecida como un criterio de aceptación para los modelos con el fin de elegir el mejor entre los mismos, se definió un valor mínimo del 80% de precisión para seleccionar los modelos pre-entrenados y a la vez

analizar de manera detenida las características de cada uno de ellos. Como resultado de este análisis se concluyó que el modelo RoBERTa con una precisión de 90.2% fue el que mejor especificaciones presentó, frente a los modelos BERT con 86.7% y DistilBERT con 82.1% respectivamente, además RoBERTa se encuentra en español, está basado en la estrategia de enmascaramiento de lenguaje BERT, sin embargo, RoBERTa permite mejorar el objetivo de modelado del lenguaje enmascarado y por ende conduce a un mejor rendimiento de las tareas. Una vez seleccionado el modelo base, se procedió con el preprocesamiento de los datos contenidos en el corpus para poder ser utilizados por el modelo en el proceso de fine tuning en donde se realizó la configuración de los hiperparámetros, la tasa de aprendizaje, épocas y tamaño de lote, esta configuración fue muy importante en esta parte del desarrollo ya que de ella dependió la precisión del modelo, por ende para determinar la mejor configuración posible fue lo más complicado de este objetivo, debido a que no existen valores previamente definidos, por tal motivo, se realizaron diversas pruebas con distintas modificaciones a los hiperparámetros, con el fin de obtener la mejor configuración posible. En la **Tabla 8** se detallaron aquellas configuraciones en las cuales no se obtuvo una buena precisión con relación a la esperada, mientras más alto se fijaba en valor de la tasa de aprendizaje disminuía la precisión, es por ello que se evidenció que el poner un valor muy cercano a uno el modelo cometía errores, pero por el contrario si el valor era muy pequeño el entrenamiento era más tardado para acercarse a una predicción aceptable, al fijar el valor de las épocas se pudo deducir que no era necesario un valor muy alto para que el modelo aprenda todo lo que debía aprender ya que la cantidad de datos que conforman el dataset es pequeña con relación a la que fue entrenado previamente el modelo seleccionado, finalmente en lo que respecta al batch size inicialmente se definieron valores pequeños debido a la cantidad de datos y de este modo el entrenamiento fuera más rápido, sin embargo se optó por incrementar este valor con el fin de que el modelo abarque todas las características y detalles que puedan ser significativas en la predicción del modelo. Tomando estas consideraciones se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 7**, en la cual constan los mejores resultados obtenidos en cada una de las configuraciones de los hiperparámetros, estableciendo así que la tercera configuración es con la que se obtuvieron mejores resultados con un porcentaje de 0.81%. Para el desarrollo de esta fase se utilizó GPU, ya que permite reducir de manera considerable los tiempos de entrenamiento y así optimizar los recursos del computador. El modelo fue alojado de forma pública en la plataforma de Hugging Face lo que permite a otros, a su vez, usar esos modelos previamente entrenados para sus propios proyectos de IA en lugar de tener que crear modelos desde cero. Como actividad adicional se vio necesario la creación de un prototipo de aplicación en la cual se pueda evidenciar de mejor manera el funcionamiento del modelo, para ello se desarrolló inicialmente un space en la plataforma antes mencionada haciendo uso de la librería gradio, en esta primera interfaz el

modelo trabajaba de forma guiada, es decir requería conocer tanto el contexto como la pregunta para en base a ello arrojar una respuesta con su respectivo score, al hacerlo de esta manera se logró evidenciar que el modelo respondía de forma correcta las preguntas formuladas, sin embargo de esta forma resultó ser un poco compleja al momento de ser probado por los estudiantes ya que estos necesitaban conocer los artículos del reglamento que servirían como contextos del modelo para poder plantearle las preguntas al mismo, razón por la cual se creó un nuevo space en Hugging Face basado en la librería streamlit en esta interfaz ya solo se requería que el usuario ingrese su interrogante acerca de becas e incentivos y el modelo se encargaba de obtener las palabras clave de la pregunta y asociarlas con el contexto en el cual encuentre coincidencias con dichas palabras clave y de esta forma conseguir la respuesta a las interrogantes planteadas, esto facilitó a los estudiantes probar la funcionalidad del modelo de agente conversacional RoBERTaBecas, a pesar de ello para que el modelo responda con mayor precisión debe encontrar un número de coincidencias considerable en la pregunta formulada y el contexto.

Objetivo 3: Evaluar el funcionamiento del modelo en un ambiente de pruebas con los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja.

Para evaluar el funcionamiento del modelo se lo hizo mediante diversas formas, tomando como punto de referencia el valor de F1 Score devuelto en cada una de las pruebas efectuadas, inicialmente se aplicó una evaluación individual, para ello se planteó la pregunta junto con el contexto a los treinta y dos contextos contemplados en el dataset los mismos que correspondieron a los datos de entrenamiento, al realizar esta evaluación se obtuvieron valores de F1 bastante buenos consiguiendo un promedio de precisión de 0.89%. Para realizar la segunda evaluación se modificó la semántica de las preguntas planteadas formulando así cinco a un mismo contexto, para analizar si el modelo es capaz de reconocer las preguntas y relacionarlas con el contexto al cual corresponde, en este caso se aplicó la evaluación a los contextos alojados en el archivo test, de esta forma los valores de predicción de F1 Score cambiaron entre pregunta y pregunta pero de forma mínima en aquellos en los que los contextos no eran muy extensos obteniendo como valor más alto el 0.97%, pero en los que si lo eran se obtuvieron valores de 0.42% ya que al modelo se le complicó realizar la predicción con contextos extensos. Para efectuar la evaluación de funcionalidad del modelo se necesitó la ayuda de los estudiantes de la Carrera de Computación, los mismos que efectuaron dos prácticas al modelo con el fin de corroborar el funcionamiento del mismo, al hacer la práctica con el space con gradío de forma guiada, los estudiantes efectuaron lo solicitado sin mayor inconveniente ya que básicamente en la parte inferior de la interfaz se listaron algunos ejemplos que debían seleccionar y analizar los resultados que el modelo

devolvía y el tiempo en el que lo hacía. En el caso de la práctica con el space de streamlit, aumento la complejidad ya que debían ellos formular aquellas preguntas de interés acerca de becas e incentivos e ir corroborando si los resultados devueltos eran lo suficientemente satisfactorios con relación a lo que necesitaban conocer. Una vez culminados los dos ejercicios propuestos los estudiantes procedieron a dar contestación al cuestionario en base al funcionamiento del modelo que ellos presenciaron, obteniendo en el mismo los siguientes resultados: Un 57 % respondió que el modelo brinda una respuesta acorde al contexto dado, es decir que pudo responder con el contexto al cual correspondía la pregunta, en un 57% concordaron que el modelo brinda respuestas comprensibles para el usuario, lo que significa que les brindo frases concretas según lo esperado por el estudiante, un 54% contestaron que comprendió las preguntas que se le planteo a pesar de que cuando las respuestas a devolver eran extensas solo devolvió parte de la respuesta correcta, en la interrogante de si el modelo responde en un tiempo adecuado, un 34% respondieron que si lo hace y un 30% respondieron que a veces si y en otras no, ya que los tiempos para brindar una respuesta no fueron instantáneos, debido a que el modelo le lleva un poco más de tiempo responder cuando el contexto dado es algo extenso y más aun cuando no se encuentran coincidencias en las preguntas planteadas.

Es importante mencionar, que al termino de este trabajo de titulación, se encontraron ciertas limitantes:

- El modelo de agente conversacional RoBERTaBecas, solo responde en base a su dominio de conocimiento.
- Logra inferir en el conocimiento, cuando encuentra palabras claves en la pregunta que coincidan con uno de los contextos en concreto.
- La base del conocimiento se encuentra limitada por la extensión del reglamento, es decir que si se tuviera más artículos el aprendizaje del modelo sería mejor.
- El modelo pre-entrenado que se utilizó para el entrenamiento RoBERTa está especializado en respuestas cortas, razón por cual cuando el modelo debe devolver respuestas extensas solo arroja parte de la respuesta correcta.

Sin embargo, a pesar de las limitantes antes mencionadas, el presente trabajo refleja el procedimiento de la creación de un modelo transformer de agente conversacional de manera explícita, así como también el uso de nuevas herramientas que actualmente se encuentran en auge en desarrollo del procesamiento del lenguaje natural, el cual representa un gran avance en el campo de la Inteligencia artificial.

8. Conclusiones

Luego de realizar el presente Trabajo de Titulación (TT) se puede concluir lo siguiente:

- Se desarrolló un modelo basado en una red neuronal transformer capaz de responder en gran parte las preguntas acerca de Becas e Incentivos por parte de los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja.
- Se puede concluir que es posible utilizar un determinado corpus para solventar interrogantes de una problemática específica, en el presente TT se empleó el reglamento de becas e incentivos como insumo principal para la creación del dataset del modelo y que este sea capaz de responder en base a ello.
- La elaboración de un modelo basado en redes neuronales transformer para responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos empleando la metodología fine tuning, permitió obtener los mejores resultados en este proceso. Es por ello que el uso de modelos pre-entrenados a partir del ajuste de los hiperparámetros se pueden considerar una buena alternativa para seleccionar el modelo más óptimo.
- La utilización de la arquitectura RoBERTa en español, correspondiente a las redes neuronales transformer, usada para la construcción del modelo fue capaz de responder preguntas acerca de becas e incentivos, lo que garantizó que se obtenga como resultado un 0.81% en F1 score de precisión durante el entrenamiento y un 0.89% en la evaluación individual efectuada.

9. Recomendaciones

Luego de realizar el presente TT se puede concluir lo siguiente:

- Es recomendable emplear modelos preentrenados acorde a las características que se requiera para la elaboración del modelo final, definir el idioma y la funcionalidad que se necesite y sobre todo en base a los mejores resultados obtenidos, ya que existen una amplia diversidad de modelos en el hub de Hugging Face.
- En la fase de entrenamiento con el fin de agilizar este proceso se recomienda emplear la GPU (Graphics Processing Unit) y de esta forma emplear de mejor forma los recursos del computador.
- También es recomendable efectuar diversos tipos de pruebas con los hiperparámetros como es el batch size, learning rate y epochs dándoles diferentes valores y combinándolos de maneras distintas, de tal forma que como resultado de estas pruebas se elija el modelo con la mejor configuración.

Trabajos Futuros

Luego de haber concluido el presente TT se plantea los siguientes trabajos futuros, los cual pueden ser considerados para una futura realización del mismo:

- Perfeccionar el modelo para que este se encuentre en la capacidad de responder todas las preguntas que se le planteen de forma correcta.
- Entrenar el modelo para que pueda responder diversos tipos de preguntas en distintos ámbitos que no sea precisamente acerca de becas e incentivos.

Limitaciones

Durante el desarrollo del TT, se presentaron ciertas limitaciones a considerar:

- El modelo responde de manera adecuada de forma guiada, es decir que requiere un contexto para poder extraer una respuesta, sin embargo, cuando se plantea únicamente la pregunta responde de forma correcta aquellas preguntas que poseen respuestas cortas, caso contrario cuando la respuesta es extensa devuelve parte de la respuesta correcta.
- Al momento de recibir la pregunta en el space se determinan palabras clave para poder asociar al contexto de donde se debe extraer la respuesta, en ocasiones cuando dichas palabras coinciden en algunos contextos el modelo tiende a confundirse para realizar la asociación de forma correcta.
- Si se requiere agregar más conocimiento se debe volver a realizar todo el proceso detallado en la sección de resultados, para que el modelo aprenda nuevamente y pueda responder en base a ello.
- En ciertos casos no es posible aumentar diversas preguntas por contexto ya que solo se pueden plantear preguntas de forma cerrada debido a la extensión del artículo.

10. Bibliografía

- [1] A. C. Vásquez, H. V. Huerta, J. P. Quispe, and A. M. Huayna, "Procesamiento de lenguaje natural," *Rev. Ing. Sist. e Informática*, vol. 6, no. 2, pp. 45–50, 2009, [Online]. Available:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/view/5923>
- [2] Universidad Nacional de Loja, *Reglamento de Becas e Incentivos de Bienestar Estudiantil*. 2021, p. 16.
- [3] L. Rouhiainen, "Inteligencia artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro," *Alienta Editor.*, p. 22, 2008, [Online]. Available:
https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf
- [4] D. Ziegler *et al.*, "Fine-Tuning Language Models from Human Preferences," *OpenAI*, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1909.08593>
- [5] J. Howard and S. Ruder, "Universal language model fine-tuning for text classification," *ACL 2018 - 56th Annu. Meet. Assoc. Comput. Linguist. Proc. Conf. (Long Pap.*, vol. 1, pp. 328–339, 2018, doi: 10.18653/v1/p18-1031.
- [6] S. Donoso, "Entrenamiento y evaluación de modelos pequeños basados en modelos de autoatención," *Univ. Chile*, 2021.
- [7] G. García, "Modelos de Transformers para la Clasificación de Texto," *Univ. Politécnica Madrid*, 2021.
- [8] R. R. R. Vega, "Análisis de Sentimientos en Twitter para Descubrir Contenido Xenófobo hacia los Inmigrantes Venezolanos en Ecuador," p. 181, 2021, [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20926>
- [9] M. Gimenez, "Estudio y aplicación de las redes neuronales convolucionales 3D," *Univ. Politécnica Cataliña*, pp. 11–18, 2018, [Online]. Available:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/124877/Estudio+y+aplicación+de+las+redes+neuronales+convolucionales+3D.pdf?sequence=1>
- [10] C. Arana, "Redes Neuronales Recurrentes: Análisis De Los Modelos Especializados En Datos Secuenciales," *Univ. del Cema*, pp. 4–8, 2021, [Online]. Available:
<https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/797.pdf>
- [11] I. Afan de Ribera, G. Blanco García, V. Diaz Torres, and A. Jimenez Zuñiga,

- “Utilización de modelos de Transformers en la gestión de respuestas a preguntas en PLN. Aplicación a asistentes conversacionales,” *Col. Univ. Estud. Financ.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–14, 2021.
- [12] Y. Tay, D. Bahri, D. Metzler, D. J. Zhe, and Z. Che, “Synthesizer : Rethinking Self-Attention for Transformer Models,” pp. 1–4, 2021.
- [13] A. Vaswani *et al.*, “Attention is all you need,” *Google*, no. 1, pp. 2–9, 2017, doi: 10.1109/2943.974352.
- [14] I. Matas, “Clasificación de imágenes mediante Redes Neuronales Convolucionales,” *Dpto. Teoría la Señal y Comun. Esc. Técnica Super. Ing. Univ. Sevilla*, 2021, [Online]. Available: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/126503/TFG-3609-MATAS_GONZALEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [15] J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding,” *Conf. North Am. Chapter Assoc. Comput. Linguist. Hum. Lang. Technol. - Proc. Conf.*, vol. 1, pp. 4171–4186, 2019.
- [16] D. Valverde, “Generacion Automatica de Textos con GPT-2,” *Univ. la Laguna*, 2021.
- [17] Y. Liu *et al.*, “RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach,” no. 1, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1907.11692>
- [18] S. Yesid and V. Mart, “Implementación de un Sistema para comprensión lectora Basada en Redes Neuronales Profundas,” 2013.
- [19] T. Fin *et al.*, “Análisis del estado del arte de la generación de texto con redes neuronales mediante modelos transformers..,” 2020.
- [20] C. Cortés, “Herramientas Modernas En Redes Neuronales: La Librería Keras,” *Univ. Autónoma Madrid*, p. 60, 2017, [Online]. Available: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/677854/antona_cortes_carlos_tfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [21] C. Ferrin, L. Valero, H. Loaiza, J. Mosquera, and P. Velez, “Introducción a la Clasificación de Neuroseñales utilizando Técnicas Clásicas y Modernas de Machine Learning en Google Colaboratory,” *Conf. Proc.*, no. November, 2021, doi: 10.1109/STSIVA53688.2021.9591670.
- [22] M. G. Vázquez, “Integración de modelos de lenguaje natural en plataformas de

- desarrollo de chatbots,” 2021.
- [23] M. del C. Torre, *Nuevas Tecnicas De Minenia De Textos: Aplicaciones*. 2017. [Online]. Available:
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/46975/26606203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [24] M. M. Arroyo, “Chatbot generativo en el idioma español utilizando la arquitectura de red neuronal transformer,” *Univ. Nac. San Antonio Abad del Cusco*, p. 230, 2018, [Online]. Available:
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2874/253T20171097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [25] M. Mora, “Chatbot para resolver dudas frecuentes de los estudiantes referentes a una materia.,” *Univ. Nac. Loja*, pp. 138–155, 2020, [Online]. Available:
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23617/1/ManuelAugusto_MoraMedina.pdf
- [26] F. C. Huerta, “Diseño De Un Chatbot Para La Reducción De Tiempo De Espera En Gestión De Solicitudes E Incidentes Del Área Administrativo En La Universidad Científica Del Sur,” p. 68, 2019, [Online]. Available:
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/UCS/1003>
- [27] R. D. Bonilla Guevara, “Prototipo De Chatbot Para La Resolución Y Atención De Inquietudes Académicas De La Secretaría De Ingeniería En Sistemas Computacionales E Informáticos,” *Univ. Técnica Ambato*, p. 92, 2019.
- [28] P. ESPINOZA, “Evaluación de desempeño de los modelos Transformadores para la predicción de la complejidad léxica para el idioma español.,” *La Evasión Tribut. e Incid. En La Recaud. Del Impuesto a La Renta Pers. Nat. En La Prov. Del Guayas, Periodo 2009-2012*, no. PROYECTO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE OSTRA DEL PACÍFICO EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, p. 136, 2015.
- [29] Jostin Escobar, “Afinamiento de los modelos de transformadores integrando características lingüísticas para mejorar el rendimiento en la predicción de la complejidad léxica.,” 2022.
- [30] Universidad Nacional de Loja, *Reglamento de régimen académico de la Universidad*

Nacional de Loja. 2021, p. 187. [Online]. Available:
<https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2021-06/REGLAMENTO DE RÉGIMEN ACADÉMICO DE LA UNL-APROBADO OCS 27-01-2021-DEFINITIVO %281%29.docx-signed-signed-signed %281%29.pdf>

- [31] J. Ricardo and T. Jiménez, “Diagnóstico de Covid-19 Mediante el Análisis de Radiografías Pulmonares Empleando un Modelo Basado en Redes Neuronales Convolucionales (CNN) Línea de investigación : Inteligencia Artificial,” 2022.

11. Anexos

ANEXO 1. Base del Conocimiento

ID	CONTEXTO	PREGUNTA	RESPUESTA
C1	Art. 1.- Principios. – Este Reglamento se rige por los principios de excelencia académica, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, inclusión, calidad, transparencia, pertinencia, celeridad, e integralidad.	¿Cuáles son los principios del reglamento de becas?	Se rige por los principios de excelencia académica, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, inclusión, calidad, transparencia, pertinencia, celeridad, e integralidad.
C2	Art. 2.- Objeto. – El presente Reglamento tiene como objeto, establecer y regular procedimientos para la difusión, postulación, revisión, selección, notificación, adjudicación, registro, seguimiento, mantenimiento, terminación y suspensión de becas y ayudas económicas para los estudiantes regulares que apliquen al sistema de beneficio de becas y ayudas económicas. El servicio de becas que otorga la institución, tiene como finalidad apoyar al estudiante que cursa estudios a nivel superior de pre-grado, en sus necesidades, requerimientos, de índole socioeconómico y otros que posibiliten el cumplimiento de sus obligaciones estudiantiles en un ambiente más favorable. o?	¿Cuál es el objeto del reglamento de becas?	Establecer y regular procedimientos para la difusión, postulación, revisión, selección, notificación, adjudicación, registro, seguimiento, mantenimiento, terminación y suspensión de becas.
C3	Art. 3.- Ámbito. – Las disposiciones del presente Reglamento, serán de obligatorio cumplimiento por parte de las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja, así como para los/las estudiantes de la Institución de la modalidad presencial, con la finalidad de garantizar los principios de participación, igualdad y transparencia.	¿Quiénes deben hacer cumplir las disposiciones del reglamento?	Serán de obligatorio cumplimiento por parte de las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja.
C4	Art. 4.- Para efectos de interpretación y aplicación del presente Reglamento, se considerará las siguientes definiciones: Ayuda económica: Es una subvención de carácter excepcional no reembolsable, otorgada a los estudiantes que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad o por sus méritos. Beca: Ayuda económica que la institución concede a los estudiantes para pagar	¿Qué es beca?	Ayuda económica que la institución concede a los estudiantes para pagar total o parcialmente los gastos que le permita cursar los estudios.

	<p>total o parcialmente los gastos que le permita cursar los estudios. Incentivo: Premio o gratificación económica que se le asigna a un estudiante por su desempeño o resultado en determinada acción o actividad. Difusión: Es la acción y efecto de difundir (propagar, divulgar o esparcir). Postulante: Estudiante regular de la institución, que tiene derecho a la beca, beneficios, ayudas económicas o incentivos. Notificación: Es la acción y efecto de comunicar o dar a conocer formalmente una resolución. Desistimiento: Es la decisión voluntaria del estudiante de no continuar con el trámite de beca o beneficiarse de ella recibir. Estudiante regular: Son los estudiantes que cursan sus estudios con fines de titulación y están matriculados al menos en el sesenta por ciento (60%) de todas las materias u horas y/o créditos que permite su malla curricular en cada período académico ordinario. Beneficiario: Es el estudiante a quien se le adjudique una beca o beneficio económico. Suspensión de beca, ayuda económica o incentivo: Acto por el cual la institución suspende o retira la Beca e Incentivo, por incumplimiento del estudiante. Terminación: Acto por el cual se da fin a la beca o incentivo de conformidad al Reglamento.</p>		
C5	<p>Art. 5.- De la comisión de becas e incentivos. - La Comisión de Becas e Incentivos de la Institución estará integrada por: a. El Rector de la Institución o su delegado. b. El Director/a, de la Unidad de Bienestar Universitario. c. El Trabajador/a Social de la Unidad de Bienestar Universitario. d. El responsable/a de la Sección de Becas, e. Un representante del estamento estudiantil al Órgano Colegiado Superior.</p>	<p>¿Quiénes conforman la comisión de becas e incentivos?</p>	<p>a. El Rector de la Institución o su delegado. b. El Director/a, de la Unidad de Bienestar Universitario. c. El Trabajador/a Social de la Unidad de Bienestar Universitario.</p>
C6	<p>Art. 6.- Funciones de la Comisión de Becas e Incentivos.- La Comisión de Becas e Incentivos de la Institución tendrá las siguientes funciones: a. Elaborar el cronograma anual de actividades y ejecutar los lineamientos y directrices. b. Elaborar los manuales operativos del procedimiento de becas. c. Establecer en cada periodo académico el cupo de estudiantes beneficiarios de becas e incentivos. d. Conceder las becas previstas en el presente Reglamento. e. Otorgar el incentivo económico a los/as estudiantes integrantes de los grupos artístico-cultural-deportivo. f. Negar o rechazar las becas o incentivos de los estudiantes</p>	<p>¿Cuáles son las funciones de la comisión de becas e incentivos?</p>	<p>La Comisión de Becas e Incentivos de la Institución tendrá las siguientes funciones: a. Elaborar el cronograma anual de actividades y ejecutar los lineamientos y directrices referente al proceso de becas e incentivos, previo a la</p>

	que no cumplan con el proceso establecido. g. Solicitar al Departamento Financiero de la Institución, una certificación. h. Elaborar los formularios y formatos correspondientes. i. Resolver la suspensión y/o terminación del contrato de becas. j. Evaluar todo lo concerniente a la comisión de becas e incentivos.		aprobación del Rector de la Institución. b. Elaborar los manuales operativos.
C7	Art. 7.- Funciones del responsable de la sección de becas e incentivos.- El responsable de la Sección de becas e incentivos tendrá las siguientes funciones: a. Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante en el trámite de becas. b. Realizar estudios socioeconómicos y diagnósticos, así como, dar seguimiento al desempeño del estudiante becado o a su condición de vulnerabilidad. c. Actuar como secretario/a de la Comisión de Becas e Incentivos, con voz y voto. d. Convocar a las reuniones en calidad de Secretario/a, con al menos 48 horas de anticipación; certificar y autenticar las actas emitidas por el comité y proporcionar copias de las mismas a sus miembros. e. Velar por la conservación y seguridad de los archivos digitales del comité, a partir de la aprobación del presente Reglamento. f. Realizar el seguimiento y registro de las resoluciones emanadas por el comité. g. Presentar a la comisión de Becas e Incentivos, un Informe anual del proceso de ejecución. h. Realizar el proceso de selección de estudiantes beneficiarios, en forma conjunta con la Trabajadora Social del comité de becas e Incentivos, a través de un informe. i. Coordinar con las unidades académicas, para la difusión y adjudicación de las becas a los estudiantes. j. Conocer los reclamos de los estudiantes beneficiarios, en torno a algún problema relacionado con el Servicio de Becas, y procurar su solución. k. Informar semestralmente a la Dirección de Bienestar Universitario, en forma escrita sobre las funciones que realiza la sección de becas e incentivos; y, l. Cumplir y hacer cumplir el presente Reglamento.	¿Cuáles son las funciones del responsable de la sección de becas e incentivos?	a. Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante en el trámite de becas. b. Realizar estudios socioeconómicos y diagnósticos, así como, dar seguimiento al desempeño del estudiante becado
C8	Art. 8.- De los tipos de becas.- La Universidad Nacional de Loja, establece los siguientes tipos de becas: a. Beca Tipo "A" (Ayuda Socioeconómica). b. Beca Tipo "B" (Estudiantes con Discapacidad). c. Beca Tipo "C" (Reconocimiento al Esfuerzo). Las becas se concederán a los estudiantes, en nivel de pregrado, en la modalidad presencial, con	¿Qué tipos de becas existen?	a. Beca Tipo "A" (Ayuda Socioeconómica). b. Beca Tipo "B" (Estudiantes con Discapacidad). c. Beca Tipo "C" (Reconocimiento al

	las excepciones previstas en este reglamento.		Esfuerzo).
C9	Art. 9.- De los montos.- La Universidad Nacional de Loja, establece los siguientes valores: a. La Beca Tipo "A", denominada ayuda socioeconómica, comprenderá una ayuda económica, de cuarenta y cinco dólares estadounidenses (USD \$45.00) mensuales; por cada periodo académico exceptuando el periodo vacacional y se otorgará a los estudiantes regulares que obtengan un promedio de 8.5. b. La beca Tipo "B", denominada estudiantes con Discapacidad, se concederá al 50% de los estudiantes que se encuentren dentro del cuadro base. Tendrán una ayuda económica, de cuarenta y cinco dólares estadounidenses (USD \$45.00) mensuales, por cada periodo académico exceptuando el periodo vacacional y se otorgará a los estudiantes regulares con discapacidad que obtenga un promedio de 8.5. c. La beca Tipo "C", denominada Reconocimiento al Esfuerzo, se concederá a tres estudiantes que hayan participado en eventos académicos, nacionales o internacionales; socio humanísticos, artísticos, literarios, culturales, científicos y deportivos, que hayan obtenido el primer lugar; tendrán una ayuda económica, de cincuenta dólares estadounidenses (USD \$50.00) mensuales por cada periodo académico. Exceptuando el periodo vacacional.	¿Cuál es el monto de la beca tipo A?	Cuarenta y cinco dólares estadounidenses
C10	Art. 10.- De la concesión de becas. - Las becas se concederán únicamente para la formación académica de una sola carrera profesional, en la modalidad presencial, con las excepciones previstas en este Reglamento. Queda prohibido la concesión de becas a los egresados o graduados de una carrera universitaria para cursar otra.	¿A que modalidad se conceden las becas?	En la modalidad presencial.
C11	Art. 11.- De la prohibición de tener más de una beca. - La Institución no podrá conceder a ningún estudiante más de una beca, incentivo o ayuda económica.	¿Se puede tener más de una beca?	La Institución no podrá conceder a ningún estudiante más de una beca.
C12	Art. 12.- De los requisitos. - Los requisitos que el estudiante debe cumplir para hacerse acreedor a cualquier tipo de beca, son los siguientes: a. Una calificación mínima de 8.5 en su promedio general. b. No haber reprobado ningún periodo académico, materia, curso o equivalente, durante	¿Cuáles son los requisitos para obtener una beca?	a. Una calificación mínima de 8.5 en su promedio general. b. No haber reprobado ningún periodo académico, materia,

	<p>el proceso de formación. c. Presentar una solicitud dirigida al Rector de la Institución. d. Copia de cédula y certificado de votación del estudiante y de la persona de quien dependa económicamente. e. Certificado de trabajo, RUC, RISE o rol de pagos de la persona de quien dependa económicamente, según el caso. f. Certificado de afiliación o no al IESS, de la persona de quien dependa económicamente. g. Certificado de aprobación del ciclo culminado, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. h. Certificado de matrícula vigente, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. i. Descargar del SGA, la ficha socioeconómica actualizada, con firma de responsabilidad tanto del estudiante como de su representante. j. Copia de cartola. (Cuenta bancaria activa). k. Contrato de responsabilidad.</p>		<p>curso o equivalente, durante el proceso de formación. c. Presentar una solicitud dirigida al Rector de la Institución. d. Copia de cédula y certificado de votación del estudiante y de la persona de quien dependa económicamente. e. Certificado de trabajo, RUC, RISE o rol de pagos de la persona de quien dependa económicamente, según el caso. f. Certificado de afiliación o no al IESS, de la persona de quien dependa económicamente. g. Certificado de aprobación del ciclo culminado, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. h. Certificado de matrícula vigente, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad. i. Descargar del SGA, la ficha socioeconómica actualizada, con firma de responsabilidad tanto del estudiante como de su representante. j. Copia de cartola. (Cuenta bancaria activa). k. Contrato de responsabilidad.</p>
C13	<p>Art. 13.- De las etapas de postulación. - Para el proceso de otorgamiento de Becas e Incentivos, se llevará a cabo siguiendo los lineamientos generales: Etapa de Difusión: La Universidad Nacional de Loja, a través de la Unidad de Comunicación e Imagen Institucional, deberá</p>	<p>¿En qué consiste la etapa de difusión?</p>	<p>La Universidad Nacional de Loja, a través de la Unidad de Comunicación e Imagen Institucional, deberá garantizar</p>

	<p>garantizar que el proceso de becas e Incentivos, sea conocido por los estudiantes con la anticipación necesaria para presentar las correspondientes postulaciones. La difusión se deberá realizar a través de los medios tecnológicos con los que cuente la institución de educación superior. Etapa de Postulación: Se establecerá el proceso de postulación, a través de las directrices elaboradas por la Unidad de Bienestar Universitario y aprobadas por el señor Rector de la Institución. Esta postulación se realizará luego de iniciado el segundo periodo académico y por una sola vez en el año. Etapa de Revisión de Requisitos: El responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a la Trabajadora Social, como miembros del Comité, verificarán que se adjunten los requisitos establecidos en este Reglamento, y seleccionará a aquellos que cumplan con los mismos. Etapa de Selección: Una vez finalizado el periodo de postulación y revisión de documentos, el responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a la Trabajadora Social, como miembros del Comité, deberán emitir un Informe que contenga: a. Criterio de análisis de la documentación. b. Análisis de la situación socioeconómica de los estudiantes. c. Análisis de la situación académica de los estudiantes. d. Consideraciones especiales sobre los diferentes criterios de aplicación (condición económica situación de vulnerabilidad proximidad territorial). e. Consolidado de los estudiantes seleccionados, considerando el presupuesto asignado, y la disponibilidad de cupos por carrera. f. Conclusiones. g. Recomendaciones. Dicho informe, deberá ser revisado y aprobado por el Comité de Becas e Incentivos, previo a la notificación y adjudicación. Etapa de Notificación: El resultado del proceso de revisión y cumplimiento de requisitos, será notificado a los postulantes, a través de los medios que se consideren necesarios. Etapa de Adjudicación: Concluida la etapa de selección, y con la aprobación del Comité, el responsable de la Sección de Becas e Incentivos, remitirá la nómina de los estudiantes seleccionados y beneficiarios a través de la Dirección de la Unidad de Bienestar Universitario al Departamento Financiero, solicitando el pago correspondiente.</p>		<p>que el proceso de becas e Incentivos, sea conocido por los estudiantes.</p>
C14	<p>Art. 14.- De la situación socioeconómica del estudiante.- Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin</p>	<p>¿Se considerará la situación</p>	<p>Se considerará la situación socioeconómica del estudiante</p>

	dependencia familiar, se tomará en cuenta el informe de la Trabajadora Social del Servicio de Becas, previa visita domiciliaria, a objeto de establecer dicha condición.	socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	con o sin dependencia familiar.
C15	Art. 15.- Del Contrato de beca.- Para el otorgamiento de la beca, se realizará a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución y el beneficiario, en el que constarán los derechos y obligaciones de las partes.	¿Existe un contrato para obtener una beca?	Para el otorgamiento de la beca, se realizará a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución.
C16	Art. 16.- De la asignación de becas.- La asignación de becas serán establecidos por la Comisión de Becas previo informe del responsable de becas e incentivos y aprobados por el Rector de la Institución.	¿Quién establece la asignación de becas?	La Comisión de Becas
C17	Art. 17.- De la distribución y proporcionalidad de las becas.- La distribución de estudiantes becarios será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados.	¿Cómo es la distribución de becas?	La distribución de estudiantes becarios será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados
C18	Art. 18.- Del ciclo para el otorgamiento de las becas.- Las becas en sus diferentes tipos, se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo, siempre y cuando el estudiante cumpla con los requisitos previstos.	¿A partir de que ciclo se otorgan las becas?	Se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo.
C19	Art. 19.- Nota mínima para los estudiantes que cursen tercer ciclo en adelante.- Los estudiantes que postulen por primera vez, se considerará una nota mínima de 8.5 en los dos últimos periodos académicos culminados.	¿Cuál es la nota mínima para los estudiantes que postulen por primera vez?	Los estudiantes que postulen por primera vez, se considerará una nota mínima de 8.5 en los dos últimos periodos académicos culminados
C20	Art. 20.- Fórmula para el cálculo de los estudiantes becarios.- El número de becarios por Facultad, es igual a la sumatoria del número de becarios por carrera. El número de becarios por carrera, será igual al 10% de los alumnos matriculados en la modalidad presencial.	¿Existe un número de becarios?	El número de becarios por carrera, será igual al 10% de los alumnos matriculados
C21	Art. 21.- Del otorgamiento de la beca tipo A.- Denominada ayuda socioeconómica, se otorgará por el lapso que dure la carrera, siempre que sigan	¿Qué tiempo dura la beca de	Se otorgará por el lapso que dure la carrera.

	vigentes las condiciones por las cuales se otorgó, a excepción de los estudiantes de la carrera de Medicina Humana, ciclos once y doce; de la carrera de Enfermería, ciclos siete y ocho; por percibir una remuneración otorgada por el Ministerio de Salud Pública; y, de otras carreras que establecieran convenios con instituciones públicas o privadas.	ayuda socioeconómica?	
C22	Art. 22.- Del registro de Becas e Incentivos.- El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos, implementará un archivo personal (físico y/o digital), por cada estudiante beneficiario en el que constarán todos los documentos que justifiquen su calidad de becarios, y otros que se requieran, y, será responsable de la custodia y administración de dichos archivos; así mismo se registrarán y actualizarán en el módulo creado por la Unidad de Telecomunicaciones e Informática para el efecto.	¿Quién realiza el registro de becas e incentivos?	El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos
C23	Art. 23.- Del mantenimiento de las Becas e Incentivos.- Para el mantenimiento de las becas e incentivos, el estudiante deberá tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada periodo académico, además tendrá que cumplir al menos con el 80% de asistencia.	¿Cómo puedo mantener la beca?	Tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada periodo académico.
C24	Art. 24.- Del Seguimiento a Estudiantes Becarios y/o Beneficiarios.- El responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a la Trabajadora Social, como miembros del Comité, serán los responsables de dar seguimiento al cumplimiento de las condiciones para el mantenimiento de becas e incentivos previstos en este Reglamento y en el contrato suscrito entre las partes.	¿Quién da seguimiento a las condiciones para mantener la beca?	El responsable de la Sección de Becas e Incentivos junto a la Trabajadora Social
C25	Art. 25.- De las obligaciones de los estudiantes beneficiarios de las becas A, B y C.- Los estudiantes beneficiarios deberán cumplir con las siguientes obligaciones: a. Asistir normalmente a clases, cumpliendo el 80% de acuerdo a lo que especifica la normativa institucional; b. Participar en actividades organizadas por la Unidad de Bienestar Universitario; c. Mantener un promedio de notas de acuerdo a lo que determina el presente Reglamento; d. Una vez culminado el periodo académico, deberá presentar el certificado de aprobación del ciclo inmediato anterior, legalizado por el Secretario Abogado de	¿Cuáles son las obligaciones como beneficiario de becas?	a. Asistir normalmente a clases, cumpliendo el 80% de acuerdo a lo que especifica la normativa institucional.

	la Facultad; e. Presentar el certificado de encontrarse legalmente matriculado al ciclo inmediato superior, legalizado por el Secretario Abogado de la Facultad; f. Actualizar cada periodo académico los datos de la Ficha Socioeconómica a través del Sistema de Gestión Académica (SGA).		
C26	Art. 26.- De los incentivos.- Se entiende por incentivo la ayuda económica que la Universidad otorga a los estudiantes integrantes de grupos artísticos, culturales y deportivos universitarios, aprobados por el Órgano Colegiado Superior (OCS), sin que en ningún caso se entienda que exista o pueda existir relación de dependencia entre estos y la Universidad Nacional de Loja.	¿Qué son los incentivos?	Se entiende por incentivo la ayuda económica que la Universidad otorga a los estudiantes integrantes de grupos artísticos.
C27	Art. 27.- Del monto para el incentivo como ayuda económica.- El Incentivo como ayuda económica a los integrantes artístico culturales y deportivos, reconocidos por la Universidad, será por un monto de treinta dólares estadounidenses (USD \$30.00) por el lapso de doce meses en el año calendario, y no podrá ir más allá del ejercicio económico anual de la Institución, pero será susceptible de renovación.	¿Cuál es el monto de los incentivos?	Treinta dólares
C28	Art. 28.- Del Incentivo denominado Excelencia Académica. - Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones registradas en el Sistema de Gestión Académica, previa certificación del Secretario Abogado de la Facultad, tendrá un aporte económico de cuarenta y cinco dólares estadounidenses (USD \$45.00) una sola vez en el periodo académico.	¿A quiénes se otorga el certificado por excelencia académica?	Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones
C29	Art. 29.- De los beneficiarios del incentivo como ayuda económica.- Los estudiantes integrantes artístico culturales y deportivos, para ser beneficiarios del incentivo como ayuda económica deberán cumplir con los siguientes requisitos: a. Cédula de ciudadanía o pasaporte, b. Certificado del responsable del grupo, en el que conste que el beneficiario es integrante del mismo por un periodo mínimo de un año calendario. c. Certificación emitida por el/la Responsable de Becas e Incentivos, de no ser beneficiario de ningún tipo de beca u otro incentivo otorgado por la Universidad. d. Certificado de estar matriculado actualmente, otorgado por el Secretario/a Abogado/a de la Facultad. e. Copia de cartola. (Cuenta bancaria activa). f. Contrato de responsabilidad.	¿Cuáles son los requisitos para ser beneficiario del incentivo como ayuda económica?	a. Cédula de ciudadanía o pasaporte, b. Certificado del responsable del grupo, en el que conste que el beneficiario es integrante del mismo.

C30	Art. 30.- De los requisitos para ser beneficiario del incentivo por excelencia académica.- El estudiante deberá cumplir con los siguientes requisitos: a. Cédula de ciudadanía o pasaporte, b. Notificación de ser beneficiario del incentivo. c. Certificado de haber aprobado el ciclo inmediato anterior, otorgado por el funcionario competente. d. Copia de cartola. (Cuenta bancaria activa). d) Adjuntar el formulario de Declaratoria de datos del estudiante.	¿Cuáles son los requisitos para ser beneficiario del incentivo por excelencia académica?	a. Cédula de ciudadanía o pasaporte, b. Notificación de ser beneficiario del incentivo. c. Certificado de haber aprobado el ciclo inmediato anterior.
C31	Art. 31.- Sujeción a las normas.- El estudiante que obtenga el incentivo, o ayuda económica destinada para los grupos artísticos culturales se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones establecidas por el responsable del grupo al que pertenece.	¿Qué debe hacer el estudiante que obtenga un incentivo o ayuda económica en grupos artísticos?	Se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones
C32	Art. 32.- Del contrato para el otorgamiento del incentivo o ayuda económica.- Se lo realizará a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución y el beneficiario, en el que constaran las obligaciones y deberes específicos de su actividad.	¿Cómo se realiza el otorgamiento de un incentivo o ayuda económica?	A través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución.
C33	Art. 33.- Las actividades asignadas a los estudiantes beneficiarios del incentivo.- El incentivo o ayuda económica no le otorga al beneficiario la calidad de empleado o trabajador de la Universidad.	¿El beneficiario de un incentivo debe trabajar para la Universidad?	El incentivo o ayuda económica no le otorga al beneficiario la calidad de empleado
C34	Art. 34.- De la solicitud para el incentivo o ayuda económica.- El incentivo o ayuda económica será solicitado por el responsable de los grupos artístico culturales al Director/a de la Unidad de Bienestar Universitario, quien remitirá al señor Rector para su aprobación.	¿Quién debe solicitar un incentivo o ayuda económica?	Será solicitado por el responsable de los grupos artístico culturales
C35	Art. 35.- De los deberes de los beneficiarios del incentivo o ayuda económica.- Son deberes de los beneficiarios del incentivo o ayuda económica: a. Cumplir con las actividades que le fueran asignadas. b. Mantener lealtad y respeto para con sus superiores y compañeros. c. Demostrar un comportamiento de acuerdo con la ética, los preceptos morales de orden público y de buenas	¿Cuáles son los deberes del beneficiario del incentivo?	a. Cumplir con las actividades que le fueran asignadas

	costumbres en el desempeño de sus actividades; y, d. Participar en actividades organizadas por la Institución.		
C36	Art. 36.- Del /la responsable de la Sección de Becas e Incentivos.- El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos, a través de la Dirección de la Unidad de Bienestar Universitario enviará la a la Dirección Financiera de la Universidad Nacional de Loja, la nómina de Beneficiarios, solicitando el pago o la suspensión del incentivo según corresponda En caso de incumplimiento de las actividades asignadas al beneficiario, el responsable del grupo notificará a la Dirección de Bienestar Universitario, para la aplicación del Reglamento.	¿Qué ocurre si el beneficiario del incentivo incumple con las actividades?	En caso de incumplimiento de las actividades asignadas al beneficiario, el responsable del grupo notificará a la Dirección de Bienestar Universitario, para la aplicación del Reglamento
C37	Art. 37.- De la creación o suspensión de los grupos de difusión artístico, sociocultural, deportivo y otros.- El Órgano Colegiado Superior (OCS), resolverá crear o suspender los grupos de difusión artístico, sociocultural, deportivo y otros, según el informe de requerimiento de la Unidad Bienestar Universitario debidamente sustentado.	¿Quién puede crear un grupo de difusión artístico?	El Órgano Colegiado Superior (OCS)
C38	Art. 38.- De la pérdida de becas e incentivos.- Se pierde el beneficio a percibir la beca e incentivo en los siguientes casos: a. Disminución del rendimiento académico y no alcanzar el promedio básico establecido en el presente reglamento, b. Pérdida o retiro del ciclo académico, c. Renuncia voluntaria del beneficiario, d. En el caso de comprobarse falsedad en alguno de los datos o documentos entregados al momento de solicitar la beca, e. Por faltas disciplinarias, f. Al egresar de la carrera que estuvo cursando al obtener la beca o incentivo.	¿Cuándo se pierde una beca e incentivo?	a. Disminución del rendimiento académico y no alcanzar el promedio básico establecido
C39	Art 39.- De la terminación del contrato de Becas e Incentivos.- La Universidad Nacional de Loja, podrá dar por terminada la Beca o Incentivo en los siguientes casos: a. Por mutuo acuerdo de las partes. b. Por muerte o ausencia definitiva del beneficiario. c. Por indisciplina del beneficiario; por faltas cometidas en contra de cualquier miembro de la Comunidad Universitaria. d. Por encontrarse en estado etílico dentro del campus universitario. e. Por renuncia voluntaria. La Unidad de Bienestar Universitario a través de la Sección de Becas e Incentivos Estudiantiles emitirá un informe de la culminación de la beca o incentivo y comunicará a la Dirección Financiera, para la suspensión del pago	¿Por qué se termina el contrato de becas e incentivos?	a. Por mutuo acuerdo de las partes. b. Por muerte o ausencia definitiva del beneficiario
C40	Art. 40.- De la prohibición de otro tipo de beca o ayuda económica.- El estudiante que sea beneficiario de alguna beca e incentivo, o ayuda	¿Se puede obtener una beca	El estudiante que sea beneficiario de alguna beca e

	<p>económica de otra entidad pública o privada, no podrá percibir ningún tipo de beca o incentivo de los que constan en este Reglamento. En caso de comprobarse lo anteriormente citado, el estudiante perderá su beca y devolverá los valores recibidos, con los correspondientes intereses</p>	<p>e incentivo además de tener otra beca de una entidad privadas?</p>	<p>incentivo, o ayuda económica de otra entidad pública o privada, no podrá percibir ningún tipo de beca</p>
--	--	---	--

ANEXO 2 Entrevista a directora de Bienestar Estudiantil



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LOJA**

CIS-UNL



Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Guía de Entrevista

1. **Lugar y fecha:** Loja, 4 de enero del 2023
2. **Entrevistadora:** Evelyn Juliana Quevedo Reyes
3. **Duración:** 20 Minutos

4. Introducción

Entrevistador: Buenas tardes Dra. Cecilia Ruiz soy estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas, con la finalidad de obtener información necesaria para la elaboración del Trabajo de Titulación, le pido se sirva contestar las siguientes preguntas.

5. Objetivo:

Entrevistador: La presente entrevista se aplicó la profesional encargada del departamento de Bienestar Estudiantil con la finalidad de identificar y evidenciar el problema central a ser abordado en el presente Trabajo de Titulación a través de una serie de preguntas previamente elaboradas por la entrevistadora.

6. Preguntas

¿Qué medio se emplea actualmente para solventar inquietudes acerca de becas e Incentivos?

Actualmente los estudiantes que necesiten información lo pueden hacer acercándose a este departamento, mediante correo electrónico.

¿Cuántas personas son las responsables de dar contestación a interrogantes acerca de becas e Incentivos?

Las encargadas son la responsable de becas e Incentivos, Lic Marlene Valdez y la trabajadora social, Lic Daniela Valdez.

¿Los estudiantes acuden con frecuencia a solicitar información

acerca de becas e Incentivos?

Sí, en especial cuando ya se hace público las fechas en las que se van a efectuar las postulaciones, se trata de ayudar a la mayoría de estudiantes con sus interrogantes sin embargo la demanda es alta y existen estudiantes que se quedan sin recibir cierta información.

¿Cuáles son las interrogantes más frecuentes que formulan los estudiantes acerca de becas e incentivos?

Con mayor frecuencia los estudiantes preguntan acerca de cuáles son los requisitos para obtener una beca, quienes pueden postular a una beca, que tipos de becas existen, cuáles son los montos de las becas, como pueden perder una beca que ya poseen, si es posible tener más de una beca, quienes son los responsables de becas e incentivos, el puntaje que requieren para acceder a una beca o a un incentivo, esas serían las frecuentes que podría mencionar

¿Cree conveniente que exista un medio por el cual los estudiantes planteen estas preguntas y se les otorgue una respuesta en un tiempo oportuno?

Si por supuesto que un medio como tal, sería de gran ayuda para brindar la información que los estudiantes requieran conocer.

7. Agradecimiento Final

Entrevistador: Agradezco a la Dra. Cecilia Ruiz por su gentileza y colaboración al momento de realizar esta entrevista. Gracias.

8. Consentimiento informado

Comprendo que mi decisión de participar es de forma voluntaria. Además, presto mi consentimiento para la recolección de información impartida en la entrevista.

	
Firma Entrevistadora	Firma Entrevistada

ANEXO 3. Cuestionario para obtener las preguntas para el modelo

Cuestionario

Saludos, soy estudiante de 9no ciclo de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja. El objetivo de la presente encuesta es obtener las preguntas frecuentes que los estudiantes se plantean al momento de obtener información acerca de becas e incentivos de la UNL, esto servirá como base de conocimiento para el modelo transformer.

Quisiera solicitar su ayuda para contestar algunas preguntas que no le tomarán mucho tiempo. Sus respuestas serán confidenciales y anónimas.

Le pido que conteste este cuestionario con la mayor sinceridad posible. La información recolectada será usada con profesionalismo. De antemano mis más sinceros agradecimientos.

Desarrollo

Pregunta 1. ¿Conoce Ud, que la Universidad Nacional oferta becas a sus estudiantes?

- a. Si
- b. No

Pregunta 2. ¿Se encuentra satisfecho con los medios que ofrece la UNL para solventar las inquietudes acerca de becas?

- a. Si
- b. No

Pregunta 3. ¿Cree conveniente la creación de un medio que solvante sus interrogantes acerca de becas e incentivos?

- a. Si
- b. No

Pregunta 4. Del siguiente listado ¿Cuáles serían las interrogantes que a Ud le gustaría conocer acerca de becas e incentivos?

- a. ¿Qué son las becas?
- b. ¿Qué son los incentivos?
- c. ¿Qué tipos de becas existen?
- d. ¿Cuáles son los montos de las becas?
- e. ¿Quiénes pueden postular a una beca?
- f. ¿Cuáles son los requisitos que se necesitan para postular a una beca?
- g. ¿Cómo podría perder mi beca?
- h. ¿Qué debe hacer un estudiante beneficiario?
- i. ¿Desde qué ciclo se puede aplicar a una beca?
- j. ¿Cuál es la duración de las becas?
- k. ¿Cómo puedo mantener la beca?

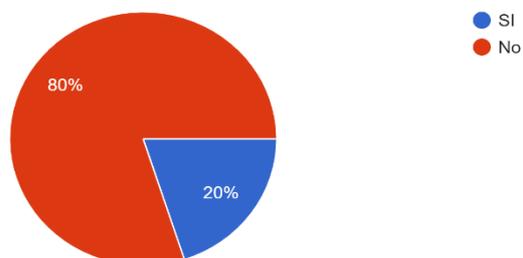
Pregunta 5. En caso de que en listado anterior no se contemple alguna de tus inquietudes, menciona cuales serían.

ANEXO 4. Resultados del cuestionario para obtener las preguntas para el modelo.

Pregunta 1

¿Conoce Ud, que la Universidad Nacional oferta becas a e incentivos a sus estudiantes?

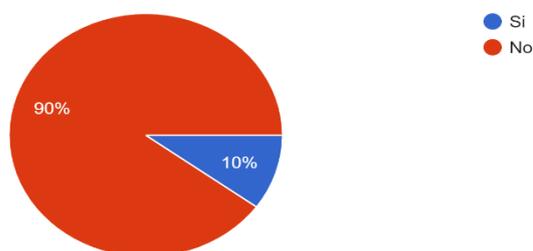
20 respuestas



Pregunta 2

¿Se encuentra satisfecho con los medios que ofrece la UNL para solventar las inquietudes acerca de becas?

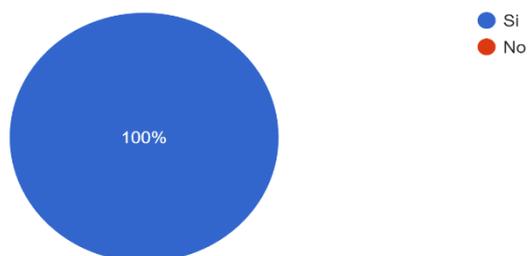
20 respuestas



Pregunta 3

¿Cree conveniente la creación de un medio que solvete sus interrogantes acerca de becas e incentivos?

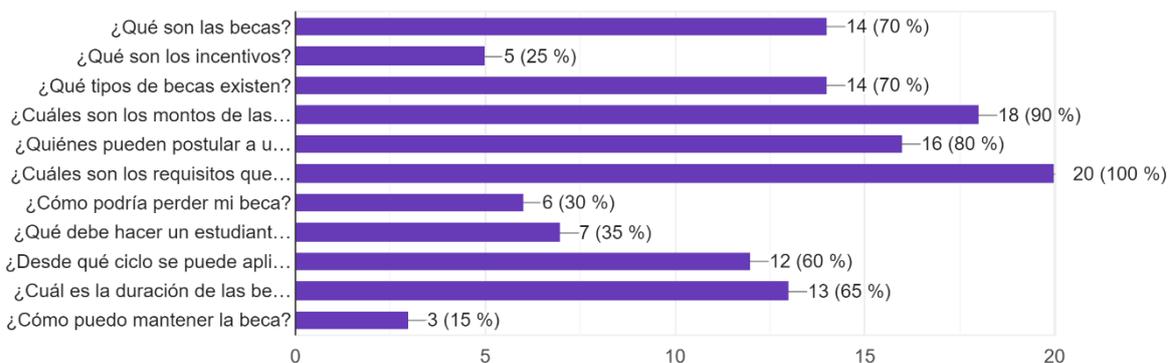
20 respuestas



Pregunta 4

Del siguiente listado ¿Cuáles serían las interrogantes que a Ud le gustaría conocer acerca de becas e incentivos?

20 respuestas



Pregunta 5

En caso de que en listado anterior no se contemple alguna de tus inquietudes, menciona cuales.

7 respuestas

¿Quién efectúa el seguimiento a estudiantes beneficiarios?

¿Se puede tener una ayuda económica de otra entidad?

Existe una calificación para poder postular a una beca?

Nota requerida para postular a una beca?

¿Existe un número límite de becarios?

¿Cuáles son los deberes de un estudiante beneficiario de una beca?

¿Cuál es el monto de los incentivos?

ANEXO 5. Modelo de Encuesta del funcionamiento del modelo

Cuestionario

Saludos, soy estudiante de 10mo ciclo de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja. El objetivo de la presente encuesta es evaluar el funcionamiento del modelo de agente conversacional basado en RoBERTa.

Práctica

- * Primero ingresar a este link (<https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/space-becas>), posteriormente seleccionar un contexto y pregunta de la parte inferior y observar si la respuesta es correcta en base al contexto y el valor del score que devuelve.
- * A continuación, se debe reformular la pregunta del contexto seleccionado y verificar si la respuesta es correcta y el valor score obtenido.
- * Repetir este proceso con al menos 3 contextos.
- * Finalmente llenar el cuestionario en base a los resultados obtenidos

Pregunta 1. ¿El modelo responde a las preguntas planteadas, de acuerdo al contexto dado?

- a. Nunca
- b. Algunas veces sí, algunas veces no.
- c. La mayoría de veces sí
- d. Siempre

Pregunta 2. ¿El modelo brinda respuestas comprensibles?

- a. Nunca
- b. Algunas veces sí, algunas veces no.
- c. La mayoría de veces sí
- d. Siempre

Pregunta 3. ¿El modelo responde en un tiempo adecuado?

- l. Nunca
- m. Algunas veces sí, algunas veces no.
- n. La mayoría de veces sí
- o. Siempre

Pregunta 4. ¿El modelo comprende las preguntas que Ud ingresa?

- a. Nunca
- b. Algunas veces sí, algunas veces no.
- c. La mayoría de veces sí
- d. Siempre

ANEXO 6. Listado de estudiantes encuestados

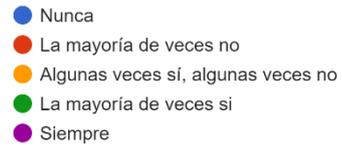
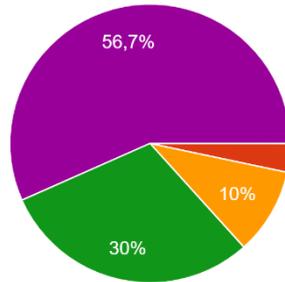
leonardo.v.paredes@unl.edu.ec
omar.sanmartin@unl.edu.ec
sisa.parra@unl.edu.ec
edmundo.j.pezantes@unl.edu.ec
jorge.tandazo@unl.edu.ec
brayan.correa@unl.edu.ec
roberth.carrion@unl.edu.ec
daniel.patino@unl.edu.ec
israel.leon@unl.edu.ec
henrry.jimenez@unl.edu.ec
victoria.coronel@unl.edu.ec
jimmy.jaramillo@unl.edu.ec
gustavo.collaguazo@unl.edu.ec
david.pacheco@unl.edu.ec
maria.cosios@unl.edu.ec
bacobosc@unl.edu.ec
luis.villalta@unl.edu.ec
wmmaldonadoa@unl.edu.ec
valeria.k.pineda@unl.edu.ec
andy.camacho@unl.edu.ec
cesar.salazar@unl.edu.ec
anderson.quizhpe@unl.edu.ec
marlon.moncada@unl.edu.ec
cristian.aguirre@unl.edu.ec
paul.pasaca@unl.edu.ec
vanessa.iniguez@unl.edu.ec
johanna.montano@unl.edu.ec
alexis.canar@unl.edu.ec
karla.y.jimenez@unl.edu.ec
carlos.paredes@unl.edu.ec

ANEXO 7. Resultados de encuesta del funcionamiento del modelo

Pregunta 1

¿El modelo responde a las preguntas planteadas, de acuerdo al contexto dado?

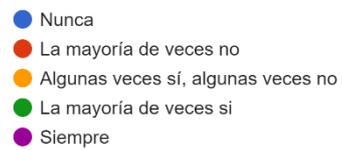
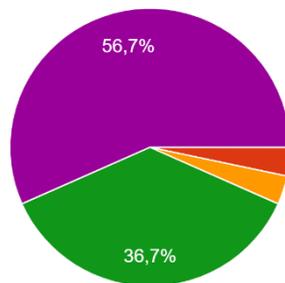
30 respuestas



Pregunta 2

¿El modelo brinda respuestas comprensibles?

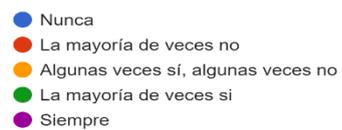
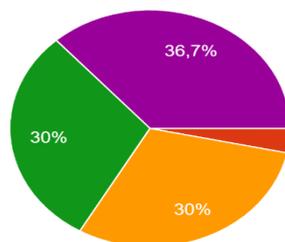
30 respuestas



Pregunta 3

¿El modelo responde en un tiempo adecuado?

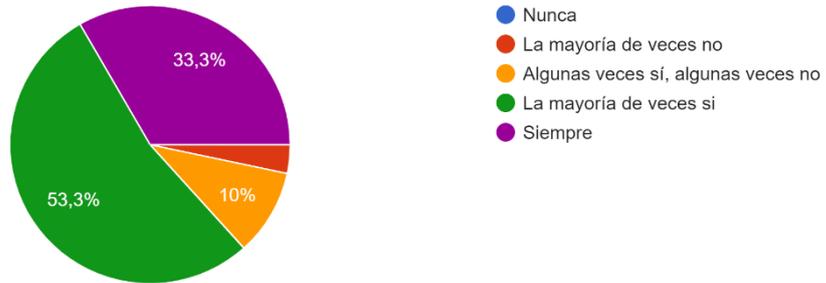
30 respuestas



Pregunta 4

¿El modelo comprende las preguntas que Ud ingresa?

30 respuestas



ANEXO 8. Video acerca de la creación del dataset

https://drive.google.com/file/d/1Tf6DwqFlk_jm72cMrITVeLIVbssrRIX/view?usp=sharing

ANEXO 9. Video acerca del entrenamiento del modelo transformer

https://drive.google.com/file/d/1pTx7LZYp5zudASyP_uL1z7cTxdCcWVvZ/view?usp=sharing

ANEXO 10. Video acerca de la creación de los spaces

https://drive.google.com/file/d/1W_dgmj3LcXllsK3wVwUvIBv0VPRUsI/view?usp=sharing

ANEXO 11. Base de datos acerca de becas e incentivos

<https://huggingface.co/datasets/Evelyn18/becasv2>

ANEXO 12. Modelo transformer acerca de becas e incentivos

<https://huggingface.co/Evelyn18/roberta-base-spanish-squades-becasv3>

ANEXO 13. Spaces

- GRADIO

<https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/space-becas>

- STREAMLIT

<https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/becasIncentivosUNL>

ANEXO 14. Plan de Pruebas

El presente anexo, describe el plan de pruebas en base a la capacidad de respuesta del modelo RoBERTaBecas acerca de becas e incentivos.

1. Plan de Pruebas

1.1 Definición del alcance

El objetivo del presente plan de pruebas es analizar la funcionalidad del modelo transformer RoBERTaBecas, para ello se plantearon 80 preguntas y se examinaron cada uno de los resultados devueltos por el mismo.

2. Planificación

2.1 Selección del contexto

El objeto experimental es el modelo transformer basado en becas e incentivos de la Universidad Nacional de Loja, del cual se evaluará su funcionalidad al usarlo y la capacidad de responder a las preguntas formuladas, dentro de su dominio de conocimiento.

2.2 Instrumentación

El instrumento utilizado fue el modelo transformer basado en becas e incentivos el cual se encuentra alojado en la plataforma de Hugging Face, disponible en la siguiente URL: <https://huggingface.co/spaces/Evelyn18/space-becas>.

3. Ejecución

En esta sección se plasman los resultados devueltos por cada una de las preguntas.

N°	Pregunta	Respuesta devuelta	Completa o Incompleta	Contexto Correcto o Incorrecto	Observaciones
1	¿Quiénes hacen cumplir las disposiciones del reglamento?	Las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja	Completa	Correcto	
2	¿Cuál es el monto de la ayuda económica que	Cuarenta y cinco dólares estadounidenses	Completa	Correcto	

	comprende la beca tipo A?				
3	¿Para qué modalidad son las becas?	En la modalidad presencial	Completa	Correcto	
4	¿Qué funciones tiene el responsable de la sección de becas e incentivos?	a. Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante	Completa	Correcto	
5	¿Importa la situación socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar	Completa	Correcto	
6	¿Hay un contrato para adquirir una beca?	a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución	Completa	Correcto	
7	¿Cuál es el objeto del reglamento de incentivos?	Establecer	Incompleta	Correcto	Devolvió parte de la respuesta correcta
8	¿Qué se hace en la etapa de difusión?	remitirá la nómina de los estudiantes seleccionados	Completa	Correcto	
9	¿Quién asigna una beca?	La Comisión de becas	Completa	Correcto	
10	¿Es posible tener dos becas?	En caso de comprobarse lo	Completa	Correcto	

		anteriormente citado, el estudiante perderá su beca			
11	¿Cómo se realiza la distribución de becas?	será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados	Completa	Correcto	
12	¿Qué funciones desempeña la comisión de becas e incentivos?	a. Elaborar el cronograma anual de actividades	Incompleta	Correcto	Devolvió parte de la respuesta correcta
13	¿Se puede acceder a una beca a partir de cualquier ciclo?	se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo	Completa	Correcto	
14	¿Qué nota se considera para los estudiantes que postulen por primera vez?	se considerará una nota mínima de 8.5	Completa	Correcto	
15	¿Existe un número límite de becarios?	será igual al 10% de los alumnos matriculados	Completa	Correcto	
16	¿Quién realiza el registro de becas e incentivos?	El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos	Completa	Correcto	
17	¿Quién registra	El/la	Completa	Correcto	

	el cumplimiento de las condiciones para mantener la beca?	responsable de la Sección de Becas e Incentivos			
18	¿Quiénes pertenecen al grupo de excelencia Académica?	Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones	Completa	Correcto	
19	¿Que debe cumplir estudiante que obtenga un incentivo o ayuda económica en grupos artísticos?	se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones	Completa	Correcto	
20	¿Como se realiza el otorgamiento de un incentivo?	a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución	Completa	Correcto	
21	¿El beneficiario se convierte en empleado de la Universidad?	El incentivo o ayuda económica	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado fue el correcto, pero solo devolvió parte inicial de la respuesta
22	¿Cuáles son los deberes del beneficiario del incentivo?	Cumplir con las actividades que le fueran asignadas	Completa	Correcto	

23	¿Qué pasa si el beneficiario del incentivo incumple con las actividades?	el responsable del grupo notificará a la Dirección de Bienestar Universitario	Completa	Correcto	
24	¿Quién puede fundar un grupo de difusión artístico?	El Órgano Colegiado Superior	Completa	Correcto	
25	¿Por qué se finaliza el contrato de becas e incentivos?	Por muerte o ausencia definitiva	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado fue el correcto, pero solo devolvió parte de la respuesta
26	¿Se puede tener una beca e incentivo adicional de la Universidad, de una entidad privada?	no podrá percibir ningún tipo de beca o incentivo	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado fue el correcto, pero solo devolvió parte de la respuesta
27	¿Cuáles son los principios del reglamento de becas?	Se	Incompleta	Incorrecto	No seleccionó el contexto, ni devolvió una respuesta congruente
28	¿Quiénes deben hacer acatar las disposiciones del reglamento de becas?	las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja	Completa	Correcto	
29	¿La situación socioeconómica	Se considerará la situación	Completa	Correcto	

	del estudiante se toma en cuenta para conceder una beca?	socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar			
30	¿Desde qué ciclo se realiza el otorgamiento de las becas?	se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo	Completa	Correcto	
31	¿Cuánto dan por la beca de ayuda socioeconómica?	ayuda económica de otra entidad pública o privada	Incompleta	Incorrecto	Al no encontrar palabras claves dentro de la pregunta, el modelo se confundió para responder
32	¿Cuál es el objeto del reglamento de becas?	Establecer	Incompleta	Correcto	Seleccionó el contexto correcto, pero solo devolvió una palabra
33	¿Quiénes deben hacer cumplir las disposiciones del reglamento?	las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja	Completa	Correcto	
34	¿Qué es beca?	En caso de comprobarse lo anteriormente citado, el estudiante perderá su beca	Incompleta	Incorrecto	El contexto seleccionado fue erróneo
35	¿Cuáles son las funciones de la comisión de	a. Elaborar el cronograma anual de	Completa	Incorrecto	El contexto fue el correcto, pero solo

	becas e incentivos?	actividades			devuelve parte inicial de la respuesta
36	¿Cuáles son las funciones del responsable de la sección de becas e incentivos?	Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante	Completa	Correcto	
37	¿Cuál es el monto de la beca tipo A?	cuarenta y cinco dólares estadounidenses	Completa	Correcto	
38	¿A qué modalidad se conceden las becas?	en la modalidad presencial	Completa	Correcto	
39	¿Se puede tener más de una beca?	El estudiante que sea beneficiario de alguna beca e incentivo	Incompleta	Incorrecto	Contexto y respuesta incorrecta
40	¿En qué consiste la etapa de difusión?	remitirá la nómina de los estudiantes seleccionados	Completa	Correcto	
41	¿Se considera la situación socioeconómica del estudiante para conceder una beca?	Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar	Completa	Correcto	
42	¿Existe un contrato para obtener una	Para el otorgamiento de la beca, se	Completa	Correcto	

	beca?	realizará a través de un contrato			
43	¿Quién establece la asignación de becas?	la Comisión de Becas	Completa	Correcto	
44	¿Cómo es la distribución de becas?	Será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados.	Completa	Correcto	
45	¿A partir de que ciclo se otorgan las becas?	se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo	Completa	Correcto	
46	¿Cuál es la nota mínima para los estudiantes que postulen por primera vez?	8.5 en los dos últimos periodos académicos culminados	Completa	Correcto	
47	¿Existe un número de becarios?	será igual al 10% de los alumnos matriculados	Completa	Correcto	
48	¿Qué tiempo dura la beca tipo A?	se otorgará por el lapso que dure la carrera	Completa	Correcto	
49	¿Cómo puedo mantener la beca?	tener un rendimiento igual o superior a 8.5 por cada periodo	Completa	Correcto	

		académico			
50	¿Quién da seguimiento a las condiciones para mantener la beca?	El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos	Completa	Correcto	
51	¿Cuáles son las obligaciones como beneficiario de becas?	Asistir normalmente a clases	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado fue el correcto, pero solo devolvió parte inicial de la respuesta
52	¿A quiénes se otorga el certificado por excelencia Académica?	Será otorgado al 2% de estudiantes con las mejores calificaciones	Completa	Correcto	
53	¿Qué debe hacer el estudiante que obtenga un incentivo o ayuda económica en grupos artísticos?	se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones	Completa	Correcto	
54	¿Como se realiza el otorgamiento de un incentivo o ayuda económica?	a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución	Completa	Correcto	
55	¿El beneficiario de un incentivo	El incentivo o ayuda	Completa	Correcto	

	debe trabajar para la Universidad?	económica no le otorga al beneficiario la calidad de empleado			
56	¿Quién debe solicitar un incentivo o ayuda económica?	el responsable de los grupos artístico culturales	Completa	Correcto	
57	¿Cuáles son los deberes del beneficiario del incentivo?	Cumplir con las actividades que le fueran asignadas	Completa	Correcto	
58	¿Qué ocurre si el beneficiario del incentivo incumple con las actividades?	el responsable del grupo notificará a la Dirección de Bienestar Universitario	Incompleta	Correcto	Devolvió parte de la respuesta correcta
59	¿Quién puede crear un grupo de difusión artístico?	El Órgano Colegiado Superior	Completa	Correcto	
60	¿Cuándo se pierde una beca e incentivo?	Disminución del rendimiento académico	Completa	Correcto	
61	¿Por qué se termina el contrato de becas e incentivos?	Por muerte o ausencia definitiva	Incompleta	Correcto	Devolvió parte de la respuesta, a pesar de que el contexto fue el correcto
62	¿Se puede obtener una beca e incentivo	no podrá percibir ningún tipo de beca o incentivo	Completa	Correcto	

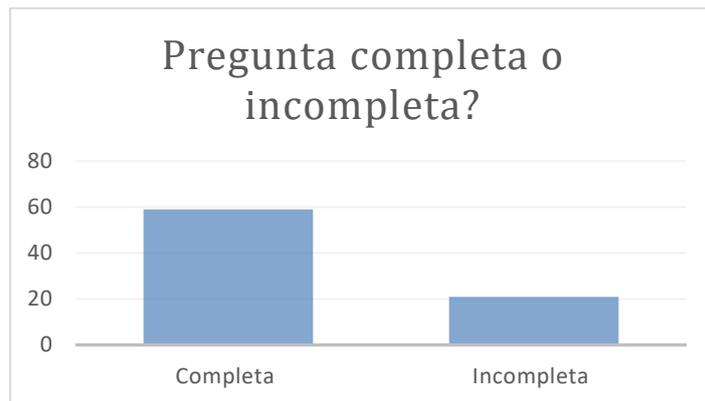
	además de tener otra beca de una entidad privadas?				
63	¿Es posible tener más de una beca?	El estudiante que sea beneficiario de alguna beca e incentivo	Incompleta	Incorrecto	La respuesta devuelta es errónea al igual que el contexto
64	¿La situación socioeconómica del estudiante se toma en cuenta para conceder una beca?	Se considerará la situación socioeconómica del estudiante con o sin dependencia familiar	Completa	Correcto	
65	¿Cómo se efectúa la distribución y proporcionalidad de las becas?	será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados	Completa	Correcta	
66	¿Existe una nota mínima para postular a una beca?	Para el otorgamiento de la beca, se realizará a través de un contrato	Incompleta	Incorrecto	El contexto es erróneo, por ende, la respuesta también
67	¿Qué obligaciones deberán cumplir los beneficiarios de becas?	Asistir normalmente a clases	Incompleta	Correcto	Al ser una respuesta extensa, únicamente devuelve parte de la respuesta

					correcta
68	¿Cuáles son los requisitos para obtener una beca?	Una calificación mínima de 8.5 en su promedio general	Incompleta	Correcto	Al ser una respuesta extensa, únicamente devuelve parte de la respuesta
69	¿Qué tipos de becas existen?	Beca Tipo "A" (Ayuda Socioeconómica)	Incompleta	Correcta	Únicamente devolvió parte de la respuesta correcta
70	¿El estudiante que obtenga una ayuda económica a que estará sujeto?	se sujetará a las normas, horarios y demás disposiciones	Completa	Correcto	
71	¿Quiénes deben hacer acatar las disposiciones del reglamento de becas?	las instancias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Loja	Completa	Correcto	
72	¿Qué funciones desempeña el responsable de becas?	Informar, apoyar, asesorar y orientar al estudiante	Completa	Correcto	
73	¿Es necesario realizar un contrato para otorgar una beca?	a través de un contrato que será suscrito por el Rector de la Institución	Completa	Correcto	
74	¿Por parte de quien serán establecidas la asignación de becas?	la Comisión de Becas	Completa	Correcto	

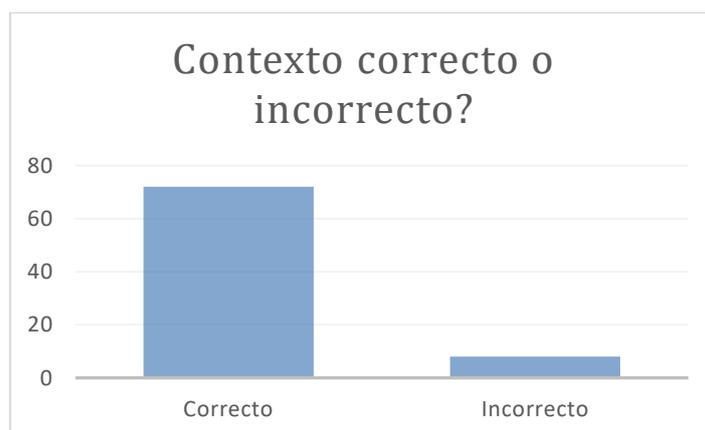
75	¿El otorgamiento de las becas a partir de que ciclo se conceden?	se concederá a los estudiantes a partir del segundo ciclo	Completa	Correcto	
76	¿Por qué tiempo se da el otorgamiento la beca tipo A?	se otorgará por el lapso que dure la carrera	Completa	Correcto	
77	¿Quién realiza el registro de beca de un estudiante beneficiario?	El/la responsable de la Sección de Becas e Incentivos	Completa	Correcto	
78	¿Cómo se efectúa el mantenimiento de becas e incentivos?	El Rector de la Institución	Incompleto	Incorrecto	El contexto es erróneo, por ende, la respuesta también
79	¿Quién pide un incentivo o ayuda económica?	Los estudiantes integrantes artístico culturales y deportivos	Incompleta	Correcto	El contexto seleccionado para obtener la respuesta es correcto
80	¿Cómo conservo la beca?	será proporcional por Facultades, Carreras y al número de estudiantes matriculados	Incompleta	Incorrecto	El contexto es erróneo, por ende, la respuesta también

4. Análisis de Resultados

Luego de culminar el experimento con las 80 preguntas, se pudo concluir que el 59 de ellas el modelo devolvió la respuesta de forma completa, sin embargo 21 de las mismas no lo hizo así, en estos casos las respuestas son muy extensas para el modelo, por esta razón únicamente devolvió cierta parte de la respuesta.



Otro aspecto a considerar en este plan de pruebas fue analizar si el contexto seleccionado por el modelo para arrojar una respuesta era el correcto o no, en este caso 72 contextos fueron correctos acorde a la pregunta sin embargo 8 de ellos fueron incorrectos esto se debe a que las preguntas claves detectadas en la pregunta coinciden en varios contextos a la vez debido a la redundancia de palabras del reglamento.



ANEXO 15. Certificación de traducción del resumen de inglés a español

Loja, 20 de junio de 2023

Mgs. Mònica Cecilia Jimbo Galarza

CERTIFICO:

Que el resumen del Trabajo de titulación denominado “Modelo de red neuronal transformer para responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos de los estudiantes de la Carrera de Computación de la Universidad Nacional de Loja”, perteneciente a Evelyn Juliana Quevedo Reyes con cédula de identidad 1105537664, de la Carrea de Ingeniería en Sistemas; traducido al inglés cumple con las características propias del idioma extranjero.

Resumen

El desconocimiento de los estudiantes acerca de las becas e incentivos que oferta la Universidad Nacional de Loja (UNL), ha ocasionado que muchos estudiantes que realmente necesitan este tipo de ayudas económicas para cubrir parte sus necesidades, no puedan acceder a las mismas. El objetivo del presente Trabajo de Titulación (TT) fue elaborar un modelo de red neuronal transformer que permita responder preguntas frecuentes acerca de becas e incentivos, esto se llevó a cabo mediante seis fases de Descubrimiento de Conocimiento en bases de Textos (KDT) constituida por: definición del concepto clave, recopilación de información, preprocesamiento, transformación, minado de texto e interpretación de los resultados. En primera instancia se realizó un corpus acerca de becas e incentivos, el cual fue indispensable en el proceso de Fine Tuning para la elaboración y entrenamiento del modelo de red transformer, se empleó herramientas como Google Colab y Hugging Face, seguidamente se seleccionó un modelo preentrenado para optimizar tiempos de aprendizaje, en base a una investigación previa se seleccionó un modelo basado en BERT, denominado RoBERTa, este ejemplar se encuentra entrenado en squad en el idioma español, y además presenta mejores que su antecesor, razones por las cuales fue seleccionado, para conseguir el modelo con

mejores resultados se realizaron diversas configuraciones para finalmente obtener un modelo con F1 score de 0.81. Una vez desarrollado el modelo se le aplicaron pruebas para obtener un promedio de respuesta, en la primera de obtuvo un valor de 0.89 al tener de

forma guiada tanto el contexto como la pregunta, en la siguiente valoración se modificó la semántica de las preguntas para un mismo contexto, obteniendo, así como media más alto un 0.95 F1 score y como más bajo un 0.42. Posteriormente para la prueba de funcionalidad se requirió la ayuda de estudiantes de la Carrera de Computación para que realicen las practicas correspondientes y corroborar de esta forma el funcionamiento del modelo transformer de manera guiada, en 56% concluyeron que responde a las preguntas propuestas en base a un contexto dado y en un 53% concordaron que brinda respuestas comprensibles. Finalmente se puede concluir que fue posible efectuar la elaboración de un modelo transformer que sea capaz de responder preguntas acerca de becas e incentivos mediante el uso de un modelo preentrenado, acompañado de la metodología fine tuning para el entrenamiento del mismo.

Palabras claves: Agente conversacional, RoBERTa, Squad, KDT, Auto-atención

Abstract

The students' lack of knowledge about the scholarships and incentives offered by the Universidad Nacional de Loja has meant that many students who really need this type of financial aid to cover part of their needs cannot access them. The objective of this Thesis was to develop a transformer neural network model that allows answering frequently asked questions about scholarships and incentives, this was carried out through six phases of Knowledge Discovery in Text bases (KDT) constituted by: definition of the key concept, information gathering, preprocessing, transformation, text mining and interpretation of the results. In the first instance, a corpus was made about scholarships and incentives, which was essential in the Fine Tuning process for the elaboration and training of the transformer network model, tools such as Google Colab and Hugging Face were used, then a pre-trained model to optimize learning times, based on previous research, a model based on BERT was selected, called RoBERTa, this specimen is trained in squad in the spanish language, and also has better than its predecessor, reasons why it was selected, to obtain the model with the best results, various configurations were made to finally obtain a model with an F1 score of 0.81. Once the model was developed, tests were applied to obtain an average response, in the first one it obtained a value of 0.89 by having both the context and the question guided, in the following evaluation the semantics of the questions were modified for a same context, obtaining a 0.95 F1 score as the highest average and 0.42 as the lowest. Subsequently, for the functionality test, the help of

students of the Computing career was required to carry out the corresponding practices and thus corroborate the operation of the transformer model in a guided manner, in 56% they concluded that it answers the proposed questions based on a given context and 53% agreed that it provides understandable answers. Finally, concluded that it was possible to elaborate a transformer model that is capable of answering questions about scholarships and incentives through the use of a pretrained model, accompanied by the fine tuning methodology for its training.

Keywords: Conversational agent, RoBERTa, Squad, KDT, Auto-attention



Firmado electrónicamente por:
**MONICA
CECILIA JIMBO
GALARZA**

Mgs. Monica Jimbo Galarza

MAGISTER EN ENSEÑANANZA DE INGLES COMO LENGUA EXTRANJERA

REGISTRO EN LA SENESCYT N° 1021-2018-1999861