



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO



Facultad de
Posgrado

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA

TEMA:

**“LAS REDES NEURONALES APLICADO EN EL APRENDIZAJE DE LA
ROBÓTICA EDUCATIVA”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en
Tecnología e Innovación Educativa**

AUTOR: Ing. Gustavo Sebastián Portilla Martínez

DIRECTOR: PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

ASESOR: PhD. Irving Marlon Reascos Paredes

IBARRA - ECUADOR

2023

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicó a mi esposa Elizabeth López por su apoyo incondicional para lograr mi superación profesional y a mis padres Gabriel Portilla y Magdalena Martínez por inculcarme los valores de responsabilidad y sacrificio.

Gustavo Sebastián Portilla Martínez

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento y agradecimiento a los docentes de Posgrado de la Maestría en Tecnología e Innovación Educativa de la Universidad Técnica del Norte por brindar sus conocimientos y en especial a la Doctora Brizeida Gámez, tutora del proyecto y al Doctor Irving Reascos, asesor del proyecto, por su ayuda, paciencia y dedicación en el desarrollo del presente proyecto.

Gustavo Sebastián Portilla Martínez

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Brizeida Nohemí Gámez Aparicio, certifico que el estudiante Gustavo Sebastián Portilla Martínez, con cédula N°. 1717727802, ha elaborado y sustentado, bajo mi dirección, el trabajo de grado titulado: **“Las redes neuronales aplicado en el aprendizaje de la robótica educativa”**. Este trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación pública y ser evaluado por parte del tribunal examinador que se designe.

Ibarra, 26 de abril de 2023



PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

DIRECTORA DE TESIS

CI. 1758387383



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1717727802		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PORTILLA MARTÍNEZ GUSTAVO SEBASTIÁN		
DIRECCIÓN:	EUGENIO ESPEJO		
EMAIL:	gsportillam@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0990746377

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	LAS REDES NEURONALES APLICADO EN EL APRENDIZAJE DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA
AUTOR (ES):	PORTILLA MARTÍNEZ GUSTAVO SEBASTIÁN
FECHA: DD/MM/AAAA	19-06-2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	MAGISTER EN TECNOLOGIA E INNOVACIÓN EDUCATIVA
DIRECTOR /ASESOR:	PHD. BRIZEIDA NOHEMÍ GÁMEZ APARICIO PHD. IRVING MARLON REASCOS PAREDES

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de junio de 2023

EL AUTOR:

.....
Gustavo Sebastián Portilla Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación.....	3
CAPÍTULO II	5
2. MARCO REFERENCIAL	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Teoría del procesamiento de la información de George A. Miller	7
2.2.2. Red Neuronal Artificial (RNA).	8
2.2.3. Red Neuronal Recurrente (RNR).....	10
2.2.4. Machine Learning (ML)	11
2.2.5. Comprensión del Lenguaje Natural (CLN).....	12
2.2.6. Inteligencia Artificial (IA)	12
2.2.7. Representaciones de codificador bidireccional de transformadores	13
2.2.8. Chatbot	14
2.2.9. Robótica educativa	15
2.3. Marco legal.....	16
2.3.1. Reglamento General a La Ley Orgánica De Educación Intercultural	16
Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2018-00024-A	17
2.3.2. Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A.....	17
2.3.3. Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2021-00059-A.....	17
CAPÍTULO III.....	18
3. MARCO METODOLÓGICO	18

3.1.	Descripción del área de estudio/Grupo de estudio	18
3.2.	Enfoque y tipo de investigación.....	19
3.3.	Procedimientos	20
3.3.1.	Fase 1: Análisis del funcionamiento y clasificación de las redes neuronales artificiales que se pueden aplicar en la enseñanza de la robótica educativa, que permita desarrollar habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.....	20
3.3.2.	Fase 2: Diseño de una plataforma de enseñanza basada en redes neuronales que permita desarrollar en los estudiantes habilidades para la construcción y funcionamiento de un robot móvil.	20
3.3.3.	Fase 3: Construcción de un robot móvil basado en la plataforma de hardware ESP32 mediante un análisis de requerimientos necesarios para su construcción aplicando aprendizaje basado en proyectos para garantizar su correcto funcionamiento.	20
3.3.4.	Fase 4: Recolección y validación de los datos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis.	21
3.4.	Consideraciones éticas.....	22
CAPÍTULO IV.....		28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1.	Desarrollo de la propuesta	28
4.1.1.	Construcción de <i>Chatbot</i> en plataforma <i>Dialogflow</i>	28
4.1.2.	Configuración Chatbot en Facebook Developers.....	31
4.1.3.	Materiales para construcción de robot móvil	36
4.1.4.	Diseño de Robot	41
4.1.5.	Diseño código de programa	42
4.2.	Resultados	45
4.2.1.	Recolección de información	45
4.2.2.	Validación del instrumento de recolección de datos	46
4.2.3.	Confiabilidad.....	48
4.2.4.	Cálculos estadísticos descriptivos.....	50
4.2.5.	Planteamiento de hipótesis nula e hipótesis alternativa.....	51
4.2.6.	Prueba de hipótesis	52
4.2.7.	Conclusión.....	54
4.3.	Discusión.....	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
Conclusiones		55
Recomendaciones.....		57
REFERENCIAS.....		58
ANEXOS		62
Anexo 1. Aceptación de la institución		62
Anexo 2. Código JavaScript		63

Anexo 3. Esquema electrónico del robot móvil.....	63
Anexo 3. Código de programa para robot móvil	63
Anexo 4. Evaluación dirigida a los estudiantes	65
Anexo 5. Validación de experto 1	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características ESP32.....	40
Tabla 2 Conexión de pines de L293D con ESP32.....	41
Tabla 3 <i>Conexión de pines del sensor HC-SR04 con ESP32</i>	42
Tabla 4 <i>Conexión de pines del sensor QTR-8RC con ESP32</i>	42
Tabla 5 Resultado de evaluaciones.....	46
Tabla 6 Relación de criterios del instrumento de evaluación	47
Tabla 7 Resultados por preguntas evaluación 1	48
Tabla 8 Resultados por preguntas evaluación 2	50
Tabla 9 Resumen resultados de confiabilidad	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Procesamiento de la información</i>	8
Figura 2 Estructura de una neurona biológica y artificial	9
Figura 3 Capas de una red neuronal artificial.....	10
Figura 4 Casos de uso de redes neuronales	11
Figura 5 Técnicas CLN y PLN.....	12
Figura 6 La inteligencia artificial y sus subdivisiones	13
Figura 7 Capacidades de la inteligencia artificial.....	13
Figura 8 Búsqueda de Chatbot en Scopus	14
Figura 9 Arquitectura de un Chatbot.....	15
Figura 10 Fases de solución de problemas aplicando robótica educativa	16
Figura 11 Ubicación de la EEB. “Manuel Villavicencio”.....	18
Figura 12 Flujograma de fases de trabajo de investigación	21
Figura 13 Creación de intenciones en Dialogflow	28
Figura 14 Configuración de frases de entrenamiento de solicitud y respuesta	29
Figura 15 Carga útil personalizada en Dialogflow para Facebook Messenger	29
Figura 16 Código en JavaScript para configuración de Fulfillment.....	30
Figura 17 Configuración para integración Dialogflow con Facebook Messenger.....	31
Figura 18 Creación de aplicación en Facebook Developers	32
Figura 19 Configuración de aplicación en Facebook Developers.....	33
Figura 20 Configuración de Messenger y Webhooks en Facebook Developers.....	34
Figura 21 Arquitectura de conexión Dialogflow	35
Figura 22 Pruebas de funcionamiento Chatbot	35
Figura 23 Disposición sensor QTR-8RC.....	36
Figura 24 Disposición sensor HC-SR04.....	37
Figura 25 Disposición micromotor DC	38
Figura 26 Disposición driver de motores L293D	38
Figura 27 Disposición microcontrolador ESP32	39
Figura 28 Disposición batería LiPo.....	40
Figura 29 <i>Diseño electrónico del robot móvil</i>	41
Figura 30 Ensamblado de sensores y actuadores de robot móvil.....	42
Figura 31 Disposición de sensores en el funcionamiento del robot	43
Figura 32 Diagrama de flujo para el funcionamiento del robot	43
Figura 33 Instalación de librerías para el funcionamiento del robot	44
Figura 34 Código de programa para robot en Arduino IDE.....	44
Figura 35 Pruebas de funcionamiento del Robot con los estudiantes	45
Figura 36 Escalas del coeficiente alfa de Cronbach.....	49
Figura 37 Resultados estadísticos descriptivos evaluación 1	51
Figura 38 Resultados estadísticos descriptivos evaluación 2.....	51
Figura 39 Resultados cálculo de potencia en G*Power	53
Figura 40 Resultados prueba de hipótesis en RStudio	54



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO



Facultad de
Posgrado

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN EDUCATIVA

LAS REDES NEURONALES APLICADO EN EL APRENDIZAJE DE LA
ROBÓTICA EDUCATIVA

Autor: Gustavo Sebastián Portilla Martínez

Tutor: Ph.D. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

Año: 2023

RESUMEN

Se presentan los resultados de la aplicación de redes neuronales artificiales como estrategia metodológica en el proceso enseñanza aprendizaje de la robótica en estudiantes del último nivel de educación básica. Para ello se llevó a cabo la construcción de un robot basado en la plataforma de hardware ESP32, teniendo como fundamento la teoría del procesamiento de la información de George A. Miller y aplicando un *Chatbot* basado en redes neuronales artificiales. El grupo de estudio fue conformado por estudiantes de décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio”. Para la verificación de conocimientos, en los estudiantes, se aplicó un instrumento de evaluación tipo test conformado por 15 ítems de selección múltiple, realizados antes y después de aplicar redes neuronales mediante *Chatbot*. Con los datos obtenidos se hizo las pruebas estadísticas y la verificación de la prueba de hipótesis dando como resultado en el cálculo de potencia estadística un valor de 97,18% de rechazar la hipótesis nula H_0 , el tamaño del efecto con un valor de 1,4043 lo cual corresponde a un valor grande, los valores de la prueba t para muestras relacionadas con un valor de *p-value* < 0,01 a un 95% de confianza descartando la hipótesis nula H_0 y aceptando la hipótesis alternativa H_1 , además de esto se obtiene un valor del coeficiente de alfa de Cronbach de 0,81 el cual se encuentra en la escala Aceptable – Elevado indicando que el instrumento de evaluación es confiable. Lo anterior permite concluir que la aplicación de esta herramienta ayuda en los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje. Los resultados alcanzados dan respuesta a la pregunta de investigación, ya que; a partir de la aplicación de redes neuronales artificiales, como estrategia metodológica para la enseñanza, fomentaron habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Palabras clave: Redes Neuronales, Robótica, Educativa



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
POSTGRADUATE FACULTY

UTN
IBARRA - ECUADOR | Facultad de
Posgrado

MASTER'S PROGRAM IN TECHNOLOGY
AND EDUCATIONAL INNOVATION

THE NEURAL NETWORKS APPLIED IN THE LEARNING OF
EDUCATIONAL ROBOTICS

Author: Gustavo Sebastián Portilla Martínez

Tutor: PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

Year: 2023

ABSTRACT

The results of the application of artificial neural networks are presented as a methodological strategy in the teaching-learning process of robotics in students of the last level of basic education. For this, the construction of a robot based on the ESP32 hardware platform was carried out, based on the information processing theory of George A. Miller and applying a Chatbot based on artificial neural networks. The study group was made up of tenth-year students from the "Manuel Villavicencio" School of Basic Education. For the verification of knowledge, in the students, a test-type evaluation instrument was applied, made up of 15 multiple-choice items, carried out before and after applying neural networks through Chatbot. With the data obtained, the statistical tests and the verification of the hypothesis test were made, resulting in the calculation of statistical power, a value of 97.18% to reject the null hypothesis H_0 , the size of the effect with a value of 1,4043 which corresponds to a large value, the values of the t-test for related samples with a p-value < 0.01 at 95% confidence, discarding the null hypothesis H_0 and accepting the alternative hypothesis H_1 , in addition to this a value of Cronbach's alpha coefficient of 0.81 is obtained, which is on the Acceptable - High scale, indicating that the evaluation instrument is reliable. This allows us to conclude that the application of this tool helps students in the teaching-learning process. The results achieved answer the research question, since; From the application of artificial neural networks, as a methodological strategy for teaching, they fostered creativity and innovation skills in the development of technological projects.

Keywords: Network, Neural, Robotics, Education

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

Según UNESCO-OREALC (2017) en reunión regional conformado por ministros de educación de países de América Latina y el Caribe; el pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, innovación y manejo de la tecnología, son habilidades que los estudiantes deben tener para enfrentar los desafíos del siglo XXI, de las cuales estas, no están presentes en los currículos de cada nación.

Según Martínez, Camargo, Ortiz e Izquierdo (2019) el Índice Global de Innovación (GII), indica que, Ecuador está teniendo un retroceso general en cuanto a los parámetros de creatividad, conocimiento y tecnología. Entre los años 2017 y 2018 hubo una caída del ranking de 5 puestos, lo cual se evidencia en niveles bajos de los indicadores en temas de innovación tecnológica y emprendimiento.

García-Peña (2020) indica en su investigación que actualmente la humanidad se encuentra en la era de la Inteligencia Artificial (IA), la cual se basa en el uso de redes neuronales; su campo de aplicación es amplio y está presente en la industria, transporte, medicina, servicios financieros, plataformas de entretenimiento, dispositivos móviles y la robótica. En este sentido, las unidades educativas necesitan cambios en la transferencia de información de estas nuevas tecnologías y de esta forma cambiar los modelos de enseñanza tradicional. La falta de estos conocimientos, habilidades y manipulación de dichas tecnologías, tendrá una repercusión en los estudiantes a futuro, ya que se evidenciará la ausencia de creatividad e innovación en el transcurso de su vida estudiantil; por tal razón se propone desarrollar la aplicación de las redes neuronales artificiales, como estrategia metodológica, aplicada en la enseñanza de la robótica educativa, con los estudiantes de décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” durante el periodo 2021-2022; y de esta manera fomentar el proceso de aprendizaje de conocimientos y nuevas habilidades en esta área.

Partiendo de lo anterior se establece la siguiente interrogante para la presente investigación:

¿Cómo se pueden utilizar las redes neuronales como estrategia metodológica para la enseñanza de la robótica educativa en los estudiantes de décimo año, de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” del periodo 2021-2022, para el desarrollo de habilidades de creatividad, innovación y manejo de la tecnología?

De esta interrogante surgen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los tipos y funcionamiento de las redes neuronales artificiales?
- ¿Cómo diseñar una plataforma de aprendizaje basada en redes neuronales y utilizarla como estrategia metodológica en el proceso enseñanza aprendizaje?
- ¿En qué consiste la robótica educativa y cuáles son las fases para la construcción de un robot móvil?
- ¿Cómo realizar la recolección y validación de datos para verificar si la metodología, aplicando redes neuronales artificiales para la enseñanza de la robótica educativa, es efectiva para la enseñanza?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Construir un robot basado en la plataforma de hardware ESP32, aplicando redes neuronales artificiales como estrategia metodológica para la enseñanza, fomentando de esta manera en los estudiantes del décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” del periodo 2021-2022 habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento y clasificación de las redes neuronales artificiales que se pueden aplicar en la enseñanza de la robótica educativa, que permita desarrollar habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.
- Diseñar una plataforma de enseñanza basada en redes neuronales que permita desarrollar en los estudiantes habilidades para la construcción y funcionamiento de un robot móvil.
- Construir un robot móvil basado en la plataforma de hardware ESP32 mediante un análisis de requerimientos necesarios para su construcción aplicando aprendizaje basado en proyectos la cual garantice su correcto funcionamiento.

- Recolectar y validar los datos obtenidos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis.

1.3.Justificación

Utilizar proyectos de robótica en los procesos enseñanza aprendizaje con los estudiantes es recomendable ya que varios casos de estudio indican las ventajas y efectos positivos que se obtienen, como son la creatividad, innovación y capacidad de resolver problemas. Al impartir las temáticas de robótica y utilizando las redes neuronales como estrategia metodológica para la enseñanza a los estudiantes de décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” del periodo 2021-2022, se obtendrán los conocimientos y habilidades para que puedan enfrentarse a los desafíos del siglo XXI. Según García-Peña (2020) indica que:

(...) la IA es una tecnología con un valor incalculable en el mercado, tanto en el presente como en el futuro, pero no sólo al referirse al valor monetario, sino más bien al valor que posee para la optimización de procesos no comerciales, como por ejemplo el sector educativo (p. 649).

García (2015) y Karim, Lemaignan y Mondada (2015) mencionan que la robótica educativa es una manera creativa para el aprendizaje basado en ensayo error ya que interactúa con la programación, construcción y manipulación de una plataforma robótica; además, de ser un proceso tecnológico, este interactúa con la sociedad, la ciencia y la tecnología apoyándose en dos modelos pedagógicos que son el construccionismo y el constructivismo en donde se aplican metodologías de aprendizaje basado en proyectos y también trabajo colaborativo obteniendo así un aprendizaje significativo.

El Plan Nacional de Desarrollo (2021-2025), indica que, para potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora inclusiva y de calidad en todos los niveles, el Sistema Nacional de Educación debe marchar al ritmo de la evolución tecnológica y centrarse en la preparación de las futuras generaciones, Su objetivo aborda una educación innovadora en donde los procesos de mejoramiento se realicen a través de la investigación y el uso de herramientas tecnológicas para de esta manera concretar procesos la innovación y el emprendimiento a futuro. Por otra parte, el Ministerio de Educación juntamente con la Subsecretaría para la Innovación Educativa y el Buen Vivir, propicia la realización de proyectos escolares enmarcados en un campo de

acción científico donde se aplique conocimientos de robótica y programación informática.

Finalmente, cabe destacar que la investigación propuesta se enmarca en las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte en lo que se refiera a gestión, calidad de la educación, procesos pedagógicos e idiomas, ya que trata temas de tecnología, innovación aplicada en el campo educativo.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

La robótica es una ciencia donde se involucran la mecánica, electrónica, informática, diseño mecánico, redes neuronales e inteligencia artificial con el fin de crear maquinas que puedan realizar una acción de manera autónoma, o realizando acciones simulando el pensamiento humano, la aplicación de estos conocimientos en los estudiantes ayuda en el desarrollo de las habilidades de creatividad e innovación. El desarrollo de este capítulo se detalla la base teórica, la recopilación bibliográfica de investigaciones previas y los aspectos legales que sustentan la realización del trabajo de investigación.

2.1. Antecedentes

Badeleh (2019) en su investigación sobre los efectos de la formación en robótica en la creatividad y el aprendizaje de los estudiantes de física, utilizó el método cuantitativo y experimentó en una población de 120 estudiantes de diferentes escuelas de Teherán, Irán. Las investigaciones realizadas mostraron mejorías en los estudiantes en cuanto a creatividad con un aumento del 0,55% y avances en el aprendizaje con un aumento del 0,41% respecto a los valores obtenidos antes de realizar el entrenamiento en robótica con los estudiantes, el investigador concluye que este método de enseñanza es efectivo para los estudiantes, ya que aumenta su motivación y creatividad.

Benítez (2018) en su investigación sobre un brazo robótico educativo para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio, hizo uso del método cualitativo y aplicó el método de aprendizaje cooperativo en una población de 20 estudiantes. En sus resultados indica que mediante la robótica educativa se logró estimular la creatividad e innovación de los estudiantes de la Unidad Educativa 17 de Julio. Concluye que mediante esta investigación se generó el desarrollo de habilidades y un pensamiento crítico para la solución de problemas.

Villon (2019) en su investigación sobre la robótica educativa como apoyo didáctico para el desarrollo del pensamiento computacional aplicó el método cualitativo y el método de aprendizaje basado en proyectos haciendo uso de herramienta de gamificación a una población de 115 estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Vicente Rocafuerte, aplica un robot móvil para el

desarrollo de las habilidades de creatividad y solución de problemas en los estudiantes, concluye que mediante la robótica educativa se desarrolla el pensamiento computacional.

Casado y Checa-Romero (2020) en su investigación sobre robótica y proyectos STEM, enfocado en el desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria, aplicó el método cualitativo y cuantitativo a una población de 57 alumnos, aplicando el método de aprendizaje basado en proyectos y utilizando evaluaciones tipo Test para medir la inteligencia creativa de los estudiantes, antes y después de la investigación, en donde se obtuvo un aumento de creatividad en la solución de problemas. Concluye que insertar la robótica y los proyectos STEM en el aula son beneficiosos para los estudiantes ya que aumenta la capacidad creativa para resolver problemas, pero que debe ser realizados en el aula para tener mayores resultados.

En conjunto con la robótica, las redes neuronales son otra tecnología que está inmersa en el campo tecnológico, su aplicación está directamente ligada con la Inteligencia Artificial (IA). Haldorai, Murugan y Ramu (2020) mencionan en su investigación sobre la Evolución, desafíos y aplicación de la educación inteligente en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que la IA se está poniendo en práctica y que tiene como objetivo transformar el sector de las TIC mediante el aprendizaje automático, aprendizaje profundo y el procesamiento del lenguaje natural.

Según Kakhi et. al (2022) los casos de estudio realizados en investigaciones en el campo de salud en Taiwán indican que la industria de dispositivos médicos puede utilizar IA, Big Data e Internet de las Cosas (IoT) para desarrollar soluciones de atención de la salud asequibles e integrales centradas en la salud digital mejorando el sistema de salud. Se concluye que la IA es de vital importancia para el desarrollo y realización de operaciones que antes eran imposibles y que este puede ser el aprendizaje del siglo XXI.

Pan y Zhang (2021) en su investigación sobre los roles de la IA en la ingeniería y la gestión de la construcción, aplicó el método cualitativo basado en un análisis cuantitativo de 4473 artículos de revistas publicados entre 1997 y 2020; donde indica que las redes neuronales conjuntamente con la IA, son tendencia para futuras investigaciones en los campos de la robótica inteligente e Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT). En este último, ha habido un crecimiento en cuanto al desarrollo de dispositivos electrónicos para formar redes de dispositivos interconectados como sensores. Concluye que la IA es superior a la hora de abordar problemas complejos en

condiciones de gran incertidumbre y con gran cantidad de datos y es más probable que arrojen resultados precisos y convincentes para la toma de decisiones tácticas.

Vallejos (2018) en su investigación sobre un módulo didáctico de entrenamiento de redes neuronales para el reconocimiento de patrones de imágenes y voz con Raspberry Pi, indica que el estudio y la aplicación de redes neuronales en sistemas dinámicos ha sido algo no explorado por los estudiantes. Como resultado de la investigación se logró una simplificación en la etapa de creación de la red neuronal y además se obtuvo una aplicación inmediata en el mundo real. Concluye que la aplicación de la robótica con el procesamiento de imágenes es muy útil en el campo de la industria

Córdova y Mora (2007) en su investigación sobre el estudio de redes neuronales y aplicaciones prácticas, aplicó un método cuantitativo basado en un algoritmo matemático para el reconocimiento de imágenes. De esta manera, demostraron en su investigación que las redes neuronales no necesitan un algoritmo para realizar una tarea específica, su capacidad de aprender lo hace flexible y poderosa para cualquier tipo de aplicación. Concluye que la aplicación de redes neuronales ayudará a resolver grandes problemas tecnológicos a futuro.

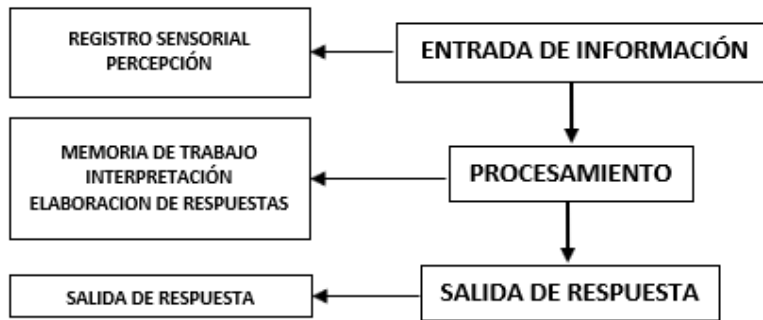
2.2. Marco teórico

2.2.1. Teoría del procesamiento de la información de George A. Miller

Según Miller (1956) en la teoría del procesamiento de la información, una computadora puede simular el aprendizaje al igual que el ser humano. De la misma manera que el computador, el cerebro humano adquiere información a través de estímulos basados en los sentidos, posteriormente realiza las acciones u operaciones donde almacena la información, cambia su forma o contenido para después generar una respuesta. De esta forma, el procesamiento de la información se basa en la recopilación de información (Input), el procesamiento de dicha información (Processing) y las respuestas generadas (Output). En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo que se realizó en el procesamiento de la información.

Figura 1

Procesamiento de la información



Nota: Adaptado de <https://bit.ly/3Zd2IKk>

Los pensadores en procesamiento de la información plantean que el aprendizaje se realiza a través del estudio de la memoria, donde hacen referencia a la fragmentación y la memoria de trabajo. Miller (1956) indica que la duración del juicio absoluto y la duración de la memoria inmediata, imponen severas limitaciones a la cantidad de información que podemos recibir, procesar y recordar. Al organizar la entrada del estímulo simultáneamente en varias dimensiones y sucesivamente en una secuencia de fragmentos, se logra romper o al menos estirar la dificultades de acceso de información.

De esta manera, la teoría del procesamiento de la información de George A. Miller sustenta al trabajo de investigación planteado ya que el sistema se basa en el ingreso de información el cual es realizado por el usuario, seguidamente la red neuronal artificial realizará el procesamiento de los datos, los traducirá haciendo uso de la comprensión del lenguaje natural (CLU) y generará una respuesta que será enviada al usuario, esta interacción emisor receptor se realizará haciendo uso de un Chatbot.

2.2.2. Red Neuronal Artificial (RNA).

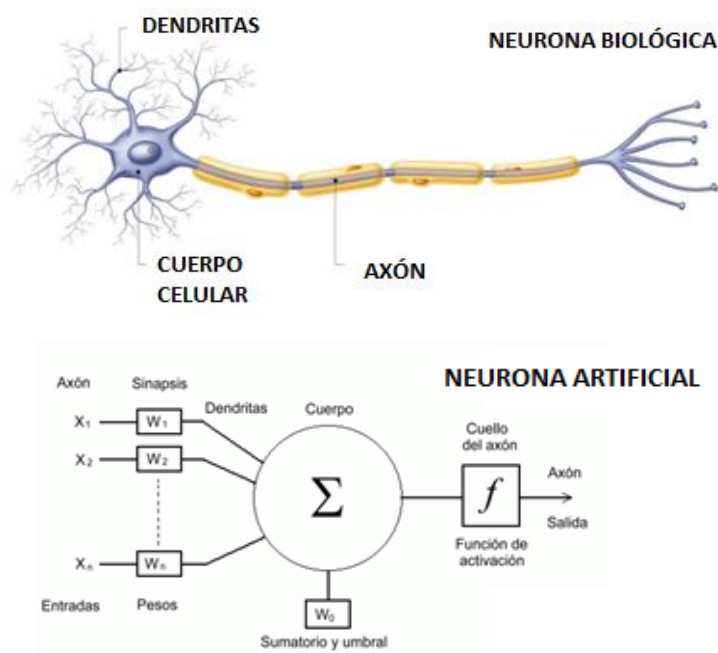
Una red neuronal artificial es un sistema de procesamiento de información que intenta emular el comportamiento con las redes neuronales biológicas. Las redes neuronales artificiales han sido desarrolladas como generalizaciones de modelos matemáticos del conocimiento humano o de la biología neuronal. (Caicedo y López, 2009, pp 25).

Las redes neuronales artificiales son algoritmos que utilizan *Machine Learning* o Aprendizaje Automático para resolver problemas complejos mediante soluciones no lineales. Con la evolución de las redes neuronales viene el surgimiento del *Deep Learning* o Aprendizaje Profundo donde se puede procesar gran cantidad de datos mediante la

interconexión de muchas redes neuronales y que pueden ejecutar la información en paralelo. En la Figura 2 se muestra la estructura de una neurona biológica y una neuronal artificial, en la neurona artificial, la información ingresa por las entradas x_n , estas entradas tienen un peso específico lo cual simula a las fuerzas sinápticas de una neurona biológica y la cual dependiendo de este valor adquiere la importancia en la función de agregación de la neurona, la neurona emite una salida con un valor dependiendo de la función de activación, estas salidas pueden estar conectadas a otras neuronas formando una red neuronal artificial.

Figura 2

Estructura de una neurona biológica y artificial



Nota: Adaptado de <https://bit.ly/3UQbrcS>

De la misma forma que en la teoría del procesamiento de la información de Miller, una red neuronal artificial consta de los siguientes niveles o capas:

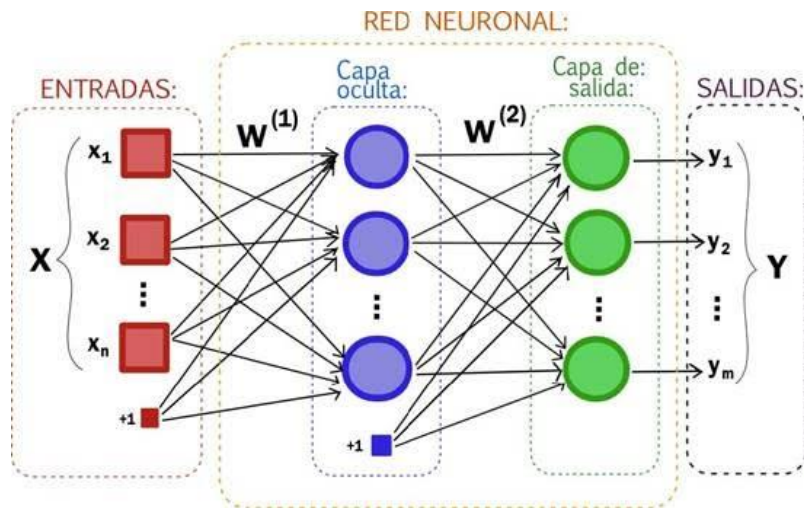
1. Capa de entrada: en esta capa las neuronas reciben la información del exterior.
2. Capa oculta: son el conjunto de neuronas internas de la red. Realizan el procesamiento de la información, tienen conexión directa con la capa de entrada, en esta capa el número de neuronas puede ser elevado en donde todas reciben y envían la misma información en la cual su interconexión depende de la arquitectura con la que fue diseñada.

3. Capa de salida: en esta capa las neuronas reciben la información procesada de la capa oculta y la envía hacia el exterior.

En la Figura 3 se muestran las capas pertenecientes a una red neuronal artificial y sus interconexiones.

Figura 3

Capas de una red neuronal artificial



Nota: Adaptado de <https://tinyurl.com/y9uzperj>

Según Bueno (2019) la red neuronal que más se utiliza en el procesamiento natural del lenguaje es la red neuronal recurrente ya que proporciona retroalimentación lo cual es útil para el proceso de aprendizaje de la red neuronal.

Según Onan (2022) la red neuronal recurrente es un tipo de red profunda aplicada en modelado de secuencias, las conexiones entre neuronas generan un gráfico dirigido y procesa las secuencias de entrada por su estado interno lo cual es útil para tareas de procesamiento natural del lenguaje, cada salida de esta red se ha calculado realizando repetidamente la misma función en cada instancia.

2.2.3. Red Neuronal Recurrente (RNR)

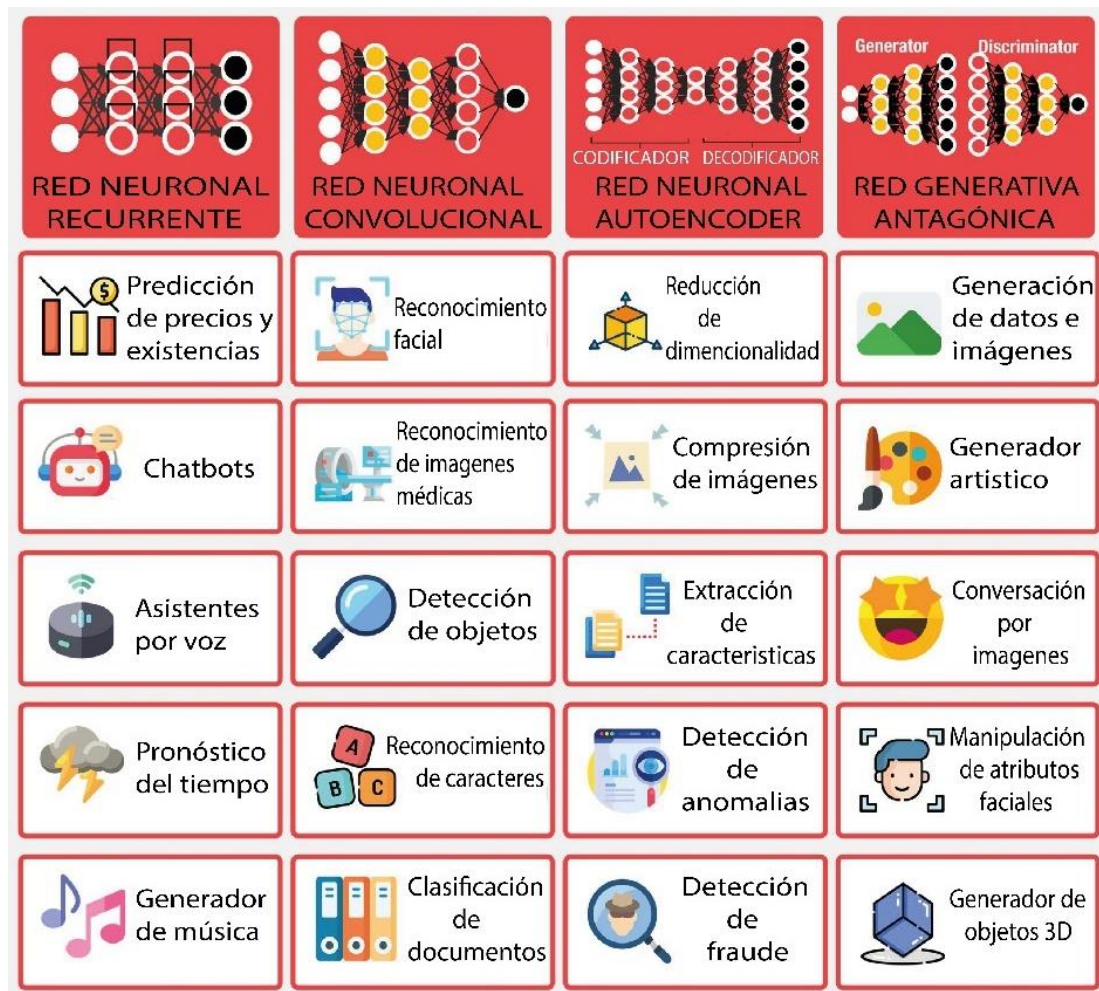
Según Arana (2021) las redes neuronales recurrentes tienen la capacidad de procesar y obtener información de datos secuenciales por lo que es muy aplicado procesamiento del lenguaje natural lo cual es muy útil en el desarrollo de *Chatbot*. La característica más importante de las redes neuronales recurrentes es que comparte sus parámetros a diferencia con otro tipo de red neuronal; si no compartieran sus parámetros tendría una limitación, crearían una interpretación del lenguaje con respecto a los

parámetros únicos establecidos para cada palabra en una frase y tendrá poca capacidad de realizar inferencias en cadenas de frases. Existe gran variedad de modelos de redes neuronales artificiales, el uso depende de la aplicación a la que este enfocado y depende de la función de activación y de la salida de datos de la neurona.

En la Figura 4 se indican los tipos de redes neuronales y su utilización dependiendo de la aplicación.

Figura 4

Casos de uso de redes neuronales



Nota: Adaptado de <https://bit.ly/3TWF2BS>

2.2.4. Machine Learning (ML)

Según Norman (2019) *Machine Learning* o Aprendizaje Automático es una subdivisión específica de la inteligencia artificial (IA) en donde una máquina es capaz de aprender sin ser programada explícitamente mediante la retroalimentación o experiencia de sus acciones.

En este sentido según Moreno (1994) un sistema que aprende de forma automatizada es un conjunto de algoritmos que tienen la capacidad de resolver problemas mediante la toma de decisiones basadas en la experiencia acumulada para mejorar su respuesta y deben tener la capacidad de trabajar con un rango muy amplio de tipos de datos de entrada que pueden incluir datos incompletos, inciertos, ruido e inconsistencias.

2.2.5. Comprensión del Lenguaje Natural (CLN)

Según Bueno (2019) la Comprensión del Lenguaje Natural (CLN) es un subconjunto del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) el cual se encarga de la comprensión del lenguaje. PLN y CLN es una subdivisión de la inteligencia artificial la cual hace que las computadoras entiendan, interpreten y manipulen el lenguaje humano. De esta forma, ayuda a resolver la interpretación del lenguaje dando una estructura de datos necesaria para reconocer el habla o analizar el texto.

Las tareas que realiza PLN y CLN son: analizar, extraer o resumir información, verificación de similitudes, reconocimiento o generación de voz, análisis de sentimientos, reconocimiento de objetos, respuesta de preguntas. La Figura 5 muestra las técnicas utilizadas tanto por PLN y CLN.

Figura 5

Técnicas CLN y PLN



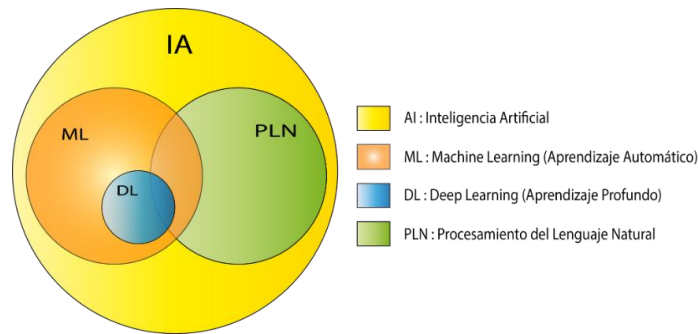
Nota: Adaptado de Bueno (2019).

2.2.6. Inteligencia Artificial (IA)

La inteligencia artificial es una rama de la informática que hace uso de algoritmos de redes neuronales, aprendizaje automático, aprendizaje profundo y procesamiento del lenguaje natural. En la Figura 6 se muestran las subdivisiones de la inteligencia artificial.

Figura 6

La inteligencia artificial y sus subdivisiones

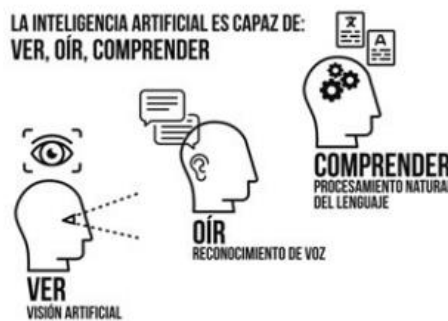


Nota: Adaptado de Bueno (2019).

La IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Sin embargo; a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez. Asimismo, la proporción de errores es significativamente menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas. La idea de que los ordenadores o los programas informáticos puedan tanto aprender como tomar decisiones es particularmente importante y algo sobre lo que se deberíamos ser conscientes, ya que sus procesos están creciendo exponencialmente con el tiempo. (Rouhiainen, 2018, pp 17). En la Figura 7 se muestran las capacidades que tiene la IA en las acciones de ver, oír y entender.

Figura 7

Capacidades de la inteligencia artificial



Nota: Tomado de Rouhiainen (2018).

2.2.7. Representaciones de codificador bidireccional de transformadores

Representaciones de codificador bidireccional de transformadores o también llamado BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*), según Santander Cruz (2022) es un modelo basado en redes neuronales artificiales utilizadas

generalmente para Procesamiento del Lenguaje Natural y de manera más específica al campo de Comprensión del lenguaje natural, este modelo fue desarrollado por Google en 2018.

Este sistema basado en Inteligencia Artificial usa una arquitectura basada en un modelo codificador transformador bidireccional multicapa y está diseñado para preentrenar representaciones bidireccionales profundas. Su funcionamiento se apoya en el análisis de las oraciones basadas en texto plano de izquierda a derecha dependiendo de la palabra clave o frase de entrenamiento, esto es de gran utilidad para realizar tareas como el reconocimiento de entidades, el etiquetado a partir de comando de voz, respuesta, predicción y clasificación de textos.

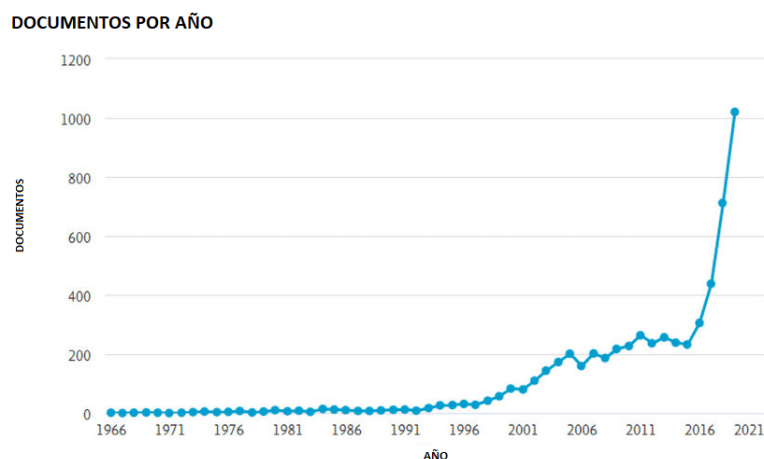
2.2.8. Chatbot

Según Adamopoulou y Moussiades (2020) un *Chatbot* es un programa informático que es capaz de simular una conversación con usuarios humanos. Este proceso utiliza Procesamiento del Lenguaje Natural y a su vez Comprensión del Lenguaje Natural. Además de poder imitar una conversación humana y entretener a los usuarios, sus aplicaciones son amplias y poder ser insertadas en los campos de la educación, recuperación de información, negocios y comercio electrónico, salud y la robótica.

Por otra parte, Adamopoulou, et al. (2020) indica que la búsqueda de investigaciones realizadas en la base de datos bibliográficas *Scopus* sobre *Chatbot* ha tenido un gran incremento a partir del año 2016, en la Figura 8 se puede apreciar la cantidad de búsquedas de documentos por año para “*Chatbot*”.

Figura 8

Búsqueda de Chatbot en Scopus

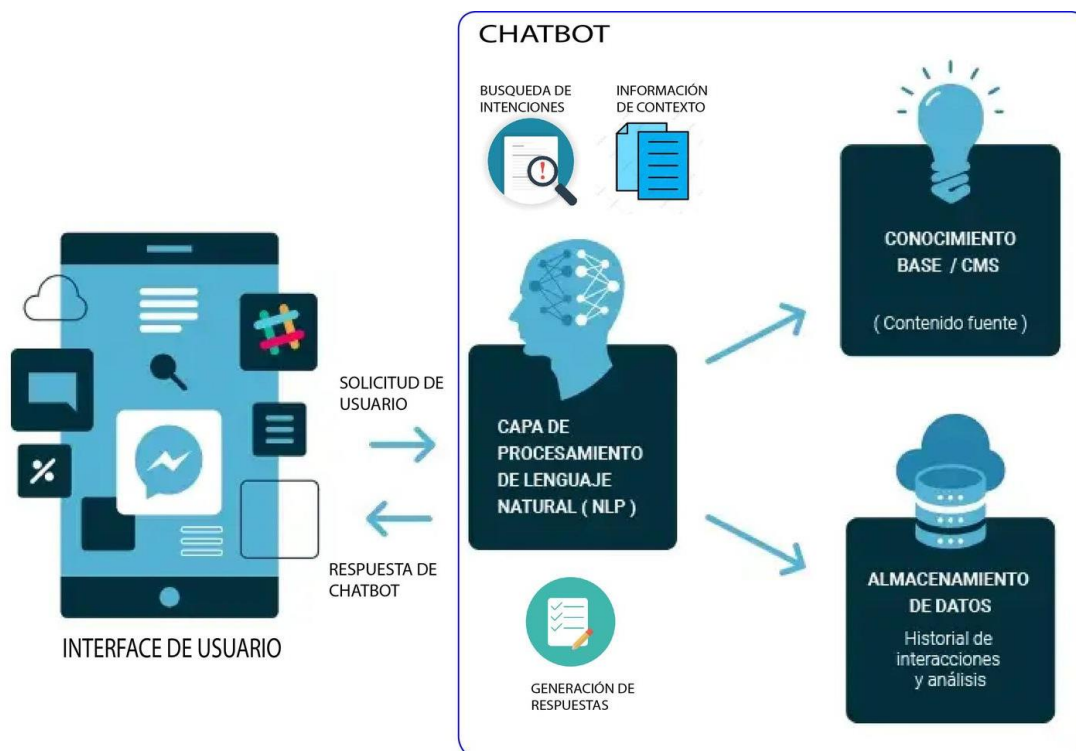


Nota: Tomado de Adamopoulou y Moussiades (2020).

Adamopoulou, et al. (2020) también menciona que lo atractivo de los *Chatbot* es la reducción de costes debido a que la atención al cliente ya no es realizada por parte humana, además de tener la capacidad de manejar muchos usuarios a la vez de una manera amistosa lo cual beneficia a las empresas o instituciones. Por otro lado, las capacidades de aprendizaje automático y la inteligencia artificial conversacional dan la capacidad a los *Chatbot* la detección de sentimientos y también la capacidad de relacionarse emocionalmente con los clientes como lo hacen los operadores humanos. Con todas estas ventajas esto indica que esta tecnología tendrá un en crecimiento de aplicabilidad en los campos mencionados anteriormente. En la Figura 9 se muestra la arquitectura general de un *Chatbot*.

Figura 9

Arquitectura de un Chatbot



Nota: Adaptado de <https://bit.ly/3W9ImdOe>

2.2.9. Robótica educativa

La robótica educativa es una subárea de la robótica la cual es aplicada en el sector de la educación. Proporciona a los alumnos experiencias prácticas para comprender el lenguaje y sistemas tecnológicos y mecánicos, con el fin de adaptar a los alumnos a los constantes cambios tecnológicos y para que estos conocimientos sean aplicados en situaciones reales.

Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2018-00024-A

Que, el artículo 6 de la precitada Ley Orgánica en su literal j) establece como obligación del Estado: “Garantizar la alfabetización digital y el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales”. (MINEDUC-MINEDUC-2018-00024-A, 2018, pp 1)

2.3.2. Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A

Que, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación -TIC- ha abierto un sinnúmero de posibilidades para realizar proyectos educativos en el que todas las personas tengan la oportunidad de acceder a una educación de calidad sin importar el momento, el espacio o el lugar en el que se encuentren. (MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A, 2020, pp 7)

Las alternativas de acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC que tienen las personas han eliminado obstáculos de tiempo y espacio para enseñar y aprender. Dentro de estas alternativas se encuentra la educación virtual y educación online, cuyo escenario es el ciberespacio y cuya diferencia radica en la coincidencia de espacio y hora de docentes tutores y estudiantes; teniendo la misma oportunidad para compartir los mismos recursos, herramientas, metodologías de autoaprendizaje, comunicación para interacción, espacios de discusión entre otros. (MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A, 2020, pp 7)

2.3.3. Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2021-00059-A

Que, es deber del Ministerio de Educación garantizar la eficacia y eficiencia de las acciones técnicas, administrativas y pedagógicas en las diferentes instancias del sistema educativo nacional, con estricta observancia y cumplimiento de las disposiciones y principios determinados en la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Intercultural, y su Reglamento General de aplicación. (MINEDUC-MINEDUC-2021-00059-A, 2021, pp 3)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se realizó un análisis del área de estudio, el tipo de investigación que se empleó y los procedimientos basados en fases que se desarrollaron en el trabajo de investigación.

3.1. Descripción del área de estudio/Grupo de estudio

La investigación se realizó en la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” con los estudiantes pertenecientes al décimo año de educación general básica, la institución educativa se encuentra ubicada en la parroquia de Tocachi, Cantón Pedro Moncayo en la provincia de Pichincha perteneciente al distrito educativo 17D10 Cayambe-Pedro Moncayo (Figura 11).

Figura 11

Ubicación de la EEB. “Manuel Villavicencio”



Nota: extraído de Google Maps, agosto 2021.

La institución fue fundada hace 112 años, y en los últimos 4 años ha atravesado una serie de cambios y mejoras significativas en cuanto a los ámbitos académicos y de infraestructura, ubicándola como referente de la parroquia y el cantón brindando una oferta académica desde el nivel inicial hasta básica superior.

La institución actualmente dispone de dos aulas del nivel inicial, un aula de preparatoria, tres aulas de básica elemental, tres aulas de básica media y tres aulas de básica superior, espacios para materias especiales como: área de informática, deportes,

salón de actos y zonas recreativas, cuentan con catorce docentes capacitados y el director para la parte administrativa.

Actualmente, la institución tiene una población de 174 estudiantes, y según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174), por tal razón se realizó un muestreo no probabilístico a juicio del autor a los estudiantes de décimo año de educación básica conformado por 8 hombres y 10 mujeres comprendidos en un rango de edades de 13 a 14 años ya que reciben como materia de clase la asignatura de STEM conjuntamente con robótica. Se escogió el décimo año como curso para realizar el estudio debido a que los estudiantes tienen una mayor madurez emocional, así como también mayor destreza en el uso de TIC.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

La investigación realizada tiene un enfoque mixto, ya que implica realizar procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio de investigación para dar solución al problema planteado. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Se realizó una investigación de tipo proyectiva y de campo ya que se presentó una propuesta para solucionar el problema de forma práctica con los estudiantes de décimo año de la institución que juntamente con la investigación de campo, se tuvo un contacto directo con los actores de la investigación obteniendo así la información deseada para dar solución a los problemas que inciden en la falta de creatividad, innovación y manejo de las tecnologías.

Se llevó a cabo una investigación documental basada en la búsqueda, recopilación, revisión y selección de literatura que han sido publicados basados en la temática de investigación teniendo en cuenta los temas desde lo general a lo particular. (Guzmán, 2021).

Se desarrolló una investigación descriptiva ya que se caracterizaron cada una de las fases que forman parte de la investigación; así como los resultados obtenidos. Con todos estos análisis se realizó una investigación propositiva ya que basados en los resultados obtenidos se propusieron estrategias para promover a los estudiantes a hacer

actividades donde desarrollen la capacidad de creatividad, innovación y manejo de la tecnología haciendo uso de la robótica.

Finalmente; se consideraron los principios de la investigación formativa como estrategia para fortalecer las habilidades y conocimientos de los estudiantes para que puedan desarrollar con éxito, actividades que estén relacionadas con la investigación científica, desarrollo, innovación y emprendimiento con el fin de seguir un proceso de cambio generacional tanto en estudiantes y docentes (Mesa, 2020).

3.3. Procedimientos

La investigación se desarrolló en cuatro fases que se describen a continuación:

3.3.1. Fase 1: Análisis del funcionamiento y clasificación de las redes neuronales artificiales que se pueden aplicar en la enseñanza de la robótica educativa, que permita desarrollar habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Se realizó una descripción del funcionamiento y clasificación de las redes neuronales que se pueden aplicar en la robótica educativa, mediante métodos de trabajo individual para seleccionar la información sobre las redes neuronales artificiales y las técnicas de aprendizaje autónomo.

3.3.2. Fase 2: Diseño de una plataforma de enseñanza basada en redes neuronales que permita desarrollar en los estudiantes habilidades para la construcción y funcionamiento de un robot móvil.

Se diseñó una plataforma de enseñanza haciendo uso de las redes neuronales artificiales la cual debe sugerir las herramientas tecnológicas adecuadas para trabajar con los estudiantes, con el fin de desarrollar los conocimientos necesarios para construir un robot móvil. Una vez desarrollada la plataforma se aplicará en prácticas guiadas con los estudiantes, esto se realizó empleando métodos de aprendizaje basado en proyectos.

3.3.3. Fase 3: Construcción de un robot móvil basado en la plataforma de hardware ESP32 mediante un análisis de requerimientos necesarios para su construcción aplicando aprendizaje basado en proyectos para garantizar su correcto funcionamiento.

Se realizó la construcción de un robot móvil basado en la plataforma de hardware ESP32 teniendo en cuenta los requerimientos de hardware necesarios para su correcto

funcionamiento en las prácticas con los estudiantes. Esto se llevó a cabo aplicando métodos de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo para la interacción entre los estudiantes y herramientas de gamificación para realizar la evaluación. Conjuntamente, en este paso se practicó la medición de conocimientos mediante la plataforma basada en redes neuronales.

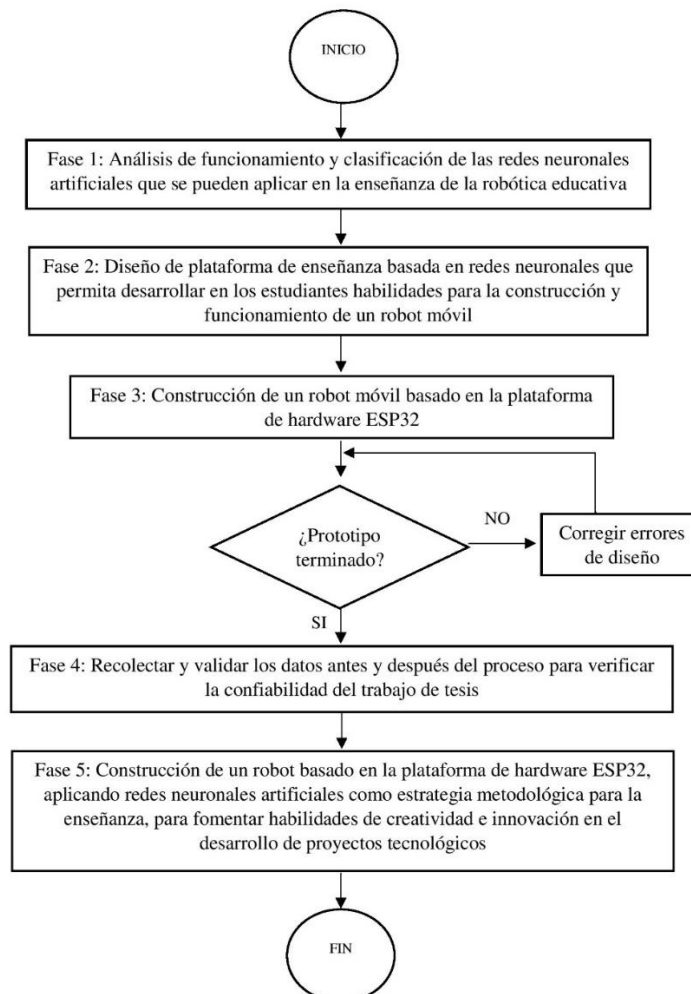
3.3.4. Fase 4: Recolección y validación de los datos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis.

Se recolectaron los datos antes y después del proceso de investigación en los estudiantes para verificar la confiabilidad y el avance del aprendizaje utilizando la metodología de enseñanza aplicando redes neuronales artificiales.

En la Figura 12 se indica el diagrama de flujo de las fases del trabajo de investigación.

Figura 12

Flujograma de fases de trabajo de investigación



3.4. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló considerando los principios éticos de beneficencia, con la autorización del director del plantel educativo y de los estudiantes. A los sujetos participantes de la investigación se les informó de forma oral, los aspectos más relevantes de la investigación: objetivos, procedimientos, la importancia de su participación, tiempo de duración, leyes, códigos y normas que lo amparan, carácter voluntario en la participación y beneficios, así mismo, se tramitaron todos los permisos respectivos respetando el anonimato de los involucrados.

Cabe recalcar que el autor de esta investigación es docente de la materia de proyectos en la institución y que además de ser este un proceso investigativo también forma parte del proceso formativo del estudiante ya que los estudiantes reciben como parte de su currículo académico la materia de proyectos escolares siendo esto parte de los proyectos STEM.

Adicionalmente, se consideraron los aspectos asociados a la tecnoética debido a que el desarrollo del trabajo de investigación hace uso de las tecnologías de la información y comunicación; de esta manera se garantiza el derecho a la privacidad, libertad de uso de instrumentos tecnológicos y la aplicación de aspectos éticos y morales de la tecnología en la sociedad.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se detalla la propuesta y los resultados obtenidos en el proceso de recolección, validación y confiabilidad realizada en el trabajo de investigación.

4.1. Desarrollo de la propuesta

4.1.1. Construcción de *Chatbot* en plataforma *Dialogflow*

4.1.1.1. Creación de intenciones

Las intenciones son las búsquedas que el usuario realiza al *Chatbot*, las respuestas a estas intenciones cambian dependiendo de la búsqueda que realice el usuario. Para crear las intenciones se necesita presionar el botón Crear Intención (CREATE INTENT). Se dará un nombre específico a la intención según la acción a realizar, se escribirá las frases de entrenamiento y las frases de respuesta para las intenciones. En la Figura 13 se muestra un esquema para la creación de intenciones en la plataforma Dialogflow, mientras que en la Figura 14 se presenta la configuración de frases de entrenamiento de solicitud (*training phrases*) y respuesta (*responses*).

Figura 13

Creación de intenciones en Dialogflow

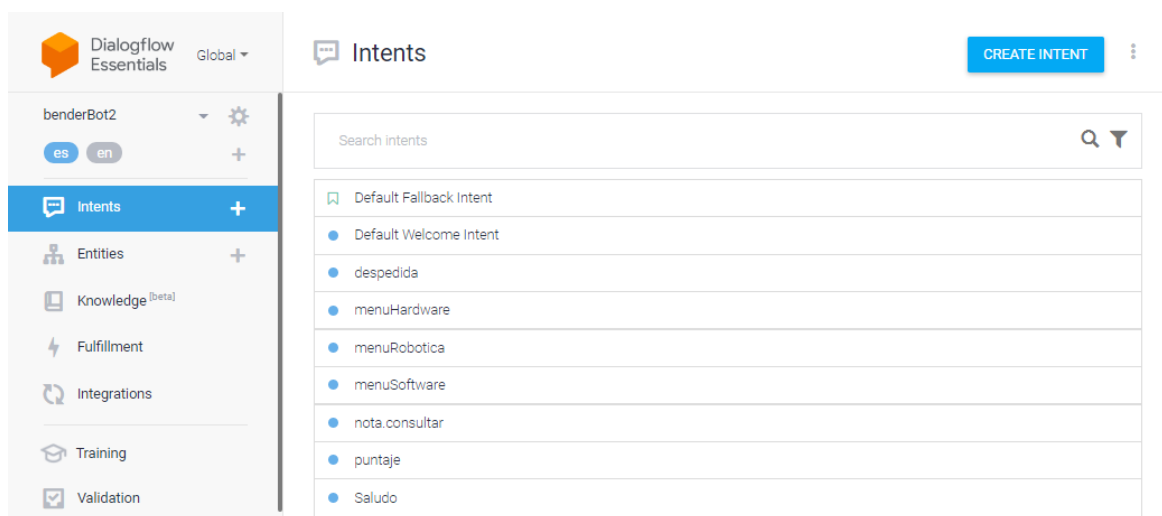
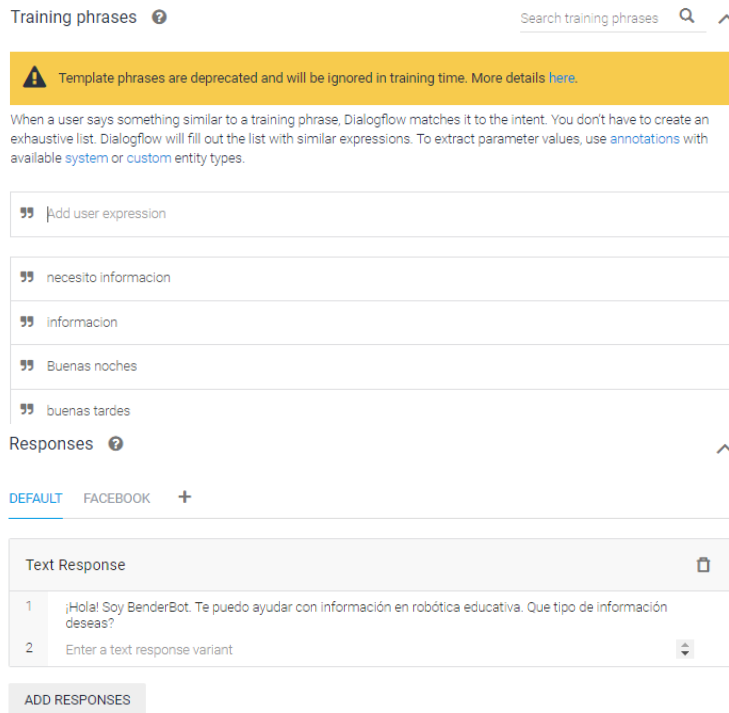


Figura 14

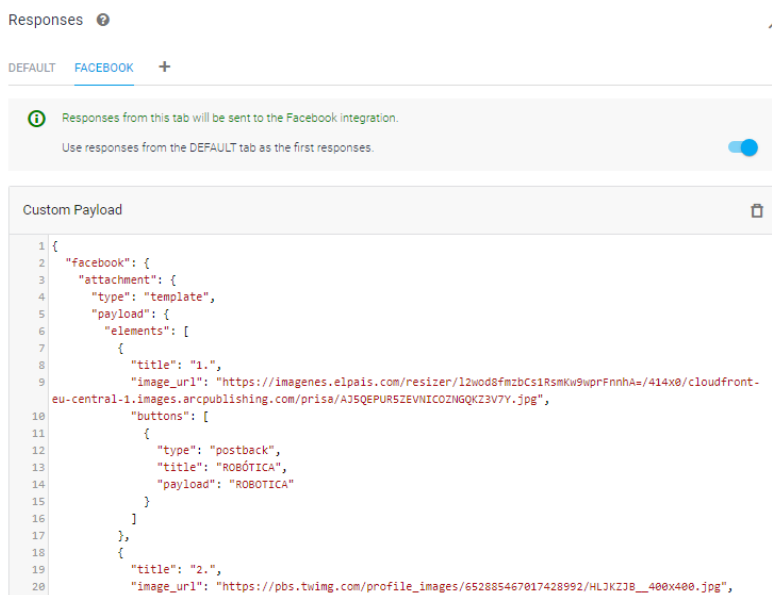
Configuración de frases de entrenamiento de solicitud y respuesta



Al estar el Chatbot integrado en la plataforma Facebook Messenger se tendrá que agregar un código basado en la carga útil personalizada para que el usuario pueda observar las respuestas mediante textos e imágenes y pueda interactuar con otras aplicaciones (ver la Figura 15).

Figura 15

Carga útil personalizada en Dialogflow para Facebook Messenger

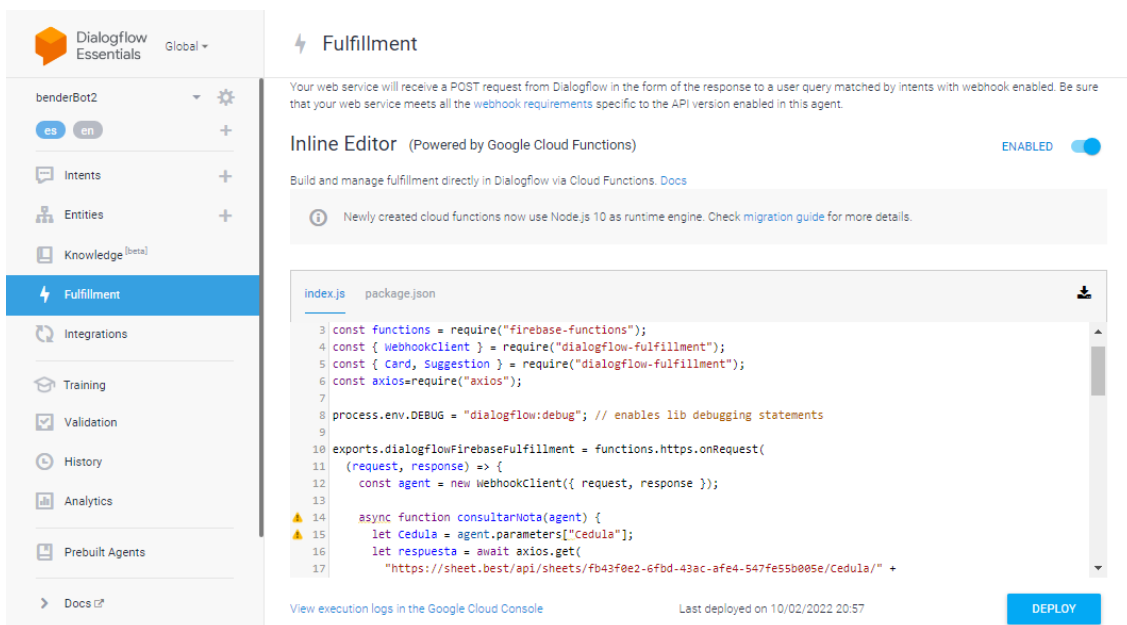


4.1.1.2. Creación de Fulfillment

El Chatbot tiene la capacidad de realizar evaluaciones y retroalimentar estos conocimientos de acuerdo con las puntuaciones obtenidas. Para ello se tiene que agregar en la sección *Fulfillment* código de programa basado en *JavaScript* para poder tener la conexión entre el Chatbot y una base de datos basado en Excel creado en Google Sheet. En la Figura 16 se muestra parte del código de programa utilizado, además en el Anexo 2 se encuentra el código completo para esta configuración.

Figura 16

Código en JavaScript para configuración de Fulfillment

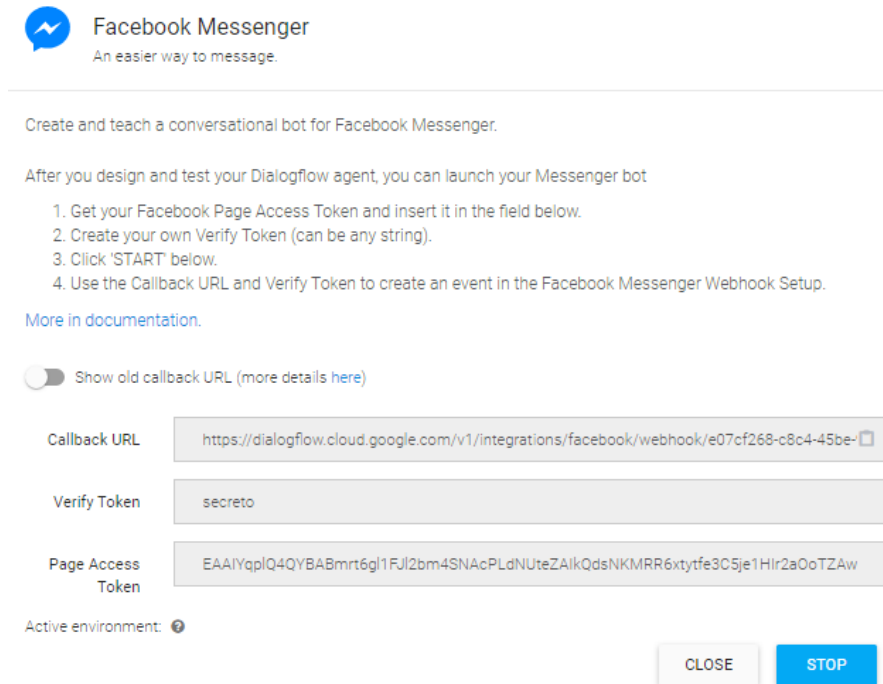


4.1.1.3. Integración de Facebook Messenger a Dialogflow

Otro aspecto importante es realizar la integración de Facebook Messenger con Dialogflow, para esto es necesario ingresar la URL generada por la plataforma Dialogflow, insertar una contraseña e ingresar el Token de acceso a la página, la cual es generada por Facebook Developers. En la Figura 17 se muestran los campos requeridos para la configuración de Dialogflow con Facebook Messenger.

Figura 17

Configuración para integración Dialogflow con Facebook Messenger



4.1.2. Configuración Chatbot en Facebook Developers

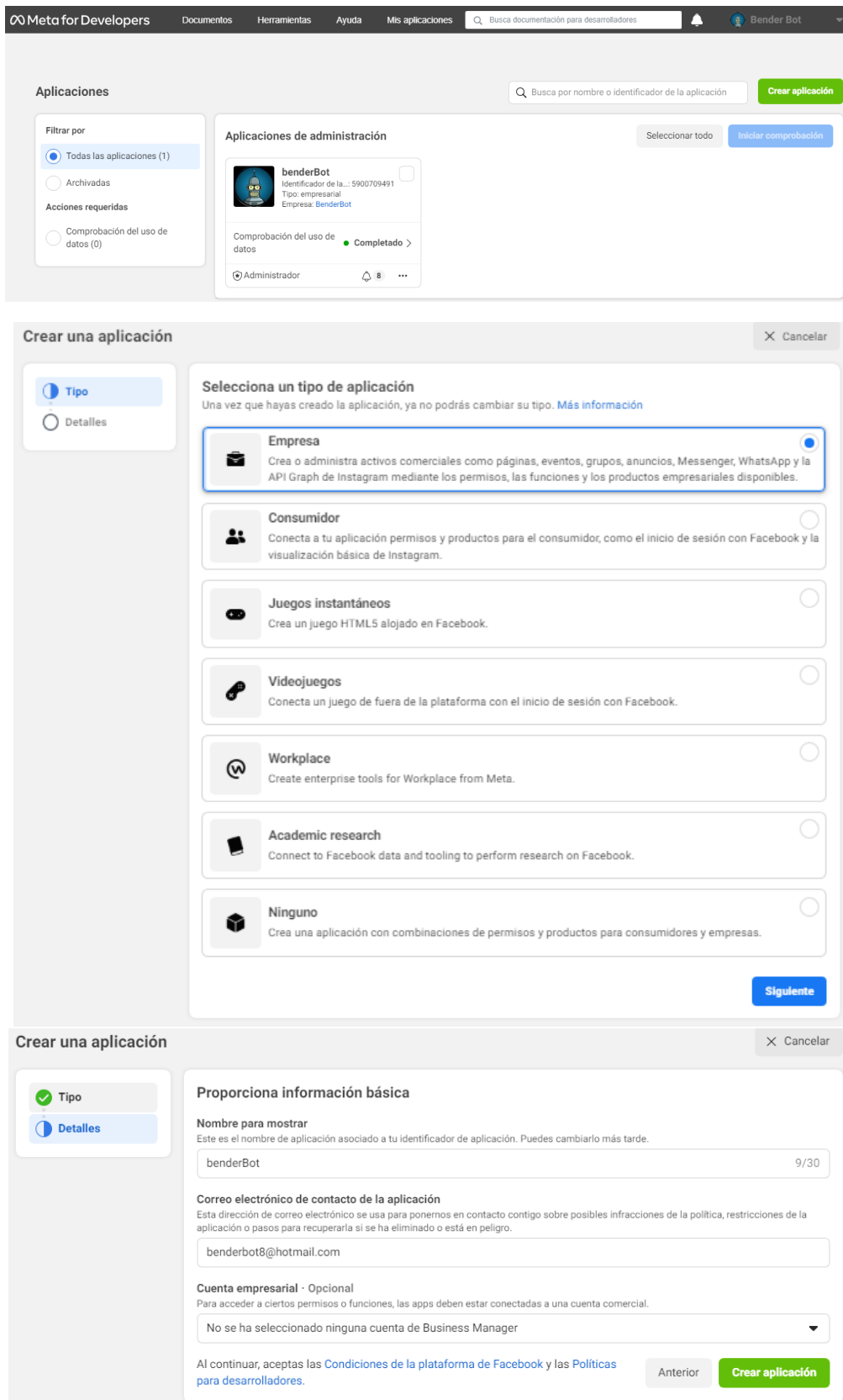
Para poder interactuar con el *Chatbot* desde la plataforma *Facebook Messenger* es necesario realizar la creación de una página desde Facebook Developers, esta extensión es dirigida para desarrolladores de aplicaciones. Para esto se describen los pasos a seguir para poder configurar correctamente la aplicación y que actúe con la plataforma Dialogflow.

4.1.2.1. Creación de aplicación

Para crear la aplicación hay que realizar los siguientes pasos: Presionar el botón Crear aplicación, seleccionar el tipo de aplicación y poner nombre a la aplicación, por último, presionar el botón Crear aplicación. La Figura 18 muestra los pasos necesarios para crear la aplicación en Facebook Developers.

Figura 18

Creación de aplicación en Facebook Developers

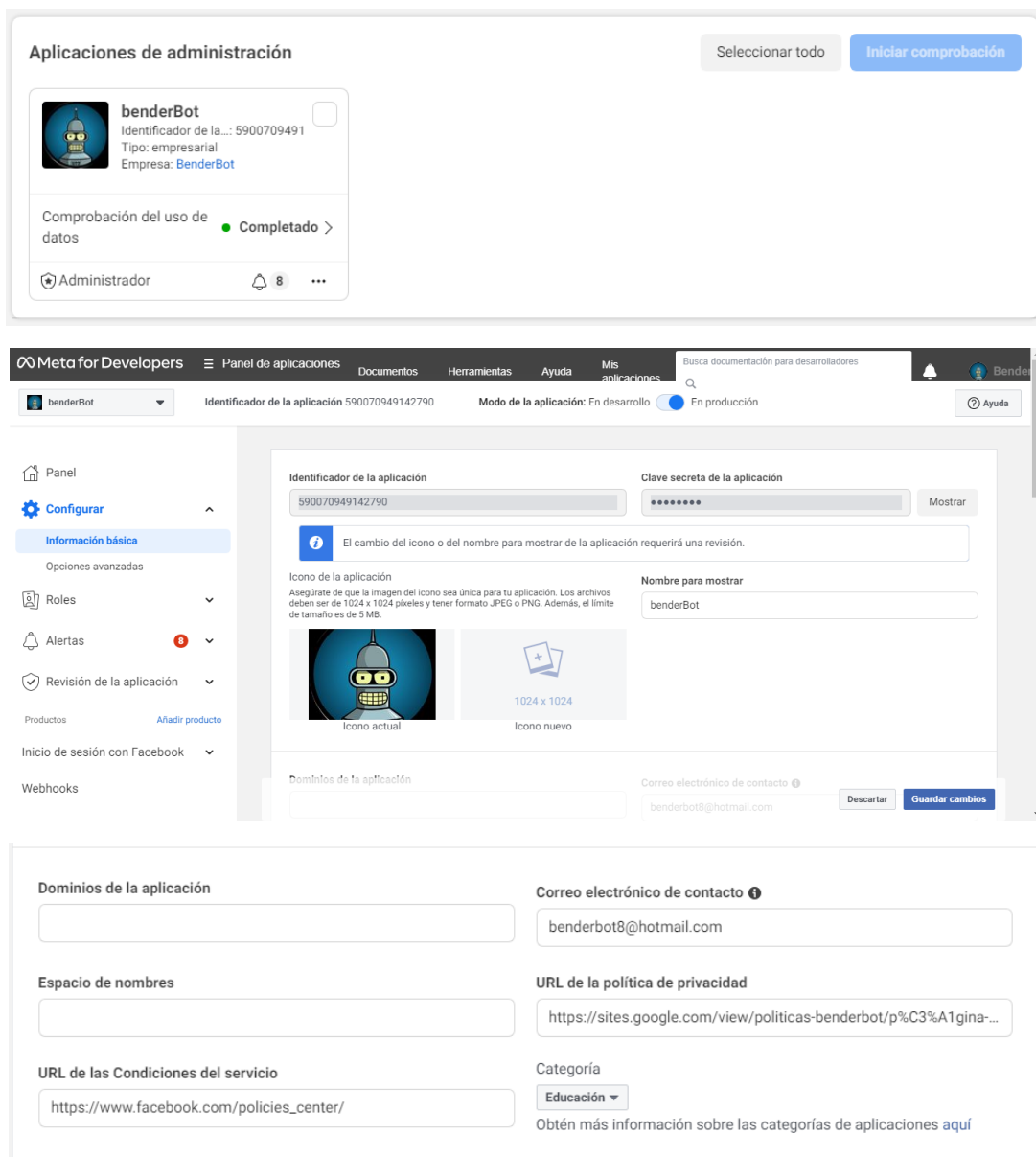


4.1.2.2. Configuración de aplicación

Una vez creada la aplicación se mostrará en el panel la aplicación creada. El siguiente paso es configurar la aplicación para que la plataforma Dialogflow pueda comunicarse con Facebook Messenger. En esta sección se agregará la imagen de aplicación, correo electrónico, URL de políticas de privacidad y condiciones de servicio y la categoría en la que se desempeñará la aplicación. En esta sección también están dos campos importantes, el identificador de aplicación y la clave secreta de aplicación los cuales son indispensables para la integración de Dialogflow. En la Figura 19 muestra los campos requeridos para la configuración de la aplicación

Figura 19

Configuración de aplicación en Facebook Developers

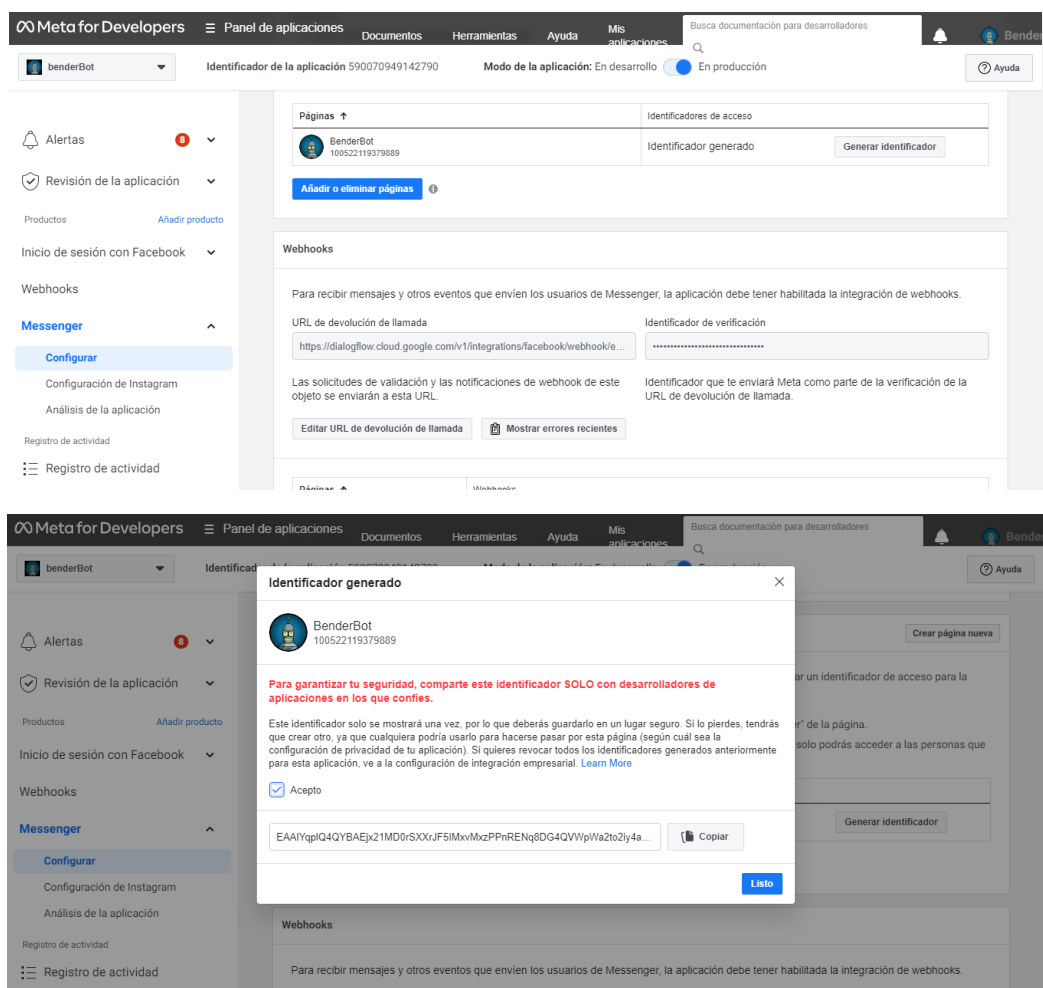


4.1.2.3. Configuración de Messenger y Webhooks en Facebook Developers

La configuración de *Messenger* y *Webhooks* es muy importante ya que es el paso final para el correcto funcionamiento de *Chatbot* la URL de devolución de llamada y el Token de verificación se ingresarán la configuración de Messenger en Dialogflow. En la Figura 20 indica las configuraciones realizadas en *Messenger* y *Webhooks en Facebook Developers*.

Figura 20

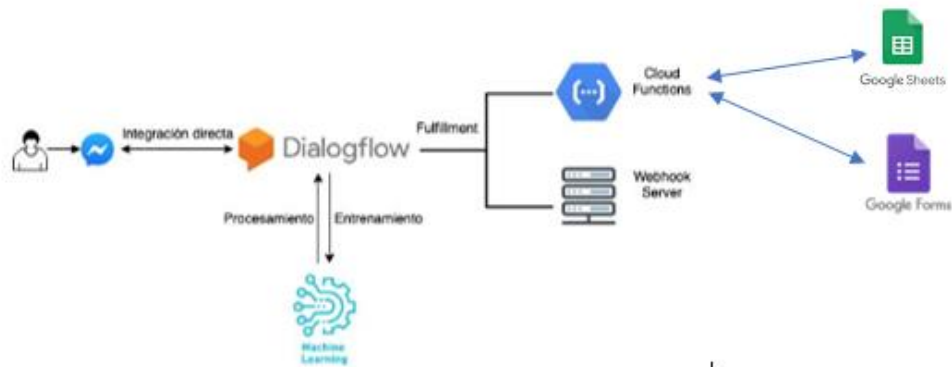
Configuración de Messenger y Webhooks en Facebook Developers



En la Figura 21 indica la arquitectura de conexión de Dialogflow y la interacción con sus componentes.

Figura 21

Arquitectura de conexión Dialogflow

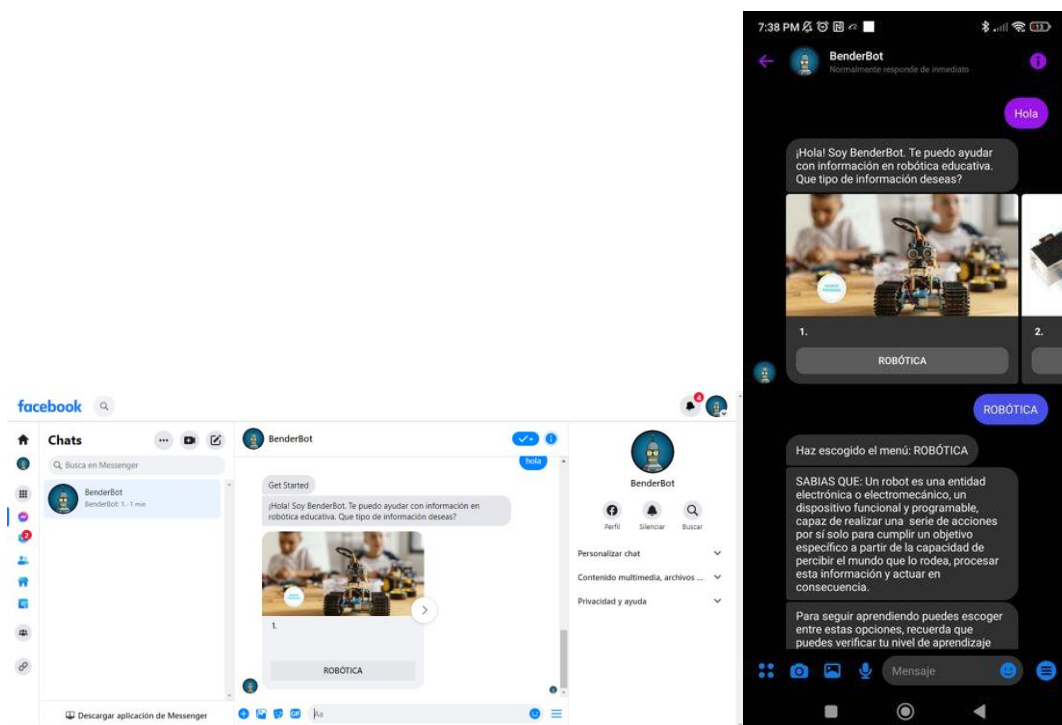


4.1.2.4. Pruebas de funcionamiento *Chatbot*

Una vez realizado la configuración en Dialogflow y Facebook Developers se realiza la verificación del funcionamiento del *Chatbot*. Al escribir en el chat de Messenger una palabra, este debe contestar de acuerdo a las intenciones creadas en Dialogflow. En la Figura 22 muestra el funcionamiento del Chatbot en aplicación de escritorio y dispositivo móvil, se muestran las respuestas generadas a partir de la interacción del usuario.

Figura 22

Pruebas de funcionamiento Chatbot



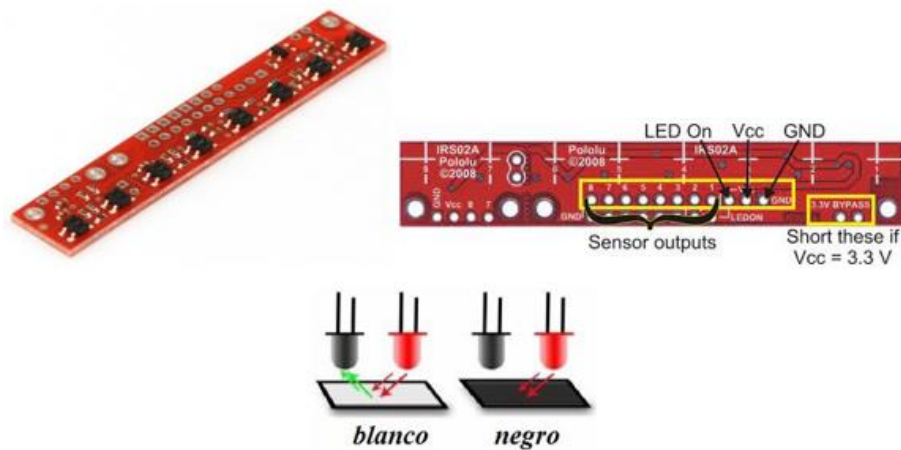
4.1.3. Materiales para construcción de robot móvil

4.1.3.1. Sensor QTR-8RC

El sensor QTR-8RC contiene un conjunto de sensores de reflectancia constituidos por un emisor y receptor de IR (fototransistor) y es utilizado para robots seguidores de línea, tiene salidas analógicas de alta sensibilidad y de respuesta rápida en cada uno de sus sensores por lo que se puede utilizar tanto de manera analógica o digital, esto lo hace ideal para la interconexión con la mayoría de microcontroladores existentes. Su funcionamiento se basa en la emisión de rayos de luz infrarroja, dependiendo del color de la superficie estos rayos se reflejan o no y estos valores son enviados al microcontrolador para su posterior toma de decisiones. En la Figura 23 indica la disposición de sensor QTR-8RC, los pines de conexión electrónica y el principio de funcionamiento de este sensor.

Figura 23

Disposición sensor QTR-8RC



4.1.3.2. Sensor Ultrasónico HC-SR04

El sensor HC-SR04 es un sensor que utiliza ondas ultrasónicas para determinar la distancia de un objeto y es utilizado para robots laberinto o sumo. Está constituido por dos transductores piezoeléctricos, un emisor y un receptor. Su funcionamiento se basa en que el emisor emite 8 pulsos de ultrasonido a una frecuencia de 40 kHz el cual envía el microcontrolador al sensor a través del pin TRIG, estas ondas ultrasónicas viajan por el aire hasta chocar con el objeto, al chocar con el objeto estas ondas rebotan, regresan y son captadas por el receptor piezoeléctrico el cual envía la señal por el pin ECHO al microcontrolador cambiando su estado de inactivo a activo (5V) durante el tiempo en el que se demoró en viajar las ondas ultrasónicas para después volver a su estado inactivo.

Este tiempo es utilizado por el microcontrolador para poder calcular la distancia de un objeto basado en la ecuación 1.

$$d(cm) = v \cdot \frac{t}{2} \tag{1}$$

Donde:

$d(cm)$: distancia del objeto en centímetros

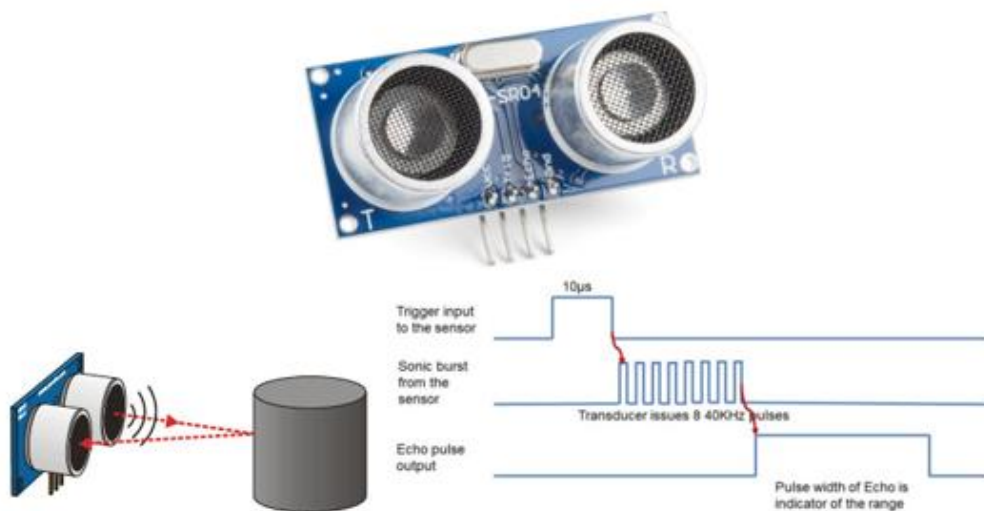
v : velocidad del sonido en $cm/\mu s$

t : tiempo en μs que demora en ir y regresar una onda ultrasónica

En la Figura 24 se indica la disposición de sensor HC-SR04, los pines de conexión electrónica y el principio de funcionamiento de este sensor.

Figura 24

Disposición sensor HC-SR04

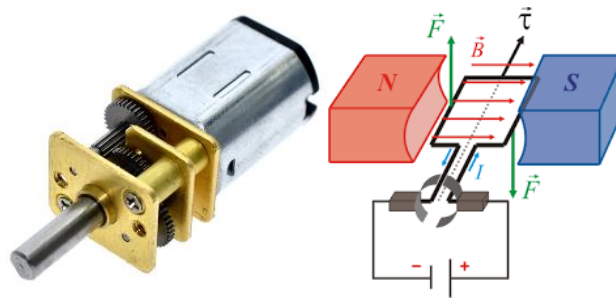


4.1.3.3. Micromotor DC

El micromotor DC convierte la energía eléctrica en energía mecánica produciendo un movimiento circular producto de la interacción entre el campo eléctrico y campo magnético. El micromotor posee una caja de engranajes con una relación de 300:1 el cual reduce la velocidad de rotación, pero multiplica el torque para poder trasladarse por cualquier superficie sin ningún problema. La Figura 25 muestra a disposición del micromotor DC y el principio de funcionamiento.

Figura 25

Disposición micromotor DC

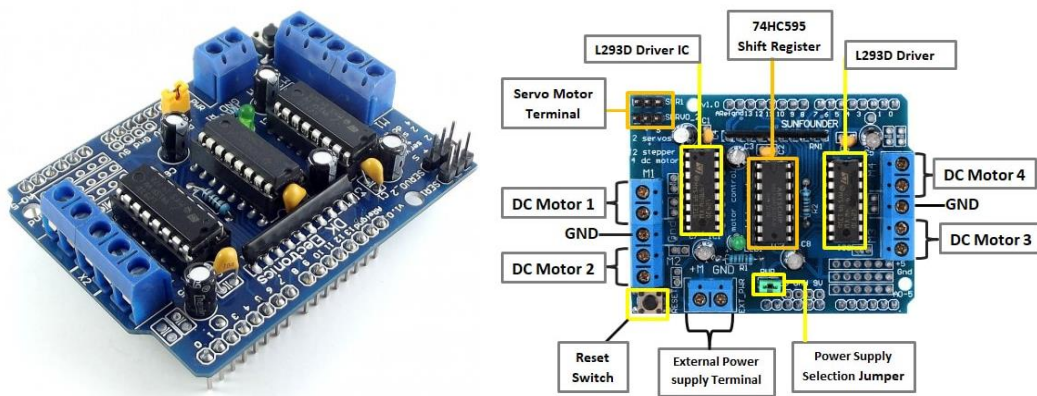


4.1.3.4.Driver de motores L293D

El driver para motores L293D está diseñado para la conexión y funcionamiento de motores DC ya que este provee la protección necesaria ante el consumo de corriente producto del funcionamiento de los motores. Conectar directamente a los pines del microcontrolador un motor DC no es el procedimiento adecuado ya que este quemaría su estructura interna del microcontrolador. Este driver de motores soporta la conexión de 4 motores DC o 2 motores paso a paso unipolares o bipolares o 2 servomotores pequeños dependiendo del uso que se le dé. También tiene la opción de control de velocidad de los motores DC y de habilitación o des habilitación. En la Figura 26 se muestra la disposición del driver de motores L293D y los pines de funcionamiento.

Figura 26

Disposición driver de motores L293D



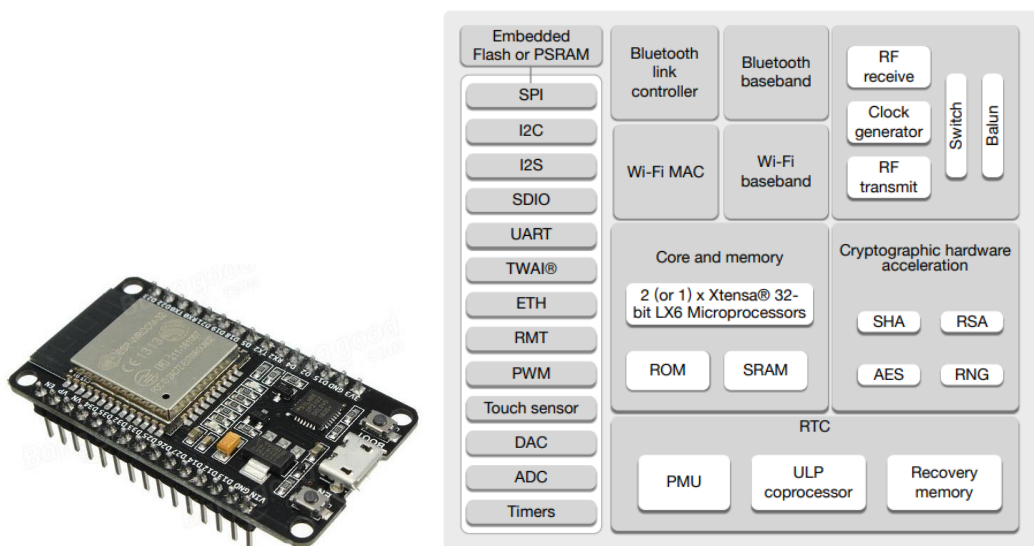
4.1.3.5.Microcontrolador ESP32

Según *Espressif Systems* (2023) el ESP32 es un microcontrolador de bajo consumo de energía, diseñado para aplicaciones móviles, dispositivos electrónicos e

Internet de las cosas (IoT). Entre estas características se puede mencionar que posee conexión inalámbrica mediante tecnología Wi-Fi y Bluetooth de modo dual con antena integrada. Posee un microprocesador de doble núcleo a 32 bits de la serie Tensilica Xtensa LX6 que trabaja a una frecuencia de 240 MHz, incluye interruptores de antena, balun de radiofrecuencia, amplificador de potencia, amplificador receptor de bajo ruido, filtros, y módulos de administración de energía. Su arquitectura lo hacen superior a otros microcontroladores debido a su bajo precio y a las prestaciones que posee. Otra de las ventajas es que se puede programar mediante los softwares Arduino IDE, Phytón. En la Figura 27 muestra la disposición y el diagrama de bloques del ESP32 y la arquitectura de sus periféricos que posee.

Figura 27

Disposición microcontrolador ESP32



Nota: Adaptado de <https://bit.ly/2E6qqIt>

En la Tabla 1 indica las características específicas del microcontrolador ESP32

Tabla 1*Características ESP32*

Procesador	CPU: microprocesador Xtensa LX6 de doble núcleo de 32-bit, Frecuencia de trabajo 240 MHz rendimiento 600 DMIPS
Memoria	520 KB SRAM
Conectividad inalámbrica	Wi-Fi: 802.11 b/g/n Bluetooth: v4.2 BR/EDR y BLE
Interfaces periféricas	12-bit SAR ADC de hasta 18 canales 2 × 8-bit DACs 10 × sensores de tacto (sensores capacitivos GPIOs) 4 × SPI 2 × interfaces I ² S 2 × interfaces I ² C 3 × UART Controlador host SD/SDIO/CE-ATA/MMC/eMMC Controlador esclavo SDIO/SPI Interfaz Ethernet MAC con DMA dedicado y soporte para el protocolo IEEE 1588 Precision Time Protocol Bus CAN 2.0 Controlador remoto infrarrojo (TX/RX, hasta 8 canales) Motor PWM LED PWM (hasta 16 canales) Sensor de efecto Hall Pre-amplificador analógico de ultra baja potencia
Seguridad	Características de seguridad basadas en el estándar de IEEE 802.11 (WPA, WPA/WPA2 y WAPI), Cifrado Memoria Flash Criptografía acelerada por hardware: AES, SHA-2, RSA, criptografía de curva elíptica (ECC), generador de números aleatorios (RNG)
Administración de energía	Regulador interno de baja caída, Consumo Modo Sleep 10µA, Salida de modo Sleep por interrupción externa, temporizador.

4.1.3.6. Batería LiPo 300 mAh 7.4V

La batería LiPo (Litio y polímero) provee de energía eléctrica continua, dependiendo de la aplicación varía su voltaje y su capacidad de miliamperios hora (mAh). Es muy utilizada para construcción de robots ya que son recargables y de espacio reducido. En la Figura 28 se muestra una batería LiPo utilizada en la construcción de robots.

Figura 28*Disposición batería LiPo*

4.1.4. Diseño de Robot

El diseño del robot se basó en el funcionamiento para un robot seguidor de línea y también evasor de obstáculos ya que son los robots móviles más utilizados para la enseñanza de robótica. La Figura 29 muestra el diseño electrónico del robot donde se detalla las conexiones electrónicas del microcontrolador ESP32 con los módulos QTR-8RC, HC-SR04 y el Driver de motores L293D conforme se indica en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4.

Figura 29

Diseño electrónico del robot móvil

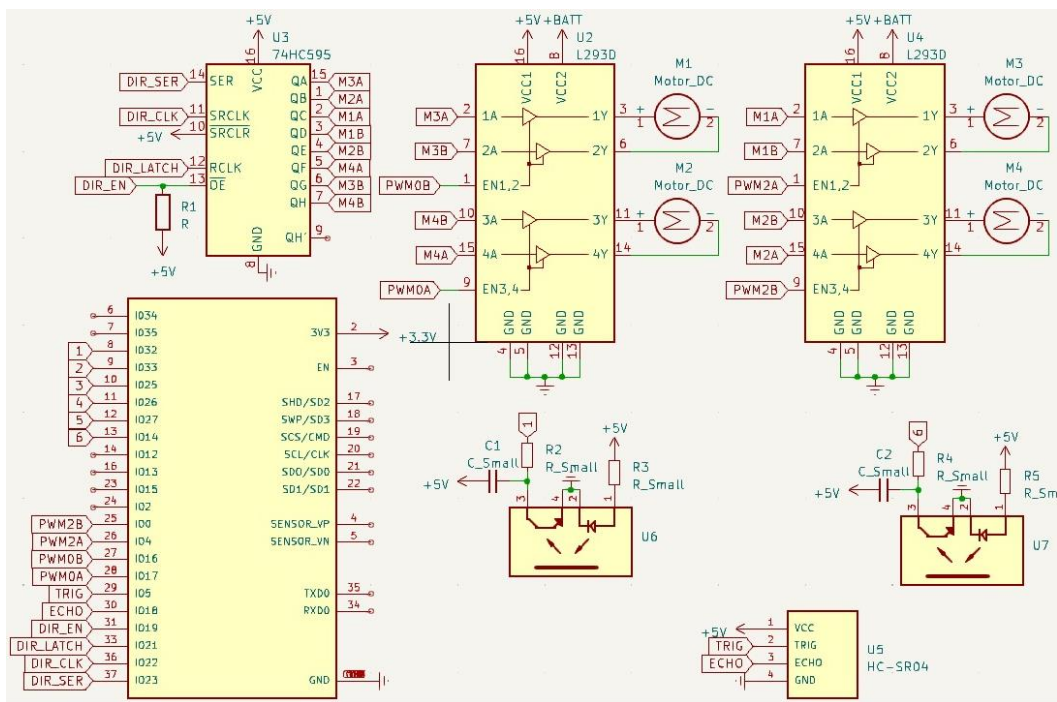


Tabla 2

Conexión de pines de L293D con ESP32

CONEXIÓN DRIVER DE MOTORES	
Pin Driver L293D	Pin ESP32
DIR_SER	12
DIR_CLK	17
DIR_LATCH	19
DIR_EN	14
PWM0A	27
PWM0B	16
PWM2A	23
PWM2B	25

Tabla 3

Conexión de pines del sensor HC-SR04 con ESP32

CONEXIÓN SENSOR HC-SR04	
Pin HC-SR04	Pin ESP32
TRIG	5
ECHO	13

Tabla 4

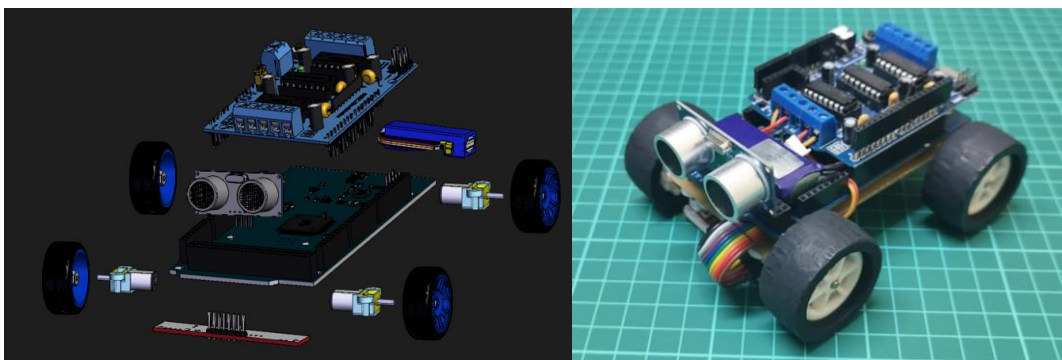
Conexión de pines del sensor QTR-8RC con ESP32

CONEXIÓN SENSOR QTR-8RC	
Pin QTR-8RC	Pin ESP32
1	39
2	36
3	34
4	35
5	4
6	26

La Figura 30 indica la secuencia de ensamblado de sensores, actuadores, microcontrolador ESP32 y batería que conforman el robot móvil, conjuntamente con el producto final terminado.

Figura 30

Ensamblado de sensores y actuadores de robot móvil



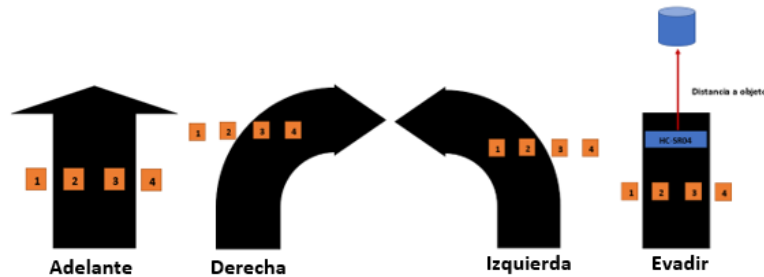
4.1.5. Diseño código de programa

Para el diseño del código de programa se tomó en cuenta el funcionamiento de un robot seguidor de línea y como se ubican los sensores QTR-8RC y HC-SR04 en las acciones de movilidad hacia adelante, izquierda, derecha y también al detectar un objeto

frente al robot. En la Figura 31 se muestra la ubicación de los sensores en las diferentes etapas de funcionamiento.

Figura 31

Disposición de sensores en el funcionamiento del robot



Antes de realizar el código de programa es necesario realizar un diagrama de flujo para determinar los pasos a seguir en el funcionamiento del robot. La Figura 32 indica el algoritmo que utiliza el robot para su funcionamiento.

Figura 32

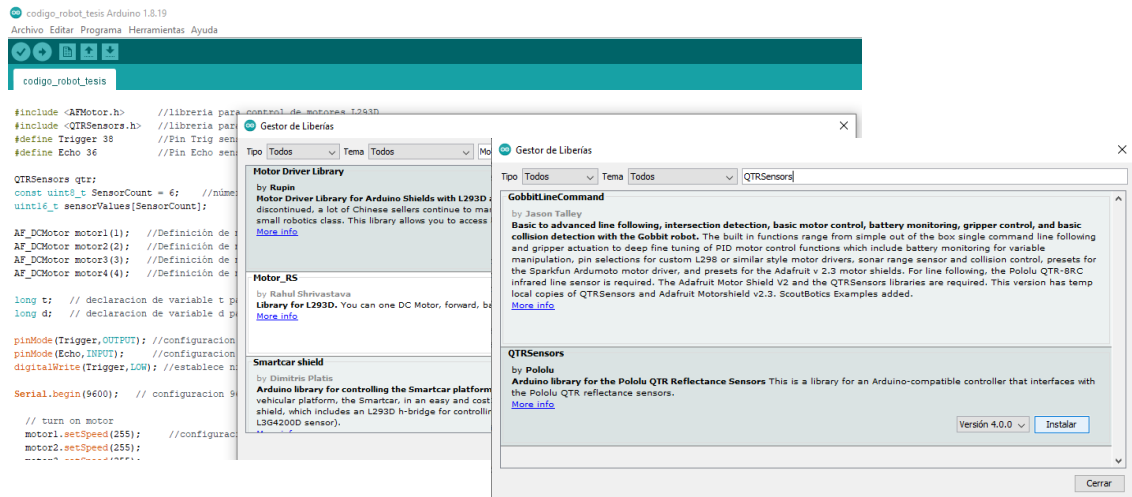
Diagrama de flujo para el funcionamiento del robot



Una vez determinado el algoritmo de funcionamiento del robot se procede a realizar la construcción del código de programa en el software Arduino IDE. Antes de construir el código es necesario instalar 2 librerías, una para el control de Driver de motores L293D y la otra para el control de sensores de línea QTR-8RC. En la Figura 33 muestra la instalación de librerías para el funcionamiento del robot.

Figura 33

Instalación de librerías para el funcionamiento del robot



Realizado la instalación de las librerías se procede a realizar la construcción del código de programa teniendo en cuenta el algoritmo que se realizó en la construcción del flujograma. En la Figura 34 muestra parte del código de programa que se utiliza en el funcionamiento del robot, en el Anexo 3 se encuentra el código completo del robot.

Figura 34

Código de programa para robot en Arduino IDE

```

codigo_robot_testis Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

codigo_robot_testis

#include <AFMotor.h> //librería para control de motores L293D
#include <QTRSensors.h> //librería para control de sensores QTR-8RC
#define Trigger 38 //Pin Trig sensor HC-SR04 al pin xx del ESP32
#define Echo 36 //Pin Echo sensor HC-SR04 al pin xx del ESP32

QTRSensors qtr;
const uint8_t SensorCount = 6; //número de sensores de línea
uint16_t sensorValues[SensorCount];

AF_DCMotor motor1(1); //Definición de motor 1
AF_DCMotor motor2(2); //Definición de motor 2
AF_DCMotor motor3(3); //Definición de motor 3
AF_DCMotor motor4(4); //Definición de motor 4

long t; // declaración de variable t para calculo de tiempo
long d; // declaración de variable d para calculo de distancia

pinMode(Trigger,OUTPUT); //configuración pin de salida para pin Trig sensor HC-SR04
pinMode(Echo,INPUT); //configuración pin de entrada para pin Echo sensor HC-SR04
digitalWrite(Trigger,LOW); //establece nivel bajo en pin Trig sensor HC-SR04

Serial.begin(9600); // configuración 9600 baudios para comunicacion UART

// turn on motor
motor1.setSpeed(255); //configuración de velocidad de motores 0 - 255 ----> 0% - 100%
motor2.setSpeed(255);
motor3.setSpeed(255);
motor4.setSpeed(255);

```

Realizada la construcción del código de programa se procede a cargar en el microcontrolador ESP32 para verificar su funcionamiento, es indispensable ver si existe algún error en el funcionamiento para realizar la corrección de errores conforme indica en la Figura 10. En la Figura 35 muestra las pruebas de funcionamiento del robot realizadas en la institución educativa con los estudiantes.

Figura 35

Pruebas de funcionamiento del Robot con los estudiantes



4.2. Resultados

4.2.1. Recolección de información

Según Lara Inostroza y Cabrera Pommiez (2015) las pruebas escritas son instrumentos que tiene como objetivo medir el conocimiento que tiene el estudiante mediante el uso de reactivos o ítems. Estas evaluaciones deben elaborarse cuidadosamente ya que con ello se puede observar la asimilación de aprendizajes cognoscitivos.

Para la recolección de información se realizó una evaluación a los estudiantes haciendo uso de *Google Forms*. La evaluación se realizó en dos ocasiones una antes de implementar las redes neuronales mediante el *Chatbot* y otra después de haber implementado las redes neuronales mediante el *Chatbot*. En la Tabla 5 muestra los resultados de las evaluaciones realizadas a los estudiantes.

Tabla 5

Resultado de evaluaciones

ESTUDIANTE	EVALUACIÓN	
	1	2
1	8,7	8,7
2	10,0	10,0
3	6,0	9,3
4	7,3	8,7
5	8,0	8,7
6	6,0	9,3
7	6,7	9,3
8	10,0	10,0
9	6,7	10,0
10	7,3	8,7
11	6,7	9,3
12	6,7	8,7
13	7,3	9,3
14	4,0	7,3
15	2,7	5,3
16	2,0	2,7
17	4,0	5,3
18	8,0	8,7

4.2.2. Validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de evaluación se desarrolló tomando en cuenta el plan de estudio del programa *Arduino Education*. Entre los temas o bloques de conocimiento que se basa el instrumento de evaluación están:

- Electrónica: conceptos básicos de electrónica, descripción de sensores y actuadores, habilidades de conexión.
- Codificación: Conceptos de programación y prácticas de programación en Arduino IDE

La estructura del instrumento de evaluación parte desde conocimientos elementales hasta adquirir conocimientos específicos basados en el modelo taxonómico de Robert Marzano. Según Quiroga, Gallegos, Ojeda y Rodríguez (2019) existen seis dimensiones de aprendizaje para el desarrollo de habilidades y actitudes basados en este modelo para lograr aprendizajes significativos.

En la tabla 6 se indica la relación que existe entre la variable, dimensiones, indicadores e ítems que fueron aplicados como criterios en el desarrollo del instrumento de evaluación.

Tabla 6

Relación de criterios del instrumento de evaluación

Variable	Dimensiones	Indicadores	Items
Mejora de habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.	Recuperación	Identifica la arquitectura de un robot y el funcionamiento de sus componentes electrónicos.	¿Qué es un robot?
			¿Cuál es la arquitectura de un robot?
			¿Cuáles son los componentes de nivel físico?
	Comprensión		¿Qué elementos corresponde a componentes de nivel de procesamiento?
			Cuál de las siguientes imágenes corresponde al microcontrolador ESP32
			¿Cuál es el principio de funcionamiento del sensor HC-SR04?
			Cuál es el principio de funcionamiento del sensor QTR-8RC
	Análisis		Indique el orden de ensamblado del robot
			Cuál de los siguientes softwares son los más utilizados para la programación en la robótica educativa
			Cuál sería el algoritmo para crear el programa para el funcionamiento del robot
			La siguiente imagen muestra la ubicación de los sensores del robot seguidor de línea. ¿Cuál será el código para poder cumplir con el movimiento?
	Aplicación		¿Cuál es la rutina correcta para el funcionamiento del sensor HC-SR04?
			La siguiente parte de código corresponde para la calibración del sensor QTR-8RC. Que se obtiene al realizar esta rutina
			Las siguientes funciones corresponde a la calibración de velocidad de los motores del robot, siendo 0 el 0% y 255 el 100% de velocidad de movimiento de las ruedas. Cuál sería el valor a configurar para que el robot se mueva a una capacidad del 73% de su velocidad
	Metacognición		Construye el código de programa y logra la unificación con el hardware del robot de forma correcta para su funcionamiento
Indique el orden del código de programa del robot. Seleccione el orden de las imágenes			
Autoregulación			

En el anexo 5 se indica la matriz de validación a juicio de experto en donde la valoración según la evaluación esta en un nivel Adecuado lo cual indica que es válido el instrumento de evaluación.

4.2.3. Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la confiabilidad de un instrumento es el grado en el que los resultados obtenidos son coherentes o consistentes. Para el proceso de confiabilidad se aplicó las medidas de consistencia interna mediante el coeficiente de alfa de Cronbach.

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (2)$$

Donde:

α : coeficiente alfa de Cronbach

k : numero de items de evaluación

$\sum_{i=1}^k S_i^2$: sumatoria de la varianza de cada uno de los items

S_t^2 : varianza del total de puntos

4.2.3.1. Interpretación resultados de confiabilidad de la evaluación antes de aplicar redes neuronales haciendo uso de Chatbot

En la Tabla 7 se muestra los resultados por preguntas en la evaluación antes de aplicar redes neuronales haciendo uso de Chatbot y los cálculos realizados para obtener el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,75 lo cual indica que está en un rango entre Aceptable – Elevado [0,68 – 0,85] conforme se muestra en las escalas de la Figura 36 lo cual indica que la evaluación realizada y los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 7

Resultados por preguntas evaluación 1

ESTUDIANTE	PREGUNTA															TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
3	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	9
4	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	12
6	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	9
7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	10
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
9	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	10
10	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	11
11	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	10
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	10
13	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	11
14	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	6
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
17	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	6
18	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	12
VARIANZA	0,00	0,20	0,22	0,24	0,22	0,20	0,22	0,25	0,25	0,14	0,22	0,25	0,25	0,25	0,25	11,17
TOTAL	3,15															

Aplicando la ecuación 2 y reemplazando los datos

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Se obtiene el siguiente valor del alfa de Cronbach

$$\alpha = 0,75$$

Figura 36

Escalas del coeficiente alfa de Cronbach



Nota: Tomado de Hernández, Fernández, Baptista (2014)

4.2.3.2. Interpretación resultados de confiabilidad de la evaluación después de aplicar redes neuronales haciendo uso de *Chatbot*

La Tabla 8 muestra los resultados por preguntas en la evaluación después de aplicar redes neuronales haciendo uso de *Chatbot* y los cálculos realizados para obtener el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,81 lo cual indica que está en un rango entre Aceptable – Elevado [0,68 – 0,85] conforme se muestra en las escalas de la Figura 36 lo cual indica que la evaluación realizada y los resultados obtenidos son confiables.

Aplicando la ecuación 2 y reemplazando los datos

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Se obtiene el siguiente valor del alfa de Cronbach

$$\alpha = 0,81$$

Con los dos valores obtenidos del coeficiente de alfa de Cronbach antes de implementar redes neuronales y después de implementar redes neuronales en el *Chatbot* indican que el instrumento de recolección de datos es confiable.

Tabla 8

Resultados por preguntas evaluación 2

ESTUDIANTE	PREGUNTA															TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	13
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	13
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	13
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	13
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
14	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	12
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	13
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4
17	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	7
18	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	13
VARIANZA	0,00	0,05	0,10	0,05	0,10	0,10	0,14	0,17	0,20	0,10	0,10	0,14	0,17	0,20	0,20	7,42
TOTAL	1,82															

En la Tabla 9 se indica los resultados obtenidos de confiabilidad de los instrumentos de evaluación.

Tabla 9

Resumen resultados de confiabilidad

PROCESO		EVALUACIÓN	
		1	2
Confiabilidad	Alfa de Cronbach	0,75	0,81

4.2.4. Cálculos estadísticos descriptivos

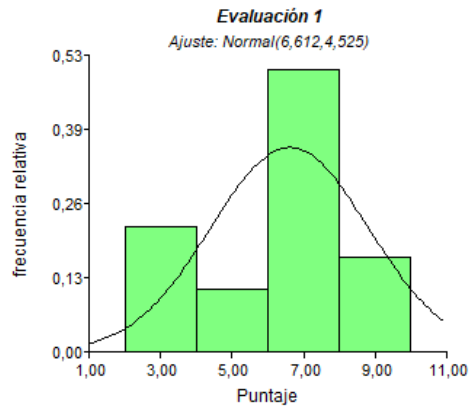
Según Suarez (2018) mediante la estadística descriptiva se puede recopilar, analizar e interpretar los datos obtenidos de un estudio estadístico de forma que se describan las características de los datos haciendo uso de métodos gráficos, tabulares o numéricos. La Figura 37 muestra los resultados estadísticos descriptivos de la evaluación realizada antes de implementar las redes neuronales mediante el *Chatbot*, estos resultados fueron obtenidos mediante el software de análisis estadístico InfoStat.

Figura 37

Resultados estadísticos descriptivos evaluación 1

Medidas resumen

Resumen	Eval. 1
n	18,00
Media	6,61
D.E.	2,13
Var (n-1)	4,53
E.E.	0,50
CV	32,17
Mín	2,00
Máx	10,00
Mediana	6,67
Q1	6,00
Q3	8,00
Asimetría	-0,46
Kurtosis	-0,23



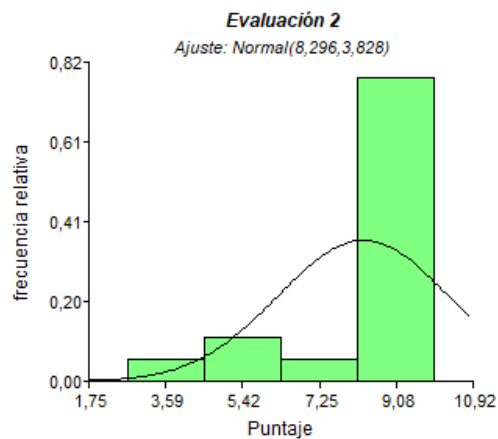
De la misma manera, La Figura 38 muestra los resultados estadísticos descriptivos de la evaluación realizada después de implementar las redes neuronales mediante el Chatbot.

Figura 38

Resultados estadísticos descriptivos evaluación 2

Medidas resumen

Resumen	Eval. 2
n	18,00
Media	8,30
D.E.	1,96
Var (n-1)	3,83
E.E.	0,46
CV	23,58
Mín	2,67
Máx	10,00
Mediana	8,67
Q1	8,67
Q3	9,33
Asimetría	-1,86
Kurtosis	2,05



4.2.5. Planteamiento de hipótesis nula e hipótesis alternativa

Según el Objetivo específico Nro. 5 el cual indica: Recolectar y validar los datos obtenidos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis, se plantearon la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_1 .

H_0 : Las redes neuronales artificiales como estrategia metodológica para la enseñanza, no fomenta en los estudiantes del décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

H_1 : Las redes neuronales artificiales como estrategia metodológica para la enseñanza, fomenta en los estudiantes del décimo año de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

En referencia a los cálculos estadísticos descriptivos realizados anteriormente tomando en cuenta el cálculo de la media de los datos obtenidos en la evaluación 1 (antes de implementar las redes neuronales mediante el *Chatbot*) se tiene que:

$$H_0: \mu_0 = 6,61$$

$$H_1: \mu_0 \neq 6,61$$

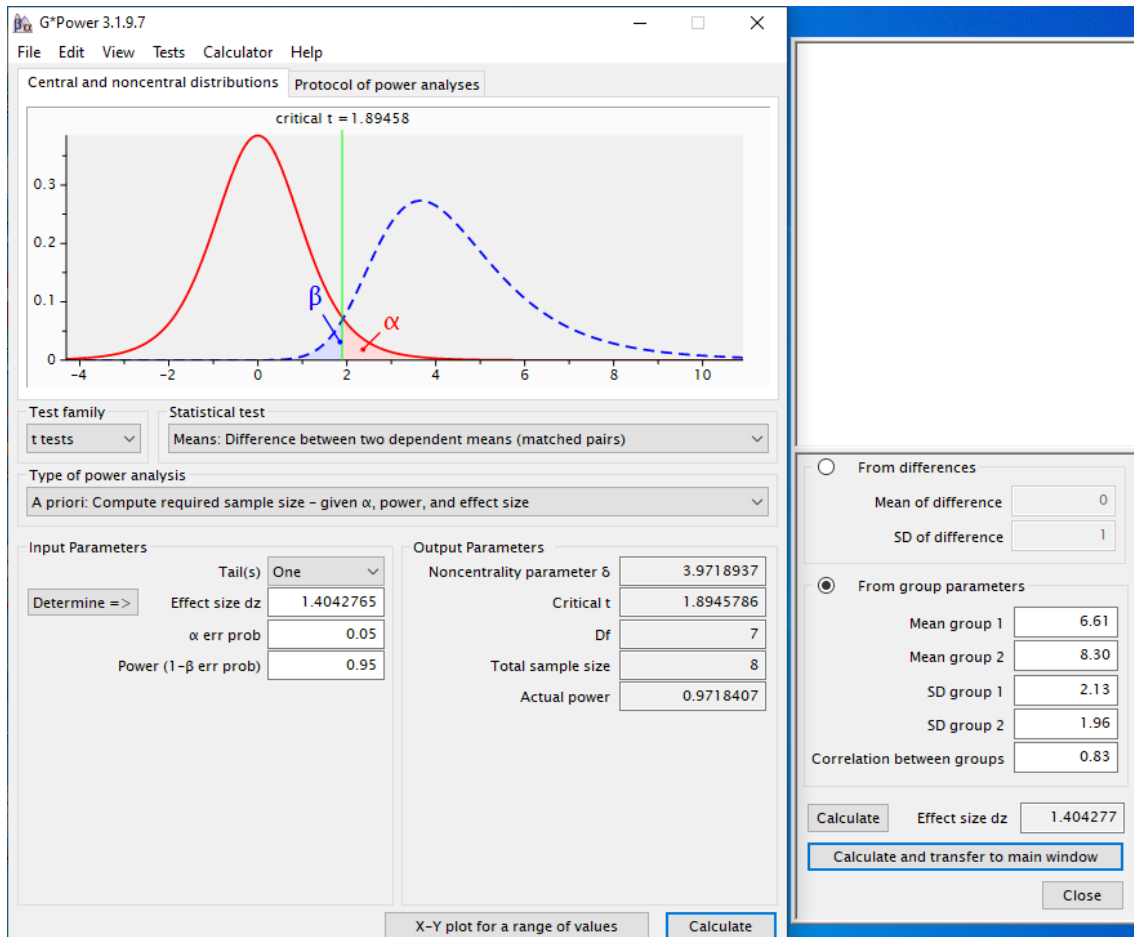
4.2.6. Prueba de hipótesis

Según Cárdenas y Arancibia (2014) la potencia estadística es el grado de probabilidad de rechazar una hipótesis nula, en el estudio estadístico se hizo el cálculo de potencia, tamaño del efecto y tamaño de la muestra haciendo uso del software de análisis estadísticos de potencia *G*Power* con los resultados obtenidos de la media y desviación estándar en los cálculos estadísticos descriptivos y el coeficiente de correlación tanto para la evaluación 1 y 2.

Los resultados muestran una potencia con un valor de 0.9718407 que corresponde al 97,18% lo cual es el porcentaje de rechazar hipótesis nula H_0 , otro valor que indica el software *G*Power* es el tamaño del efecto con un valor de 1,4043 lo cual según Cárdenas y Arancibia (2014) corresponde a un valor grande y el tamaño de la muestra necesario con un valor de 8. La Figura 39 indica los resultados obtenidos en el software *G*Power*.

Figura 39

Resultados cálculo de potencia en G*Power



Además del cálculo de potencia, se realizó la prueba t para muestras relacionadas para la prueba de hipótesis, se escogió esta prueba porque hace la comparación de las medias de las dos evaluaciones pertenecientes a una sola muestra, para este cálculo se utilizó el software *RStudio* el cual es un entorno de desarrollo integrado que es utilizado para gráficas y computación estadística.

Para realizar los cálculos haciendo uso de *RStudio* se ingresó el número de los estudiantes (tamaño de la muestra), las notas obtenidas de las evaluaciones antes y después de implementar las redes neuronales mediante el Chatbot.

La Figura 40 muestra el proceso de ingreso a datos y los resultados obtenidos de la prueba t para muestras relacionadas realizados en *RStudio*.

Figura 40

Resultados prueba de hipótesis en RStudio

```
> # INGRESO LOS DATOS
> notas.pre.post = data.frame(
+   Nombre = c('1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15', '16', '17', '18'),
+   Antes = c(8.67, 10, 6, 7.33, 8, 6, 6.67, 10, 6.67, 7.33, 6.67, 6.67, 7.33, 4, 3.97, 2, 4, 8),
+   Despues = c(8.67, 10, 9.33, 8.67, 8.67, 9.33, 9.33, 10, 10, 8.67, 9.33, 8.67, 9.33, 7.33, 5.33, 2.67, 5.33, 8.67)
+ )
> # PRUEBA T
> t.test(notas.pre.post$Despues, notas.pre.post$Antes, paired = TRUE)

      Paired t-test

data:  notas.pre.post$Despues and notas.pre.post$Antes
t = 5.8352, df = 17, p-value = 0.00001988
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 1.064769 2.270786
sample estimates:
mean difference
 1.667778
```

4.2.7. Conclusión

Basados en los resultados obtenidos en el cálculo de potencia el cual indica que hay un 97,18% de rechazar la hipótesis nula H_0 , el tamaño del efecto con un valor de 1,4043 lo cual según Cárdenas y Arancibia (2014) corresponde a un valor grande, los valores de la prueba t para muestras relacionadas donde indica que el valor de *p-value* < 0,01 y con un 95% de confianza se descarta la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

4.3. Discusión

En relación al objetivo 1. Analizar el funcionamiento y clasificación de las redes neuronales artificiales que se pueden aplicar en la enseñanza de la robótica educativa, que permita desarrollar habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Córdova y Mora (2007) en su investigación sobre el estudio de redes neuronales y aplicaciones prácticas, indica que las redes neuronales tienen gran capacidad de aprender lo cual lo hace flexible y poderosa para cualquier tipo de aplicación. Al existir varios tipos de redes neuronales, las redes neuronales recurrentes son las más adecuadas ya que estas son las que más interactúan con los *Chatbots* en la plataforma *Dialogflow*.

En relación al objetivo 2. Diseñar una plataforma de enseñanza basada en redes neuronales que permita desarrollar en los estudiantes habilidades para la construcción y funcionamiento de un robot móvil.

Utilizar *Dialogflow* como plataforma de diseño de *Chatbots* e integrar la red social Facebook para poder interactuar con él, es muy adecuado ya que permite una fácil interacción del estudiante con el *Chatbot* ya que tiene fácil acceso desde el teléfono móvil o computadora de escritorio, por otro lado la fácil integración con *Google Cloud Function* y la capacidad de poder incorporar código de programa basado en el lenguaje de programación *JavaScript* brinda la capacidad de acceder a formularios de evaluación o hacer consulta de base de datos sencillas basadas en Excel lo cual lo hace ideal para crear *Chatbots* educacionales.

Lo anterior no debe considerarse como una forma única para el aprendizaje más bien, que puede ser un complemento ya que para el proceso enseñanza aprendizaje es fundamental la comunicación directa y la discusión entre docente y estudiante.

En relación al objetivo 3. Construir un robot móvil basado en la plataforma de hardware ESP32 mediante un análisis de requerimientos necesarios para su construcción aplicando aprendizaje basado en proyectos la cual garantice su correcto funcionamiento.

Diseñar robots móviles resulta ideal en el proceso de enseñanza de la robótica educativa. La utilización de módulos de fácil manipulación e instalación es indispensable para su construcción ya que se consigue aumentar los procesos de creatividad, innovación y manejo de la tecnología en los estudiantes. De esta forma coincide con la investigación realizada por Benítez (2018) sobre la construcción de un brazo robótico educativo para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio ya que al realizar uso de métodos cualitativos y aprendizaje cooperativo se logró obtener creatividad, innovación, desarrollo de habilidades y pensamiento crítico para la solución de problemas.

En relación al objetivo 4. Recolectar y validar los datos obtenidos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis.

Los resultados obtenidos de confiabilidad del instrumento de evaluación mediante el coeficiente de alfa de Cronbach igual a 0,81 lo cual está en la escala Aceptable – Elevado indica que es confiable, los resultados de la pruebas de hipótesis donde el valor del cálculo de potencia igual a 97,18% lo cual determina que se rechaza en ese porcentaje la hipótesis nula H_0 y por último la prueba t de muestras relacionadas que indica un valor de $p\text{-value} < 0,01$ con un 95% de confianza lo cual descarta la hipótesis nula, se determina

que al redes neuronales como herramienta metodológica ayuda en los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje.

De la misma manera la presente investigación coincide con los resultados presentados por Badeleh (2019) sobre los efectos de la formación en robótica en la creatividad y el aprendizaje de los estudiantes de física, utilizó el método cuantitativo y experimental en estudiantes de escuelas de Teherán, Irán. Las investigaciones realizadas mostraron mejorías en cuanto a creatividad y mejora del aprendizaje de los estudiantes con 0,55% y 0,41% respectivamente, el investigador concluye que este método de enseñanza es efectivo para los estudiantes, ya que mejora su motivación y creatividad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Existen varios tipos de redes neuronales artificiales, el uso de cada uno de ellos depende de la aplicación que se vaya a realizar. Para el desarrollo de esta investigación al hacer uso del *Chatbot* como herramienta para la enseñanza de la robótica educativa, utilizar redes neuronales recurrentes es lo más adecuado ya que se tienen varias entradas de información y por ende varias salidas de información, ideal para la interacción estudiante-*Chatbot* ya que permite responder a diferentes solicitudes realizadas por el estudiante.
- Diseñar el *Chatbot* haciendo uso de *Dialogflow* como plataforma es adecuado ya que permite la integración con otras plataformas basadas en texto como Facebook, su fácil creación de intenciones y que respondan de acuerdo a las frases de entrenamiento, la capacidad de crear funciones basado en lenguaje de programación *JavaScript* y su integración con *Google Cloud Function* para poder desplegar tanto formularios de evaluación o hacer consulta de base de datos sencillas basadas en Excel lo hacen ideal para crear *Chatbots* educacionales.
- Crear robots móviles basados en plataformas de hardware como el microcontrolador ESP32 y software libre como los es Arduino IDE lo hace ideal en el proceso de enseñanza de la robótica educativa, al utilizar materiales para su construcción los cuales son modulares de fácil manipulación e instalación y utilizar software de fácil entendimiento lo hace adecuado para aumentar los procesos de creatividad, innovación y manejo de la tecnología en los estudiantes.
- Con los datos obtenidos de las evaluaciones antes y después de aplicar redes neuronales mediante *Chatbot* y los resultados obtenidos de confiabilidad de los instrumentos de evaluación y las pruebas de hipótesis, se determina que al aplicar esta herramienta ayuda en los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje.
- Con el desarrollo del trabajo de investigación se obtuvieron herramientas tecnológicas teniendo como resultado una mejora en la calidad educativa, de esta manera se garantiza la construcción de nuevos conocimientos acorde al contexto y necesidades educativas actuales mediante la innovación educativa con el fin de

aportar con el desarrollo del sector educativo cumpliendo de esta manera estándares, misión y visión que tiene la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte con la colectividad.

Recomendaciones

- Se recomienda a los directivos de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” en cooperación con la Coordinación de Junta Académica insertar paulatinamente la tecnología de redes neuronales mediante el uso de *Chatbots* para fortalecer los conocimientos en otras áreas académicas.
- Se recomienda a la Comisión de la Junta Académica la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio” dar continuidad a esta implementación de las redes neuronales aplicadas en el aprendizaje de la robótica educativa ya que el currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales aplicado en el año lectivo 2022 - 2023 indica la implementación de robótica, pensamiento computacional y proyectos STEM.
- Se recomienda a los docentes de la Escuela de Educación Básica “Manuel Villavicencio”, actualizarse en la aplicación de herramientas tecnológicas como instrumento para mejorar los procesos enseñanza aprendizaje de los estudiantes.
- Se recomienda realizar alianzas con otras instituciones educativas para el intercambio de ideas y tecnología y la creación de espacios de creación (*makerspace*) para de esta forma realizar una transversalización del STEM en el currículo educativo.

REFERENCIAS

- MINEDUC-MINEDUC-2022-00010-A [Ministerio de Educación]. Acuerdo. 10 de marzo de 2022.
- MINEDUC-MINEDUC-2018-00024-A [Ministerio de Educación]. Acuerdo. 13 de marzo de 2018.
- MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A [Ministerio de Educación]. Acuerdo. 24 de julio de 2020
- MINEDUC-MINEDUC-2021-00059-A [Ministerio de Educación]. Acuerdo. 8 de noviembre de 2021
- Adamopoulou, E. y Moussiades, L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. *Advances in Information and Communication Technology*, 584, 773-383. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31
- Arana, C. (2021). Redes neuronales recurrentes: Análisis de los modelos especializados en datos secuenciales. *Serie Documentos de Trabajo*, 797, 1-26. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/238422/1/797.pdf>
- Badeleh, A. (2021). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6>
- Benítez Chicaiza, J. M. (2018). *Brazo robótico educativo orientado en CTIM (ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas) para estudiantes de instituciones educativas de nivel medio*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Técnica del Norte.
- Bueno Jimenes, A. (2019). *Aplicación para crear chatbots y asistentes virtuales inteligentes*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Madrid]. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/688926/bueno_jimenez__adrian__tfm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Caicedo Bravo, E. F. y López Sotelo, J. A. (2009). *Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales*. Programa Editorial Universidad del Valle. <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/129183?page=25>.

- Cárdenas Castro, M. y Arancibia Martini, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G*POWER: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *SALUD & SOCIEDAD*, 5(2), 210-224. <https://doi.org/10.22199/S07187475.2014.0002.00006>
- Casado, R. y Checa-Romero, M. (2020). *Robótica y Proyectos STEM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria*. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Córdova, M., y Mora, P. (2007). *Estudio de redes neuronales y aplicaciones prácticas*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay]. Red de repositorio de acceso abierto del Ecuador.
- Data Science Brain [@DSBrain1]. (11 de septiembre de 2022). Deep Learning use cases. [Tweet]. Twitter. <https://mobile.twitter.com/DSBrain1/status/1569187649264713731/photo/1>
- Espressif Systems (2023). *ESP32 Series Datasheet*. [Datasheet]. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. doi:10.3758/BRM.41.4.1149
- García-Peña, V. (2020). *La inteligencia artificial en la educación*. Dominio de las ciencias. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1421>
- Guzmán, V. (2021). El método cualitativo y su aporte a la investigación en las ciencias sociales. *Gestionar: Revista De Empresa Y Gobierno*, 1(4), 19–31. <https://doi.org/10.35622/j.rg.2021.04.002>

- Haldorai, A., Murugan, S., Ramu, A. (2021). *Evolution, challenges, and application of intelligent ICT education*. <https://doi.org/10.1002/cae.22217>HALDORAI ET AL.|571
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL.
- Kakhi, K., Alizadehsani, R., Kabir, D. y Khosravi, A. (2022). The internet of medical things and artificial intelligence: trends, challenges, and opportunities. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 42(3), 1-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbe.2022.05.008>
- Larsen, K. R., Eargle, D. (Eds.) (21 de noviembre de 2014). *Theories Used in IS Research Wiki*. Recuperado 4 de abril del 2022 de <http://IS.TheorizeIt.org>.
- Martínez Gil, L., Camargo Toribio, I., Ortiz Ordaz, F., e Izquierdo García, D. (2019). *Emprendimiento e innovación, un reto para la universidad ecuatoriana*. Revista ESPACIOS. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n21/a19v40n21p16.pdf>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Norman, A. (2019). *Aprendizaje automático en acción*. Tektime.
- Onan, A. (2022). Bidirectional convolutional recurrent neural network architecture with group-wise enhancement mechanism for text sentiment classification. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.02.025>
- Pan, Y., & Zhang, L. (2021). *Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends*. *Automation in Construction*, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103517
- Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3USvXts>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. Planeta.
- UNESCO-OREALC. (2017). *Reporte: Educación y habilidades para el siglo XXI. Reunión Regional de ministros de Educación de América Latina y el Caribe*.

Publicado por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe,
<https://bit.ly/3fiRPfy>

Vallejos Calderón, M. B. (2018). *Módulo didáctico de entrenamiento de redes neuronales para el reconocimiento de patrones de imágenes y voz con Raspberry Pi*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Técnica del Norte.

Velandia-Mesa, C. (2019). La investigación formativa en ambientes ubicuos y virtuales en Educación Superior. *Revista Científica de Educomunicación*, 25(51), 9-18.
<https://doi.org/10.3916/C51-2017-01>

Villón Peñafiel, J. M. (2019). *Robótica educativa como apoyo didáctico para el desarrollo del pensamiento computacional. Diseño de una aplicación en lenguaje de bloque*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Red de repositorio de acceso abierto del Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Aceptación de la institución



República
del Ecuador

Ministerio de Educación
ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA "MANUEL VILLAVICENCIO"

TOCACHI - PEDRO MONCAYO - PICHINCHA

Tocachi, 16 de diciembre del 2022

Dra. Lucia Yépez Msc.

Decana Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte

Me permito informar a usted que el señor Portilla Martínez Gustavo Sebastián, con número de cédula 1717727802 estudiante del Programa de Maestría en Tecnología e Innovación Educativa, ha sido aceptado en esta institución para realizar su trabajo de grado. La Institución brindará las facilidades e información necesarias para el desarrollo de la investigación.

Agradezco su atención.

Atentamente,



Lic. Nathalia Sarango
Directora ÉEB. "Manuel Villavicencio"



Dirección: Simón Bolívar y García Moreno.
Teléfono: 023611693 / 0993073827
E-mail: cemanuelvillavicencio@hotmail.com

 **Gobierno**
del Encuentro | Juntos
lo logramos

Anexo 2. Código JavaScript

```
"use strict";

const functions = require("firebase-functions");
const { WebhookClient } = require("dialogflow-fulfillment");
const { Card, Suggestion } = require("dialogflow-fulfillment");
const axios = require("axios");

process.env.DEBUG = "dialogflow:debug"; // enables lib debugging statements

exports.dialogflowFirebaseFulfillment = functions.https.onRequest(
  (request, response) => {
    const agent = new WebhookClient({ request, response });

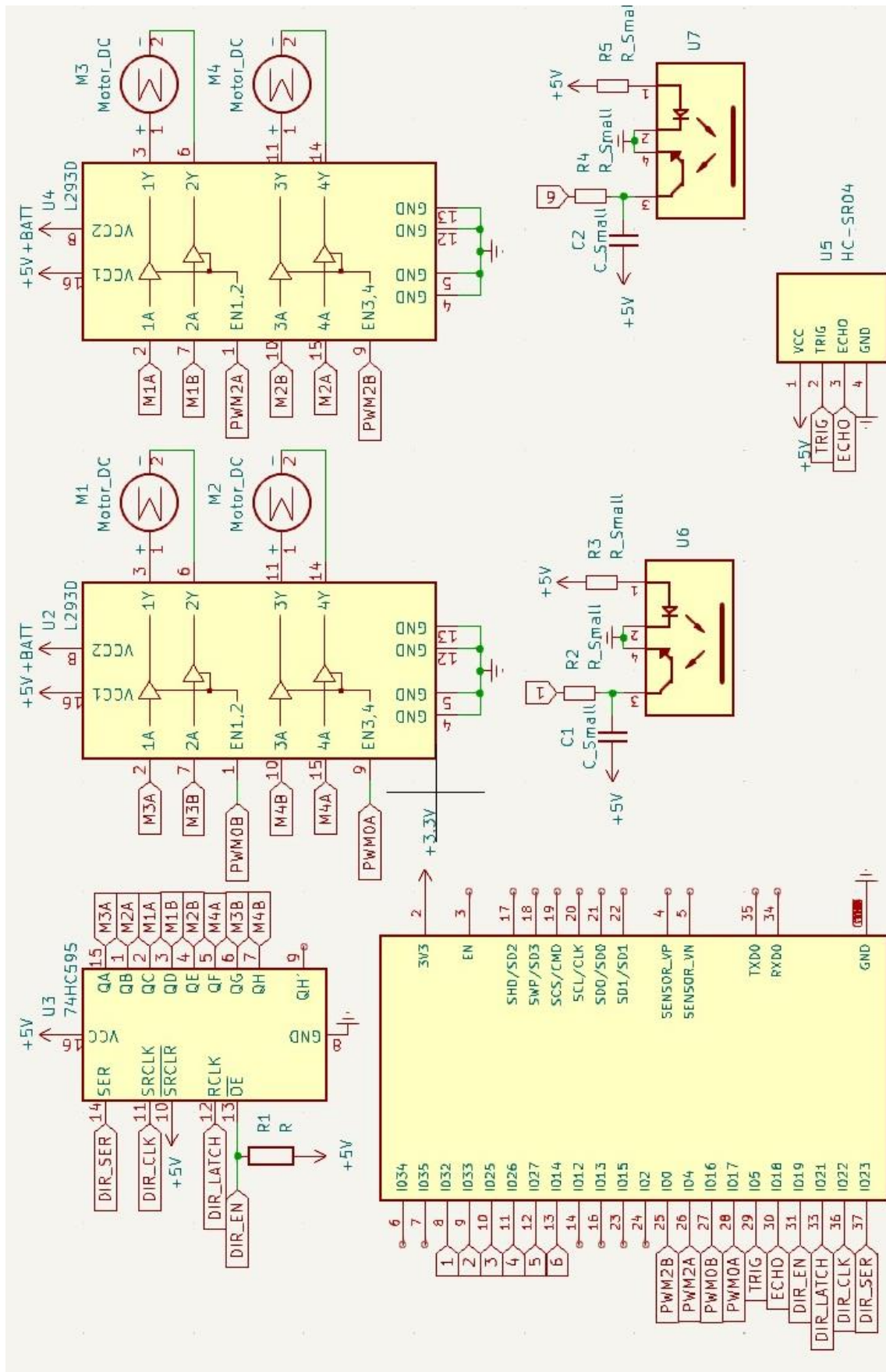
    async function consultarNota(agent) {
      let Cedula = agent.parameters["Cedula"];
      let respuesta = await axios.get(
        "https://sheet.best/api/sheets/fb43f0e2-6fbd-43ac-afe4-547fe55b005e/Cedula/" +
        Cedula
      );
      let tramites = respuesta.data;
      if (tramites.length > 0) {
        let tramite = tramites[0];
        let nota = tramite.Puntuacion;

        agent.add("Tu puntuación es: " + nota);
        if (nota == '1 / 4') {
          agent.add("lee este documento1");
          agent.add("https://drive.google.com/file/d/1Pig6fASKUkPu8KXzLfgtDRPrVZrmcrie/view?usp=sharing");
        }
        else
        {
          if (nota == '2 / 4')
          {
            agent.add("lee este documento2");
            agent.add("https://drive.google.com/file/d/1Pig6fASKUkPu8KXzLfgtDRPrVZrmcrie/view?usp=sharing");
          }
          else
          {
            if (nota == '3 / 4')
            {
              agent.add("lee este documento3");
              agent.add("https://drive.google.com/file/d/1Pig6fASKUkPu8KXzLfgtDRPrVZrmcrie/view?usp=sharing");
            }
            else
            {
              if (nota == '4 / 4')
              {
                agent.add("lee este documento4");
                agent.add("https://drive.google.com/file/d/1Pig6fASKUkPu8KXzLfgtDRPrVZrmcrie/view?usp=sharing");
              }
            }
          }
        }
      }
      else
      {
        agent.add("No existe Puntuaciones");
      }
    }

    let intentMap = new Map();
    intentMap.set("nota.consultar", consultarNota);

    agent.handleRequest(intentMap);
  }
);
```


Anexo 3. Esquema electrónico del robot móvil



Anexo 3. Código de programa para robot móvil

```
#include <QTRSensors.h> //libreria para control de sensores QTR-8RC
#include <SR74HC595.h> //libreria para control de L293D

int pwm2a=23; int pwm2b=25; int pwm0a=27; int pwm0b=16; int dir_en=14; int Trig=5; int Echo=13; // pines de conexion del
L293D al ESP32
SR74HC595 SR(12,17,19); // Data :12, Clock :17, Latch :19
int ADELANTE=39; int ATRAS=216; int IZQUIERDA=106; int DERECHA=149; int STOP=0;

QTRSensors qtr;
const uint8_t cantidadSensores = 6; //número de sensores de línea
uint16_t valorSensores[cantidadSensores];

long t, d; // declaracion de variable t para calculo de tiempo y d para calculo de distancia
int periodo = 10; unsigned long TiempoAhora = 0;

void setup()
{
  SR.sendToShiftRegister(STOP); // Apagar motores

  pinMode(Trig,OUTPUT); //configuracion pin de salida para pin Trig sensor HC-SR04
  pinMode(Echo,INPUT); // configuracion pin de entrada para pin Echo sensor HC-SR04
  digitalWrite(Trig,LOW); //establece nivel bajo en pin Trig sensor HC-SR04

  Serial.begin(9600); //configuración monitor serial
  pinMode(pwm0a, OUTPUT); //configuración de salidas
  pinMode(pwm0b, OUTPUT);
  pinMode(pwm2a, OUTPUT);
  pinMode(pwm2b, OUTPUT);

  pinMode(dir_en, OUTPUT);
  digitalWrite(dir_en, LOW);

  analogWrite(pwm2a, 255); //configuracion velocidad motores al 100%
  analogWrite(pwm2b, 255);
  analogWrite(pwm0a, 255);
  analogWrite(pwm0b, 255);

  qtr.setTypeAnalog(); // configurar el sensor QTR8 de tipo analogico
  qtr.setSensorPins((const uint8_t[]){39, 36, 34, 35, 4,26}, cantidadSensores); // pines de conexión del sensor QTR-8RC

  delay(100); // pausa de medio segundo

  for (uint16_t i = 0; i < 200; i++) // calibracion del sensor QTR8-RC durante 200 veces
  {
    qtr.calibrate(); // calibracion
  }
}

void loop()
{
  digitalWrite(Trig, HIGH);
  if(micros() > TiempoAhora + periodo) //retardo 10us sensor HCSR04
  {
    digitalWrite(Trig, LOW);
    t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtener ancho del pulso
    d = 0.017*t; //calculo de cm
    Serial.print(d); Serial.println("cm"); //impresion de distancia en monitor serial
    if(d<9) // detiene robot si objeta esta < 9cm
    {
      SR.sendToShiftRegister(STOP);
    }
    TiempoAhora = micros();
  }
}

uint16_t position = qtr.readLineBlack(valorSensores);
Serial.print(valorSensores[0]); //Impresion de valores de sensor QTR8
Serial.print(" ");
Serial.print(valorSensores[1]);
```

```

Serial.print(" ");
Serial.print(valorSensores[2]);
Serial.print(" ");
Serial.print(valorSensores[3]);
Serial.print(" ");
Serial.print(valorSensores[4]);
Serial.print(" ");
Serial.print(valorSensores[5]);
Serial.print(" ");
Serial.println(position);

if((position==2500)&&(valorSensores[2]==1000)) //STOP
{
  SR.sendToShiftRegister(STOP);
}
else
{
  if((valorSensores[2]>600 && valorSensores[3]>600) && (position > 2050 && position <2950) && d>10) //movimiento hacia adelante
  {
    SR.sendToShiftRegister(ADELANTE);
  }
  else
  {
    if((valorSensores[2]>valorSensores[3])&&position > 1500 && d>10)// giro derecha
    {
      SR.sendToShiftRegister(DERECHA);
    }
    else
    {
      if((valorSensores[3]>valorSensores[2])&&position > 3000 && d>10) // giro izquierda
      {
        SR.sendToShiftRegister(IZQUIERDA);
      }
    }
  }
}
}
}
}

```

Anexo 4. Evaluación dirigida a los estudiantes

Evaluación 1 Robótica

Nombre y Apellido del estudiante:

Cl.:

Indicaciones: Marque la respuesta correcta, la evaluación tiene un tiempo de duración de 20 minutos.

1. ¿Qué es un robot?

	Un juguete electrónico para divertirse que realiza varias funciones dependiendo de varias personas y que cumple muchos objetivos sin la necesidad de percibir información.
	Agente artificial electrónico, funcional y programable, que realiza una acción por sí solo para cumplir un objetivo a partir de la capacidad de percibir la información, procesarla y actuar en consecuencia.
	Un dispositivo electromecánico y electrónico que realiza acciones o movimientos sin la necesidad de recibir información ni procesamiento y que solo es útil para cumplir en objetivo

2. ¿Cuál es la arquitectura de un robot?

	Nivel físico, nivel de procesamiento
	Sistema de tracción, Unidad de potencia; Unidad de procesamiento
	Nivel físico (Hardware), Batería, Motor

3. ¿Cuáles son los componentes de nivel físico?

	Sensores, actuadores
	Llantas, Tuercas, chasis
	Sistema de tracción, Unidad de potencia

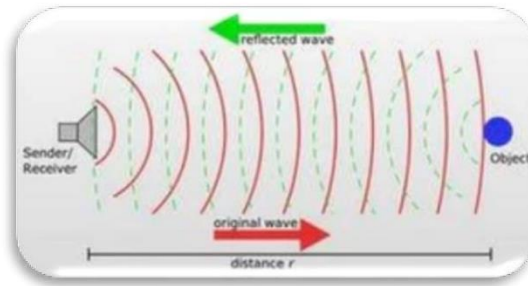
4. ¿Qué elementos corresponde a componentes de nivel de procesamiento?

	Microcontrolador ESP32
	Modulo HC-SR04
	Driver de motores L293D

5.Cuál de las siguientes imágenes corresponde al microcontrolador ESP32

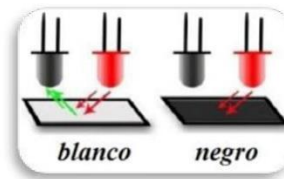


6. ¿Cuál es el principio de funcionamiento del sensor HC-SR04?



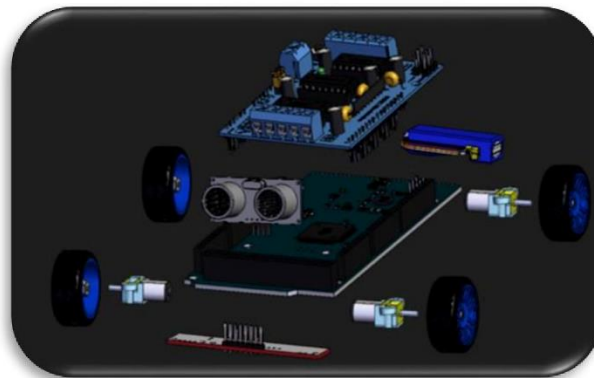
	Calcular el tiempo que demora entre emitir, rebotar y recibir las ondas ultrasónicas.
	Calcular la distancia mediante un haz de luz coherente
	Calcular la distancia mediante eco de una señal ultrasónica

7. ¿Cuál es el principio de funcionamiento del sensor QTR-8RC?



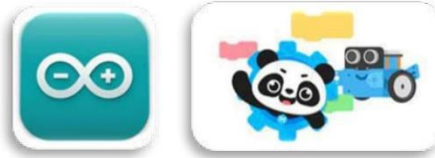
	Se basa en el principio de reflexión de los rayos de luz sobre la superficie en contacto
	Se basa en el principio de reflexión de luz infrarroja sobre la superficie en contacto
	Determina el color de la línea mediante un haz de luz coherente

8. Indique el orden de ensamblado del robot



	Conectar Shield L293D a ESP32, anclar motores a placa, conectar motores en Shield L293D, ubicar ruedas en motores, colocar sensor QTR-8RC, colocar sensor HC-SR04, conectar batería
	Conectar motores en Shield L293D, conectar batería, conectar Shield L293D a ESP32, anclar motores a placa, ubicar ruedas en motores, colocar sensor QTR-8RC, colocar sensor HC-SR04
	Ubicar ruedas en motores, conectar Shield L293D a ESP32, colocar sensor HC-SR04, anclar motores a placa, conectar motores en Shield L293D, conectar batería

9. Cuál de los siguientes softwares son los mas utilizados para la programación en la robótica educativa



	Arduino IDE – mBlock
	MPLAB IDE – MikroC
	CCS - C#

10. Cuál sería el algoritmo para crear el programa para el funcionamiento del robot

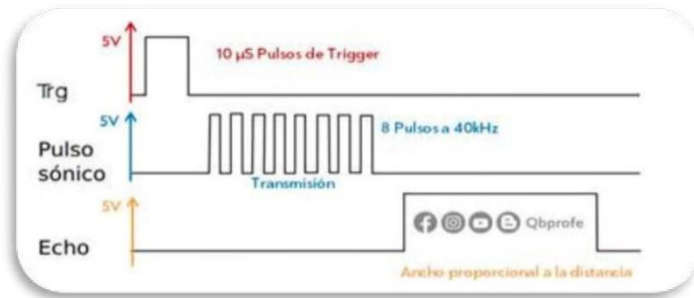
	cálculos de sensores, inclusión de librerías, configuración de sensores y actuadores
	declaración de variables y objetos, cálculos de sensores, activación de motores según datos de sensores
	inclusión de librerías, declaración de variables y objetos, configuración de sensores y actuadores, cálculos de sensores, activación de motores según datos de sensores

11. La siguiente imagen muestra la ubicación de los sensores del robot seguidor de línea. ¿Cuál será el código para poder cumplir con el movimiento?



	<pre> if((valorSensores[3]>valorSensores[2])&&position == 3000) { motor1.run(BACKWARD); motor4.run(BACKWARD); motor2.run(FORWARD); motor3.run(FORWARD); } </pre>
	<pre> if ((valorSensores[2]>valorSensores[3])&&position==2000) { motor1.run(FORWARD); motor4.run(FORWARD); motor2.run(BACKWARD); motor3.run(BACKWARD); } </pre>
	<pre> if(position > 2050 && position <2950) { motor1.run(FORWARD); motor4.run(FORWARD); motor2.run(FORWARD); motor3.run(FORWARD); } </pre>

12. ¿Cuál es la rutina correcta para el funcionamiento del sensor HC-SR04?



<code>digitalWrite (Trig, HIGH);</code>	<code>digitalWrite (Trig, LOW);</code>	<code>digitalWrite (Trig, HIGH);</code>
<code>delayMicroseconds(100);</code>	<code>delayMicroseconds(10);</code>	<code>delayMicroseconds(10);</code>
<code>digitalWrite (Trig, LOW);</code>	<code>digitalWrite (Trig, HIGH);</code>	<code>digitalWrite (Trig, LOW);</code>
<code>t=pulseIn (Echo, HIGH);</code>	<code>t=pulseIn (Echo, HIGH);</code>	<code>t=pulseIn (Echo, HIGH);</code>
<code>d=t/59;</code>	<code>d=t/59;</code>	<code>d=t/59;</code>

13. La siguiente parte de código corresponde para la calibración del sensor QTR-8RC. Que se obtiene al realizar esta rutina

```

qtr.setTypeAnalog();
qtr.setSensorPins((const uint8_t[]){A15, A14, A13, A12, A11, A10}, cantidadSensores);
qtr.setEmitterPin(2);
for (uint16_t i = 0; i < 200; i++)
{
    qtr.calibrate();
}

```

	Configura los sensores QTR-8RC de tipo analógico, la cantidad de sensores con el ESP32 y el pin emisor y calibra la sensibilidad a la detección de la línea
	Configura los sensores QTR-8RC de tipo digital, la cantidad de sensores con el ESP32 y el pin emisor para mejor diferenciación del color blanco y negro
	Configura los sensores QTR-8RC de tipo analógico, los pines de conexión y la cantidad de sensores con el ESP32 y el pin emisor para un desplazamiento más rápido del robot

14. Las siguientes funciones corresponde a la calibración de velocidad de los motores del robot, siendo 0 el 0% y 255 el 100% de velocidad de movimiento de las ruedas.Cuál sería el valor a configurar para que el robot se mueva a una capacidad del 73% de su velocidad

```

// turn on motor
motor1.setSpeed(255); //configuración de velocidad de motores 0 - 255 ----> 0% - 100%
motor2.setSpeed(255);
motor3.setSpeed(255);
motor4.setSpeed(255);

```

<code>motor1.setSpeed(230);</code>	<code>motor1.setSpeed(190);</code>	<code>motor1.setSpeed(186);</code>
<code>motor2.setSpeed(230);</code>	<code>motor2.setSpeed(190);</code>	<code>motor2.setSpeed(186);</code>
<code>motor3.setSpeed(230);</code>	<code>motor3.setSpeed(190);</code>	<code>motor3.setSpeed(186);</code>
<code>motor4.setSpeed(230);</code>	<code>motor4.setSpeed(190);</code>	<code>motor4.setSpeed(186);</code>

15. Indique el orden del código de programa del robot. Seleccione el orden de las imágenes

```

if(valorSensores[3]>valorSensores[2])&&position == 3000)
{
  motor1.run(BACKWARD);
  motor4.run(BACKWARD);
  motor2.run(FORWARD);
  motor3.run(FORWARD);
}
else
{
  if((valorSensores[2]-valorSensores[3])&&position==2000)
  {
    motor1.run(FORWARD);
    motor4.run(FORWARD);
    motor2.run(BACKWARD);
    motor3.run(BACKWARD);
  }
  else
  {
    if(position > 2050 && position < 2950)
    {
      motor1.run(FORWARD);
      motor4.run(FORWARD);
      motor2.run(FORWARD);
      motor3.run(FORWARD);
    }
    else
    {
      if(valorSensores[5]>150) //giro izq 90°
      {
        for(int i=0;i<100;i++)
        {
          motor1.run(BACKWARD);
          motor4.run(BACKWARD);
          motor2.run(FORWARD);
          motor3.run(FORWARD);
        }
      }
      else
      {
        if(valorSensores[0]>150) //giro der 90°
        {
          for(int i=0;i<100;i++)
          {
            motor1.run(FORWARD);
            motor4.run(FORWARD);
            motor2.run(BACKWARD);
            motor3.run(BACKWARD);
          }
        }
      }
    }
  }
}
}

```

1

```

#include <AFMotor.h>
#include <QTRSensors.h>
#define Trig 38
#define Echo 36
QTRSensors qtr;
const uint8_t cantidadSensores = 6;
uint16_t valorSensores[cantidadSensores];
AF_DCMotor motor1(1);
AF_DCMotor motor2(2);
AF_DCMotor motor3(3);
AF_DCMotor motor4(4);
long t;
long d;

```

2

```

void loop() {
  digitalWrite(Trig,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Trig,LOW);
  t=pulseIn(Echo,HIGH);
  d=t/59;
  Serial.println(d);
  uint16_t position = qtr.readLineBlack(valorSensores);
}

```

3

```

void setup(){
  pinMode(Trig,OUTPUT);
  pinMode(Echo,INPUT);
  digitalWrite(Trig,LOW);
  Serial.begin(9600);
  motor1.setSpeed(255);
  motor2.setSpeed(255);
  motor3.setSpeed(255);
  motor4.setSpeed(255);
  motor1.run(RELEASE);
  motor2.run(RELEASE);
  motor3.run(RELEASE);
  motor4.run(RELEASE);
  qtr.setTypeAnalog();
  qtr.setSensorPins((const uint8_t[])
    {A15, A14, A13, A12, A11, A10}, cantidadSensores);
  qtr.setEmitterPin(2);
  delay(500);
  for (uint16_t i = 0; i < 200; i++)
  {
    qtr.calibrate();
  }
}

```

4

	1-3-2-4
	4-2-1-3
	2-4-3-1

Anexo 5. Validación de experto 1

Título de la tesis: Las redes neuronales aplicadas en el aprendizaje de la robótica educativa

Variable	Dimensiones	Indicadores	Items	Opciones (Revisar opciones de respuesta Anexo 4)			Criterio de Evaluación								Observaciones y recomendaciones
				1	2	3	Relación entre variable y dimensión		Relación entre dimensión e indicador		Relación entre indicador e ítem		Relación entre ítem y opción de respuesta		
							SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Mejora de habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.	Recuperación	Identifica la arquitectura de un robot y el funcionamiento de sus componentes electrónicos.	¿Qué es un robot?				X		X		X		X		
			¿Cuál es la arquitectura de un robot?				X		X		X		X		
			¿Cuáles son los componentes de nivel físico?				X		X		X		X		
			¿Qué elementos corresponde a componentes de nivel de procesamiento?				X		X		X		X		
			Cuál de las siguientes imágenes corresponde al microcontrolador ESP32				X		X		X		X		
	Comprensión		¿Cuál es el principio de funcionamiento del sensor HC-SR04?				X		X		X		X		

Análisis		Cuál es el principio de funcionamiento del sensor QTR-SRC				X		X		X		X		
		Indique el orden de ensamblado del robot				X		X		X		X		
		Cuál de los siguientes softwares son los más utilizados para la programación en la robótica educativa				X		X		X		X		
Aplicación	Construye el código de programa y logra la unificación con el hardware del robot de forma correcta para su funcionamiento	Cuál sería el algoritmo para crear el programa para el funcionamiento del robot				X		X		X		X		Apoyo en recursos como software para crear flujogramas
		La siguiente imagen muestra la ubicación de los sensores del robot seguidor de línea. ¿Cuál será el código para poder cumplir con el movimiento?				X		X		X		X		
Metacognición		¿Cuál es la rutina correcta para el funcionamiento del sensor HC-SR04?				X		X		X		X		
		La siguiente parte de código corresponde para				X		X		X		X		

		la calibración del sensor QTR-8RC. Que se obtiene al realizar esta rutina												
	Autoregulación	Las siguientes funciones corresponde a la calibración de velocidad de los motores del robot, siendo 0 el 0% y 255 el 100% de velocidad de movimiento de las ruedas.Cuál sería el valor a configurar para que el robot se mueva a una capacidad del 73% de su velocidad				X		X		X		X		
		Indique el orden del código de programa del robot. Seleccione el orden de las imágenes				X		X		X		X		



MSc. Maies Sarabia Robert Henry

Docente



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE POSGRADO



FICHA DE JUEZ VALIDADOR DE INSTRUMENTO

Nombre del instrumento: Cuestionario

Variable: Mejora de habilidades de creatividad e innovación en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Objetivo: Recolectar y validar los datos obtenidos antes y después del proceso para verificar la confiabilidad del trabajo de tesis.

Dirigido a: Estudiantes de décimo año

Apellidos y nombres del evaluador: Males Sarabia Robert Henry

Grado académico del evaluador: Magister en Tecnología e Innovación Educativa

Experticia del evaluador: 15 años

Valoración: Adecuado

Muy adecuado	Adecuado	Regular	Inadecuado	Muy inadecuado
--------------	----------	---------	------------	----------------

Atentamente

MSc. Males Sarabia Robert Henry

Docente