



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA DE LOS ORDENADORES**

**TEMA
“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS
DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A
USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS
PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”**

**AUTORA
TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. COMP. ACOSTA GUZMÁN IVÁN LEONEL, MSIG.**

GUAYAQUIL, ABRIL 2021



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

| | | | |
|--|---|------------------------|-----|
| REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA | | | |
| FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN | | | |
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | | | |
| Análisis y diseño de un sistema de asesoramiento para médicos nutricionistas de la cooperativa bastión popular bloque 10 a usando una red neuronal previo a emitir las prescripciones nutricionales. | | | |
| AUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Tumbaco Bravo Joselyn Denisse | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Ing. Mec. Ind. Oswaldo Aráuz Arroyo, MTIE. / Ing. Comp. Acosta Guzmán Iván, MSIG. | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad de Guayaquil | | |
| UNIDAD/FACULTAD: | Facultad Ingeniería Industrial | | |
| MAESTRÍA/ESPECIALIDAD: | | | |
| GRADO OBTENIDO: | Ingeniería en Teleinformática | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 28 de septiembre del 2021 | No. DE PÁGINAS: | 113 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Tecnología de los Ordenadores | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Aplicación web, nutrición, alimentación, red neuronal. Web application, nutrition, food, neural network. | | |
| <p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</p> <p>Resumen</p> <p>El actual proyecto presentado surgió debido a problemas de salud que presentaban los residentes de la cooperativa Bastión Popular, estos problemas de salud se originaron debido a la mala alimentación que llevaban los residentes por falta de información, ya que no cuentan económicamente para asistir con el especialista en nutrición, y así poder tener un control de lo que lo que deben consumir.</p> <p>El médico nutricionista para prescribir la dieta adecuada para los pacientes debe considerar varios factores, factores que debe tener en cuenta a la hora de diagnosticar una dieta. Por lo cual, este trabajo de titulación desarrolla un sistema de asesoramiento para médicos nutricionistas el cual se realizará por medio de una red neuronal de esta manera ayudará al médico nutricionista, y así poder ayudar a los residentes de la cooperativa Bastión Popular.</p> <p>La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto es la investigación exploratoria y mixta la cual el médico nutricionista brindará información de cómo obtener los</p> | | | |

factores que se necesitan para el diagnóstico.

Abstract

The current project presented arose due to health problems presented by the residents of the cooperative Bastion Popular, these health problems originated due to the poor diet that the residents had due to lack of information, since they do not have the financial means to attend the specialist in nutrition, and thus be able to have control of what they should consume.

The nutritionist physician to prescribe the proper diet for patients must consider several factors, factors that must be taken into account when diagnosing a diet. Therefore, this degree work develops a system of advice for medical nutritionists which will be done through a neural network in this way will help the medical nutritionist, and thus be able to help residents of the cooperative Bastion Popular.

The methodology used for the development of this project is exploratory and mixed research in which the nutritionist will provide information on how to obtain the factors needed for diagnosis.

| | | |
|------------------------------|---|-------------------------------------|
| ADJUNTO PDF: | SI X | NO |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: 593-939294920 | E-mail: joselyn_tumbaco@outlook.com |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: | Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, Mg. | |
| | Teléfono: 593- 2658128 | |
| | E-mail: direcciónTi @ug.edu.ec | |



**ANEXO XII DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE**, con C.C. No. **0951803915**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Joselyn Tumbaco".

TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE
C.C.No. 0951803915



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. IVÁN LEONEL ACOSTA GUZMÁN, MSIG, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERA EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 1 % de coincidencia.

The screenshot displays the URKUND interface. On the left, document details are shown: 'Documento: EXTRACTO - TESIS - JOSELYN DENISSE TUMBACO BRAVO - VERSION 1.3.docx', 'Presentado: 2021-09-15 13:11 (-05:00)', 'Presentado por: Ivan Acosta (ivan.acosta@ug.edu.ec)', 'Recibido: ivan.acosta@ug.edu.ec', and 'Mensaje: TESIS TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE'. A yellow bar indicates '1% de estas 36 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes'. On the right, a table lists sources with columns 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. Below the table, a progress bar shows '3. Importación de Datos 2. Tratamientos de Datos 3. Elección del modelo 4. Se entrena el algoritmo 5. Evaluación de los algoritmos 6. Configuración de'. At the bottom, a comparison of text is shown between the document and a source, both containing 'ANEXO XIII - RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)' and 'FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA'.

LINK:

<https://secure.urkund.com/old/view/107342891-718328-752863#q1bKLVayijbQMdYx0TGN1VEqzkzPy0zLTE7MS05VsjLQMzAwMzKzND A3MDY 0NTAxNrE0rwUA>



Firmado electrónicamente por:

**IVAN
LEONEL
ACOSTA
GUZMAN**

ING. COMP ACOSTA GUZMÁN IVÁN LEONEL, MSIG.
C.C. 0914940812
FECHA: 15 DE SEPTIEMBRE 2021



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 17 de septiembre del 2021

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”, Autor la estudiante TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**IVAN
LEONEL
ACOSTA
GUZMAN**

ING. COMP. IVAN LEONEL ACOSTA GUZMAN, MSIG
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C. 0914940812
FECHA: VIERNES 17-SEP-2021



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 23 de septiembre de 2021.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MÉDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”** del estudiante **TUMBACO BRAVO JOSELYN DENISSE**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 28 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**OSWALDO
ORLANDO ARAÚZ
ARROYO**

ING. OSWALDO ARAÚZ ARROYO, MG
C.C:1001964749

FECHA: 23 de septiembre de 2021

Dedicatoria

Este trabajo no sería posible sin el apoyo incondicional de mis padres, mi esposo, mi hermano y de mi hermosa hija, Amy, por ese motivo este proyecto va dedicado a ellos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres, Carlos Tumbaco y Blanca Bravo, mi hermano, Carlin, por siempre estar apoyándome, mi esposo e hija, Wilter y Amy, por darme las fuerzas de seguir y no detenerme, brindándome todo su amor.

A mi segunda familia, Villón Márquez, mis suegros y mis cuñados, por su apoyo.

A mis amigos Ghislayne, Víctor y Steven, a mis compañeros y profesores por su paciencia, enseñanzas y ánimos que me ayudaron a formarme profesionalmente.

A mi profesor, tutor de tesis, ingeniero Iván Acosta que gracias a la forma de enseñar pacientemente este trabajo es posible.

Y por último y no menos importante, la Licenciada Juliana Moncayo que me ayuda brindando información de nutrición para hacer posible este proyecto.

Declaración de Autoría

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio de este a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Tumbaco Bravo Joselyn Denisse
C.C. 0951803915

Índice general

| N° | Descripción | Pág. |
|----|--------------|------|
| | Introducción | 1 |

Capítulo I

El problema

| N° | Descripción | Pág. |
|--------|------------------------------|------|
| 1. | El problema | 3 |
| 1.1. | Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2. | Formulación del problema | 3 |
| 1.3. | Sistematización del problema | 4 |
| 1.4. | Objetivos | 4 |
| 1.4.1. | Objetivo general. | 4 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos. | 4 |
| 1.5. | Justificación | 4 |
| 1.6. | Delimitación del problema | 5 |
| 1.7. | Alcance | 5 |
| 1.8. | Premisas de investigación | 6 |
| 1.9. | Operacionalización | 6 |
| 1.9.1. | Variable independiente | 6 |
| 1.9.2. | Variable dependiente | 6 |

Capítulo II

Marco teórico

| N° | Descripción | Pág. |
|--------|---|------|
| 2. | Marco teórico | 8 |
| 2.1. | Antecedentes del estudio | 8 |
| 2.2. | Fundamentación teórica | 10 |
| 2.2.1. | Nutrimientos | 10 |
| 2.2.2. | Energía | 10 |
| 2.2.3. | Elementos fundamentales en el cálculo de dietas | 11 |
| 2.2.4. | Índice de masa corporal (IMC) | 15 |
| 2.2.5. | Orígenes de la inteligencia artificial | 16 |
| 2.2.6. | Inteligencia Artificial | 18 |
| 2.2.7. | Aprendizaje automático (Machine Learning) | 19 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.2.8. | Deep learning | 19 |
| 2.2.9. | Tipos de Aprendizaje | 19 |
| 2.2.10. | Algoritmos de aprendizaje supervisado | 20 |
| 2.2.11. | Redes Neuronales Artificiales | 21 |
| 2.2.12. | Matriz de Confusión | 26 |
| 2.2.13. | Herramientas y lenguaje empleados en la Inteligencia artificial | 28 |
| 2.3. | Fundamentación social | 38 |
| 2.4. | Fundamento legal | 38 |
| 2.4.1. | Constitución del Ecuador-Título II. Derechos | 38 |
| 2.4.2. | Ley Orgánica de salud | 39 |
| 2.5. | Definiciones conceptuales | 40 |
| 2.5.1. | Índice de masa corporal | 40 |
| 2.5.2. | Morbilidades asociadas | 40 |
| 2.5.3. | Entorno de ejecución | 40 |

Capítulo III

Propuesta

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| 3. | Metodología | 41 |
| 3.1. | Propuesta tecnológica | 41 |
| 3.1.1. | Descripción del proceso metodológico | 41 |
| 3.2. | Tipos de investigación | 41 |
| 3.2.1. | Investigación exploratoria. | 42 |
| 3.3. | Metodología de investigación | 43 |
| 3.3.1. | Metodología Bibliográfica | 43 |
| 3.3.2. | Metodología Cualitativa | 44 |
| 3.3.3. | Metodología Cuantitativa | 45 |
| 3.3.4. | Metodología Mixta | 45 |
| 3.4. | Técnicas de investigación | 46 |
| 3.4.1 | Encuesta | 46 |
| 3.4.2 | Entrevista | 46 |
| 3.4.3 | Problemas en la recolección de datos | 46 |
| 3.5. | Descripción del procedimiento metodológico | 47 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.5.1. | Población | 47 |
| 3.5.2. | Muestra | 47 |
| 3.5.3. | Análisis de las Encuestas | 48 |
| 3.5.4. | Resumen de la entrevista | 64 |
| 3.6. | Construcción del modelo de Machine Learning | 64 |
| 3.6.1. | Importación de datos | 67 |
| 3.6.2. | Tratamientos de datos | 69 |
| 3.7. | Conclusiones | 74 |
| 3.8. | Recomendaciones | 77 |
| | Anexos | 78 |
| | Referencia bibliográfica | 86 |

Índice de tablas

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| 1 | Delimitación del problema | 5 |
| 2 | Operacionalización | 7 |
| 3 | Coeficiente AF para hombres entre 9 y 18 años de edad | 11 |
| 4 | Coeficiente AF para mujeres entre 9 y 18 años de edad | 11 |
| 5 | Coeficiente para hombres mayores de 19 años de edad | 12 |
| 6 | Coeficiente para mujeres mayores de 19 años de edad | 12 |
| 7 | Coeficiente AF para hombres mayores de 19 años con peso normal y sobrepeso | 14 |
| 8 | Coeficiente AF para mujeres mayores de 19 años con peso normal y sobrepeso | 14 |
| 9 | Coeficiente AF para menores de 3 a 18 años de sexo masculino | 15 |
| 10 | Coeficiente AF para menores de 3 a 18 años de edad de sexo femenino | 15 |
| 11 | Clasificación de índice de masa corporal | 16 |
| 12 | Tabla de Funciones | 24 |
| 13 | Características de C | 30 |
| 14 | Características de Python | 30 |
| 15 | Características de Java | 31 |
| 16 | Característica de C++ | 31 |
| 17 | Características de Spyder | 33 |
| 18 | Características de Jupyter | 33 |
| 19 | Características de PyCharm | 34 |
| 20 | Característica de Visual Studio Code | 34 |
| 21 | Google Colab | 35 |
| 22 | Planes de Watson Studio | 35 |
| 23 | Género | 48 |
| 24 | Edad | 49 |
| 25 | Residentes del sector de Bastión popular por bloques | 50 |
| 26 | Residentes del sector de Bastión popular por manzana | 51 |
| 27 | Seguro médico | 52 |

| | | |
|----|--|----|
| 28 | Comidas consumidas al día | 53 |
| 29 | Centros médicos recurrentes | 54 |
| 30 | Comidas rápidas consumidas por semana | 55 |
| 31 | Control de calorías a consumir | 56 |
| 32 | Ejercicios por semanas | 57 |
| 33 | Prescripción de dieta por un médico | 58 |
| 34 | Tiempo de consulta médica | 59 |
| 35 | Tiempo considerado en una consulta médica | 60 |
| 36 | Costo promedio de consulta de un nutricionista | 61 |
| 37 | Importancia de herramientas tecnológicas para apoyo de médicos nutricionistas | 62 |
| 38 | Costo promedio de consulta de un nutricionista dispuesto a pagar | 63 |
| 39 | Modelo Machine Learning | 64 |
| 40 | Función de las librerías | 66 |
| 41 | Entrenamiento del algoritmo | 72 |
| 42 | Predicción | 73 |
| 43 | IMC | 74 |

Índice de figuras

| Nº | Descripción | Pág. |
|-----------|--|-------------|
| 1 | Fundamentales de la inteligencia artificial | 8 |
| 2 | Investigación directa | 19 |
| 3 | Modelo sencillo de red neuronal | 22 |
| 4 | Estructura Perceptrón Multicapa | 22 |
| 5 | Matriz de confusión y sus métricas | 26 |
| 6 | Matriz de confusión y sus métricas | 27 |
| 7 | Matriz de confusión y sus métricas | 28 |
| 8 | Proceso para Machine learning | 28 |
| 9 | Índice de la comunidad de programación TIOBE | 29 |
| 10 | Control por computador basado en C++ | 32 |
| 11 | Azure Machine Learning | 37 |
| 12 | Aprendizaje automático y análisis automatización | 37 |
| 13 | Información tomada de Diseños de investigación | 42 |
| 14 | Información tomada de Diseños de investigación | 43 |
| 15 | Información obtenida de Metodología de la investigación p.7 | 44 |
| 16 | Información obtenida de Metodología de la investigación p.5 | 45 |
| 17 | Información obtenida de Metodología de la investigación p.535 | 45 |
| 18 | Género de los encuestados | 48 |
| 19 | Edad de los encuestados | 49 |
| 20 | Residentes del sector de Bastión popular por bloques | 50 |
| 21 | Residentes del sector de Bastión popular por manzana | 51 |
| 22 | Seguro médico | 52 |
| 23 | Comidas consumidas al día | 53 |
| 24 | Centros médicos recurrentes | 54 |
| 25 | Comidas rápidas consumidas por semana | 55 |
| 26 | Control de calorías a consumir | 56 |
| 27 | Ejercicios por semanas | 57 |
| 28 | Prescripción de dieta por un médico | 58 |
| 29 | Tiempo de consulta médica | 59 |
| 30 | Tiempo considerado en una consulta médica. | 60 |

| | | |
|----|---|----|
| 31 | Costo promedio de consulta de un nutricionista | 61 |
| 32 | Importancia de herramientas tecnológicas para apoyo de médicos nutricionistas | 62 |
| 33 | Costo promedio de consulta de un nutricionista dispuesto a pagar | 63 |
| 34 | Importación de datos | 67 |
| 35 | Importación de datos | 68 |
| 36 | Importación de librerías Panda | 68 |
| 37 | Tratamiento de datos | 69 |
| 38 | Tratamiento de datos | 69 |
| 39 | Variables sex y hgt | 70 |
| 40 | Outliers ajustados | 70 |
| 41 | Predicción | 73 |
| 42 | IMC | 74 |

Anexos

| N° | Descripción | Pág. |
|-----------|---|-------------|
| 1. | Entrevista realizada a las licenciadas | 79 |
| 2. | Modelo de la encuesta realizada a los moradores del sector de Bastión popular | 83 |



**ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”

Autor: Joselyn Denisse Tumbaco Bravo

Tutor: Ing. Comp. Iván Acosta Guzmán. MSIG.

Resumen

El actual proyecto presentado surgió debido a problemas de salud que presentaba los residentes de la cooperativa Bastión Popular, estos problemas de salud provinieron de la mala alimentación que llevaban debido a la falta de información de una dieta saludable ya que no cuentan económicamente para ir donde un médico nutricionistas que les pueda prescribir una dieta saludable.

Para un médico nutricionista prescribir la dieta adecuada para los pacientes debe considerar varios factores, lo cual implica tener muy en cuenta a la hora de diagnosticar una dieta. Por esta razón, este trabajo de titulación desarrolla un sistema de asesoramiento para médicos nutricionistas en el cual se realizó por medio de la utilización una red neuronal de esta manera el sistema ayudará al médico nutricionista a tener una prescripción más rápida, y así poder ayudar a los residentes de la cooperativa Bastión Popular.

La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto es la investigación exploratoria y mixta la cual el medico nutricionista nos brindara información de cómo obtienen diferentes factores a la hora de diagnosticar.

Palabras claves: Aplicación web, nutrición, alimentación, red neuronal.



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



**“ANALYSIS AND DESIGN OF AN ADVISORY SYSTEM FOR NUTRITIONIST
PHYSICIANS OF THE BASTIÓN POPULAR BLOCK 10 A COOPERATIVE
USING A NEURONAL NETWORK PRIOR TO ISSUING NUTRITIONAL
PRESCRIPTIONS”**

Author: Joselyn Denisse Tumbaco Bravo

Advisor: Iván Acosta Guzmán. MSIG, Engineer

Abstract

The current project presented arose due to health problems presented by the residents of the cooperative Bastion Popular, this health problems came from the poor diet they had due to lack of information on a healthy diet because they do not have the financial means to go to a nutritionist doctor who can prescribe them a healthy diet.

For a medical nutritionist to prescribe the right diet for patients must consider several factors, which must be taken into account when diagnosing a diet. For this reason, this degree work develops a counseling system for nutritionist doctors in which it will be done through a neural network in this way will help the nutritionist doctor to have a more detailed prescription, and thus be able to help the residents of the cooperative Bastion Popular with an affordable price.

The methodology used for the development of this project is exploratory and mixed research in which the nutritionist doctor will provide us with information on how different factors are obtained at the time of diagnosis.

Keywords: Web application, nutrition, food, neural network.

Introducción

Durante la pandemia 2019-2021 muchas personas a nivel mundial han sufrido grandes pérdidas; familiares, amigos, trabajo, salud a causa del virus, covid-19. Los que han perdido el trabajo por motivo de recorte de personal o por x motivos han tenido que ingeniarse para poder conseguir el alimento diariamente, esto ha tenido un rumbo no grato ya que muchas personas han descuidado su alimentación, según (Zambrano, 2021) a causa de la pandemia, se inculco al teletrabajo, a la teleducación y otras causas que promueve el sedentarismo provocando una situación negativa, una de estas situaciones conlleva que la persona opte por digerir alimentos con exceso de azúcar, grasas y pocos nutrientes, ya que estos alimentos se prepara de una manera sencilla o se compra de una manera más rápida.

Antes de la pandemia, el 50% de los ecuatorianos no consumían una dieta rica en nutrientes, teniendo en cuenta que esta se encuentra basada en lácteos, proteínas, legumbres, frutas, hortalizas, granos y micronutrientes. Estos consumían productos que solo saciaban el hambre, pero no aportan positivamente a la salud. Según el PMA (programa mundial de alimentos), la comida rápida y la comida que tiene diferentes tipos de procesamientos (comida procesada) ha logrado triunfar contra los alimentos nutritivos por motivo de que su preparación es sencilla además de fácil de conseguir a un precio accesible. (Machado, 2019)

Sin embargo, esto no es solo debido al precio accesible, sino también por falta de conocimiento nutricional, en un reportaje del telégrafo por la conmemoración del día mundial de alimentación, la nutricionista Paola Jaramillo menciona que los hábitos alimenticios erróneos es el principio de considerables enfermedades que pueden causar daños graves a nuestra salud. Además de la carencia de enseñanza nutricional en conocer en el alimento sus propiedades y nutrientes. (EL TELÉGRAFO, 2020)

La cooperativa Bastión Popular bloque 10 A, ubicado al noroeste de la ciudad de Guayaquil, Ecuador, no son la excepción, la mayoría de los residentes no cuentan con un sueldo mayor al básico, otros son emprendedores y algunos tuvieron que cerrar los negocios porque no pudieron adaptarse a la modalidad online, otros eran trabajadores ambulantes, albañiles que recibieron notificación de suspensión de obras por la cuarentena por estas razones muchas personas no tenían para comer lo suficiente, y comían lo que les llegaba alcanzar el presupuesto, optaban con la comida rápida y a veces solo con 1 comida diaria lo cual esto a larga traería consecuencias.

A finales del 2020 poco a poco las personas se llegaron adaptar a la nueva normalidad, los residentes de la cooperativa recuperaron en cierto grado la estabilidad económica, y psicológica. Sin embargo, según Jackson Torres, viceministro de producción, señaló que

será muy difícil rescatar la economía en dicho año (Orozo, 2020). Y por ello los hábitos de alimentación inadecuado persisten en ellos, por ese motivo el presente proyecto busca proveer una herramienta de apoyo a los médicos de esta cooperativa con miras a ayudar a reducir los problemas de salud a futuro, en el cual una la alimentación inadecuada podría empeorar su situación o en el peor caso la muerte.

El presente proyecto busca proveer al médico profesional de una herramienta que ayuda al médico con especialización de nutrición, para lo cual se realizara el levantamiento de información referente a cuantas calorías deben consumir, y esto se obtiene debido a que se conoce en que es escala del IMC (índice de masa corporal) encuentra; teniendo como factores, edad, sexo, talla, peso, actividad física. Estos factores se los puede obtener sencillamente pidiendo la información al paciente y con una balanza la cual nos brindará esta información, información que servirá para le entrenamiento de la red neuronal que perita inferir dietas recomendadas para futuros pacientes.

El proyecto de investigación se encuentra desarrollado por el capítulo I, II, III que consiste en lo siguientes componentes:

Capítulo I: incluye planteamiento del problema, Formulación del problema y sistematización del problema, Objetivos de la investigación (General y Específicos), Justificación, Delimitación, Hipótesis o Premisas de investigación y su Operacionalización.

Capítulo II: abarca antecedentes de la investigación, Marco teórico, Marco contextual, Marco conceptual, Marco legal, entre otros.

Capítulo III: contiene aspectos metodológicos empleados en el desarrollo del trabajo de titulación, desarrollo de la propuesta de la investigación.

Capítulo I

El problema

1.1 Planteamiento del problema

En la Cooperativa Bastión Popular bloque 10 A, los moradores llevan una nutrición inadecuada, el cual esto ha causado que conlleve a problemas de salud tales como la diabetes, obesidad, hipertensión, anemia, enfermedades cardiovasculares entre otras enfermedades crónicas debido a una alimentación de baja calidad y sobrealimentación. (UNICEF, 2019)

Los residentes de la Cooperativa Bastión Popular bloque 10 A llevan una nutrición inadecuada debido a la falta de información de las cantidades de calorías que el cuerpo debe consumir diariamente para gozar de una salud adecuada, además de una rutina de actividad física. Sin embargo, existe la mentalidad popular que ir a un nutricionista no es esencial y que la dieta no equilibrada a la cual se está acostumbrado a consumir es correcta, pero no es así, por esa razón se debe ir a un médico nutricionista, para que haya una buena guía en los alimentos y las raciones que se deba consumir.

Los médicos nutricionistas para emitir una dieta equilibrada y personalizada deben considerar varios factores del paciente, tales como peso, género, edad, estatura, porcentaje de grasa, porcentaje de musculo y actividad física. Luego de tener estos se necesita catalogar paciente, ya sea por bajo peso, peso adecuado, sobrepeso I, II, obesidad tipo I, II, III (mórbida), IV (extrema) (Alberto Cardozo et al., 2017), para así poder diagnosticar una dieta adecuado y equilibrada al paciente, en este caso serían los residentes de la cooperativa Bastión Popular bloque 10 A.

En las consultas, los médicos nutricionistas de la cooperativa Bastión popular bloque 10 A no cuentan con un sistema informático que les ayude a prescribir las calorías adecuadas para el consumo de los pacientes, en condiciones normales el medico realiza una serie cálculos para poder establecer las porciones adecuadas de los vegetales, proteínas, frutas que deberá consumir y cuales no debería consumir, tal como un asesor nutricional basado en software el especialista podrá trabajar de forma rápida y precisa, ayudándose ahorrar tiempo que podrá guiarlo a ayudar a otros pacientes del sector.

1.2 Formulación del problema

¿El sistema de asesoramiento nutricional ayudará a los médicos nutricionistas a prescribir las calorías adecuadas de manera rápida con los diferentes factores que presenten los residentes de la cooperativa de Bastión Popular Bloque 10 A?

1.3 Sistematización del problema

Posteriormente se mostrará la sistematización del problema:

¿Cuál es el problema que presentan los médicos nutricionistas de los habitantes de la cooperativa Bastión Popular bloque 10 A, al momento de prescribir las calorías adecuadas?

¿Cómo determinar los factores fundamentales al momento de una prescripción nutricional para el medico nutricionista?

¿Cuáles son los métodos que utilizan los médicos nutricionistas para el proceso de catalogar a un paciente por su peso y así poder prescribirle una dieta?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar y diseñar un sistema de asesoramiento para los médicos nutricionistas de los residentes de la cooperativa Bastión Popular Bloque 10 A, usando algoritmos de Inteligencia Artificial.

1.4.2 Objetivos Específico

- Analizar y estudiar los tipos de algoritmos existentes para la creación de un módulo de inteligencia artificial.
- Analizar diferentes herramientas empleadas para la construcción del módulo de Inteligencia Artificial.
- Presentar el funcionamiento de módulos de aprendizajes automatizados incluido el de red neuronal, comparando la efectividad de los mismos.

1.5 Justificación

Entre los ámbitos de nutrición e inteligencia artificial (IA), hay mayor probabilidad que el doctor prescriba una dieta adecuada y de manera rápida al paciente, ya que catalogándolo de sin realizar ningún cálculo la red neuronal aprenda y de su predicción, analizando los parámetros del paciente, tales como el peso, edad, estatura, sexo, que se encuentra en la base de datos proporcionada, el cual el sistema busque y muestre la combinación de estos parámetros y así prescriba en que rango del IMC que se encuentre el paciente. Y así el medico reafirma o corrige y/o mejora su prescripción, teniendo así un asesor virtual.

1.6 Delimitación del problema

En la siguiente Tabla 1 se retrata el campo, área y aspecto del tema que se efectuará en el presente proyecto.

Tabla 1 Delimitación del problema

| | |
|----------------|---|
| Campo | Aplicación de tecnología de la información |
| Área | Tecnología de los ordenadores |
| Aspecto | Asesoramiento nutricional por medio de red neuronal |
| Tema | Análisis y diseño de un sistema de asesoramiento por médicos nutricionistas de la cooperativa bastión popular bloque 10 A usando una red neuronal previo a emitir las prescripciones nutricionales. |

Elaborado por: Tumbaco Bravo Joselyn

La ejecución del sistema de asesoramiento nutricional favorecerá a los médicos nutricionistas a elaborar a un diagnóstico adecuado y preciso al paciente, el cual ayudará a mejorar la dieta que recomendará el medico de una manera específica al paciente.

El sistema de asesoramiento nutricional será creado mediante la herramienta de Python.

1.7 Alcance

Para el desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo a través de investigación, entrevistas a médicos nutricionistas para el diseño, se creó una base de datos para almacenar los sets de entrenamientos, set de pruebas necesarios para el entrenamiento de la red neuronal utilizando lenguaje de programación Python.

Se realizó el levantamiento de datos mediante entrevistas a los médicos nutricionistas para obtener información de cómo ellos trabajan en el momento de prescribir una dieta adecuada teniendo en cuenta las calorías diarias por persona.

El sistema de asesoramiento nutricional muestra al paciente de en qué rango es catalogado por bajo peso, peso adecuado, sobrepeso I, II, obesidad tipo I, II, III (mórbida), IV (extrema) siendo así una ayuda para el médico tratante, teniendo en cuenta parámetros que tal vez no haya recordado en el momento de la prescripción al paciente sin embargo el

sistema no proporcionara información como cuantas porciones de alimentos debería consumir o alimentos que no debería consumir, ya que esto lo debe prescribir un profesional de la salud. Además, este sistema está diseñado para ser un apoyo de nutricionistas de personas jóvenes y adultos mayores de 19 años.

1.8 Premisa de la investigación

El diseño de un sistema de asesoramiento para médicos nutricionistas de la cooperativa Bastión Popular bloque 10 A usando una red neuronal contribuirá a emitir las prescripciones nutricionales de manera precisa y rápida en la cual brindará una mejor atención a los pacientes de cooperativa.

1.9 Operacionalización

Los médicos nutricionistas de la cooperativa Bastión popular bloque 10 A no cuentan con un sistema en el cual ayude agilizar el diagnóstico de manera adecuada, tales como el cálculo de las calorías de cada paciente además de catalogar el peso, tomando tiempo en el cual podría ayudar a otros pacientes a ser atendidos, de esto se llegó a realizar un sistema el cual ayude a los médicos nutricionistas y de la misma manera ayudar a los residentes de la cooperativa favoreciendo su salud.

1.9.1 Variable Independiente:

En el actual trabajo de investigación se encontró 1 variables independientes el actual se describe posteriormente:

- Aumento de peso corporal.

1.9.2 Variable dependiente:

- Salud Física.

Tabla 2 Operacionalización

| VARIABLES | DIMENSIÓN | INDICADORES | TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS |
|---|---|---|--|
| INDEPENDIENTE: Peso corporal | <ul style="list-style-type: none"> • Grado de obesidad. | <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de grasa corporal. • Índice de masa corporal. • Altura. | <ul style="list-style-type: none"> • Bascula de grasa corporal. • Cinta de medir. |
| DEPENDIENTE: •Salud Física. | <ul style="list-style-type: none"> • Dieta saludable y equilibrada | <ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento energético estimado. • Actividad física. • Gasto energético total | <ul style="list-style-type: none"> • Calcular mediante fórmulas para el REE y IMC. • Encuestas |

Elaborado por: Tumbaco Bravo Joselyn

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes del estudio

La inteligencia artificial cubre una gran parte de la informática, sin mencionar todas estas ramas, cada rama tiene un trabajo diferente. En los que a ello se respecta, Inteligencia Artificial (IA), se focaliza en lograr asimilar una comprensión de las entidades inteligentes. (Serna, 2017, p.162).

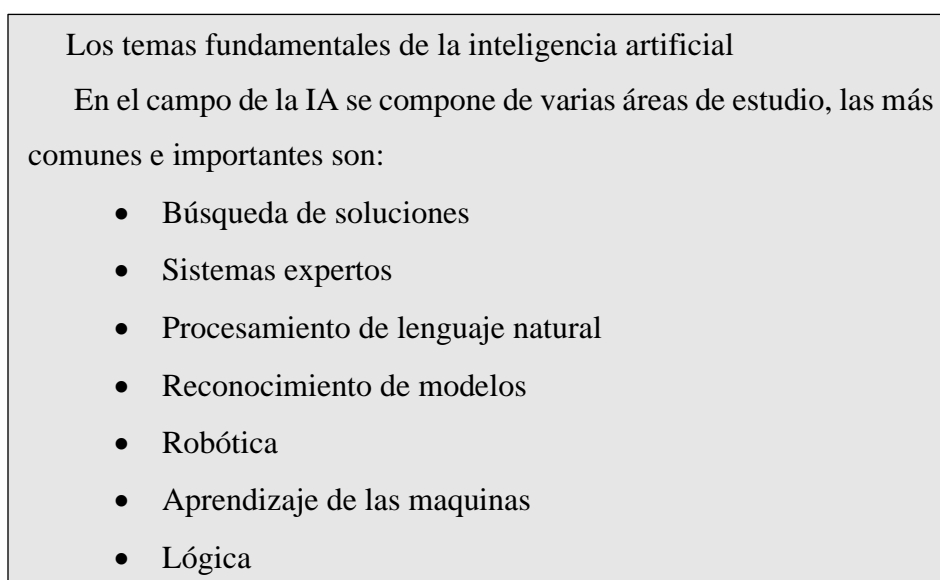


Figura 1. Fundamentales de la inteligencia artificial. Información adaptada de DESARROLLO E INNOVACION EN INGENIERÍA (p.162) por Serna, 2017, IAI.

En la informática, se ha llevado a cabo avances en la cual se aspira que un computador encuentre la forma de solucionar problemas de manera semejante a las del cerebro humano. (Serna, 2017, p.173).

Según González, Estrada & Febles (2018) la aplicación de la tecnología de inteligencia artificial en el diagnóstico de enfermedades, son utilizadas en investigaciones complejas para el alcance de un grado reconocido de certeza. En estos resultados obtenidos con respecto a la identificación de resultados específicos de enfermedad, las aplicaciones han sido de resultado ventajosas gracias a la sencillez en estudios de los sistemas que pueden aprender y mejorar diferentes conjuntos de datos en el proceso de clasificación y predicción de enfermedades.

La IA es un campo de conocimiento donde se fusionan diferentes tecnologías, diseñado para realizar tareas como el diagnóstico médico, los estudios que han mostrado eficacia son: las redes neuronales artificiales, razonamiento basado en casos y las redes bayesianas.

El razonamiento basado en casos se ha empleado satisfactoriamente en el diagnóstico médico asistido, esto está basado en el paradigma de “resolución de problemas”, definido cuando un problema nuevo se resuelve mediante casos similares del pasado.

Las redes bayesianas realizan el cálculo de probabilidad de un suceso con algún atributo corresponda a una categoría. Estas redes han sido usadas para predicción de recaída de alguna enfermedad o riesgo de cáncer.

Las redes neuronales artificiales suelen ser entrenadas de manera profunda con cientos de capas y millones de parámetros y se las ajustan para encontrar redes de un buen rendimiento fuera de las nuestras.(Nakkiran, Kaplun, Dimitris, Edelman & Zhang, 2019).

El uso de las redes neuronales en ámbito de la medicina es numeroso y en distintas ramas de la medicina. Según Vega (2016) las redes neuronales artificiales han sido aplicadas en lo siguiente:

- Diagnóstico: encontrar cáncer y patologías cardíacas por medio de señales obtenidas por el médico. Aparentemente no toma importancia por la fatiga, situaciones hostiles de trabajo, y estado de ánimo emplear las redes neuronales artificiales
- Analítica: favorece en los exámenes de orina, sangre, nivel de la glucosa en la sangre y la manera de hallar condiciones patológicas por medio de un análisis de sangre.
- Imágenes: se ha empleado de manera exitosa la lectura y comprensión de la radiografía por medio de las redes neuronales artificiales.
- Farmacología: Se ha probado desarrollando medicamentos para tratar el cáncer. Además, se han empleado para el desarrollo de formar moléculas.

Estos han sido una de las aplicaciones que han utilizados las RNAs para el uso en medicina, además hay un software que implementando las RNAs, en el ámbito de nutrición, este software predice dietas nutritivas además toma de datos bioquímicos el cual por medio de la RNAs da como salida el diagnóstico de enfermedades.

El funcionamiento del software, UDDIET, es en entrenar a un grupo predefinido de entradas/salidas dando ejemplos, tratando un ciclo propagación-adaptación, teniendo como primera fase la cual emplea un patrón de entrada como incitación a fin de la primera capa

de RNAs, se propaga por todas las capas principales hasta crear una salida. (Basto, Tarapue y Rodriguez, 2005)

El software se ajusta de acuerdo a las necesidades nutricionales entre 18 y 75 años, para adaptarse a las enfermedades antes mencionadas, adaptándose a 9 tipos de comida colombiana. (Basto et al, 2005)

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1 Nutrimientos

También conocido como nutrientes, son sustancias químicas que abarcan y contribuye los alimentos, el cual ayuda a cubrir las peticiones del organismo esto permite el desarrollo, conservación o daños de tejidos. (Ascencio, 2017)

2.2.2 Energía

La energía no es un nutriente, se adquiere tras a utilizar los macronutrientes por las células. Por tanto, todos los alimentos dependen de los nutrientes que contienen. Es decir, aportan energía o calorías en poca o mucha cantidad. El organismo gasta calorías cuando está en reposo en el mantenimiento de temperatura y funciones fundamentales tales como respirar, circulación de sangre, digestión entre otras. En la niñez cuando está en desarrollo el cuerpo, en moverse, dependiendo de las actividades físicas se necesitará más o menos calorías o aporte de energías. (Martínez y Pedrón, 2016).

2.2.2.1 Balance de energía

Se manifiesta al adquirir o perder de un organismo neta energía, dando efecto la comparación entre la entrada de energía y la salida de energía, esto representa el gasto energético. (Días, 2009)

2.2.2.2 Requerimientos energéticos estimados (REE)

Se expresa como el consumo de energía y nutrientes precisos a fin de conservar el balance energético en una persona adulta sana por medio de la edad, estatura, sexo, actividad física y peso. (Oliveira, 2016)

Los valores del requerimiento energético estimado ejercen con el fin de conservar una persona con un estado saludable (Ascencio, 2017)

Sin embargo, el concepto de REE no puede sobreponer a las personas con sobrepeso y obesa por el motivo que no posee con un peso saludable, recomendando la reducción de la ingesta energética hasta bajo del gasto energético total (GET). (Oliveira, 2016)

2.2.3 Elementos fundamentales en el cálculo de dietas

Según Ascencio (2017) para el cálculo del requerimiento energético estimado (REE) se utiliza las siguientes formulas teniendo en cuenta las siguientes tablas de actividad física (AF) correspondiente a cada persona ya sea por su edad, estado, o físico:

Para menores de sexo masculino con edades de 9 a 18 años.

$$REE = 88.5 - 61.9 \times edad \text{ (años)} + AF \times (26.7 \times peso \text{ (kg)} + 903 \times talla \text{ (m)}) + 25(kcal \text{ de deposito de energía})$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 3 Tabla del coeficiente AF para hombres entre 9 y 18 años de edad.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.13 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.26 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.42 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Para menores de sexo femenino con edades de 9 a 18 años.

$$REE = 135.3 - 30.8 \times edad \text{ (años)} + AF \times (10 \times peso \text{ (kg)} + 934 \times talla \text{ (m)}) + 25(kcal \text{ de deposito de energía})$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 4 Tabla del coeficiente AF para mujeres entre 9 y 18 años de edad.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.16 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.31 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.56 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Sexo masculino con edades de 19 años en adelante

$$REE = 662 - 9.53 \times edad \text{ (años)} + AF \times (15.91 \times peso \text{ (kg)} + 539.6 \times altura \text{ (m)})$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 5 Tabla del coeficiente para hombres mayores de 19 años de edad.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.11 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.25 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.48 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Sexo femenino con edades de 19 años en adelante

$$REE = 354 - 61.9 \times \text{edad (años)} + AF \times (9.36 \times \text{peso (kg)} + 726 \times \text{altura (m)})$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 6 Tabla del coeficiente para mujeres mayores de 19 años de edad.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.12 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.27 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.54 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Sexo femenino en estado de gestación de 14 a 18 años de edad.

$$REE = REE \text{ del adolescente} + \text{energía de depósito para el embarazo.}$$

Primer trimestre:

$$REE \text{ del adolescente} + 0 \text{ (energía de depósito para el embarazo)}$$

Segundo trimestre:

$$REE \text{ del adolescente} + 160 \text{ kcal} \left(8 \frac{\text{kcal}}{\text{sem}} \times 20 \text{ sem} \right) + 180 \text{ kcal}$$

Tercer trimestre:

$$REE \text{ del adolescente} + 272 \text{ kcal} \left(8 \frac{\text{kcal}}{\text{sem}} \times 34 \text{ sem} \right) + 180 \text{ kcal}$$

Sexo femenino en estado de gestación de 19 a 50 años de edad.

$$REE = REE \text{ del adulto} + \text{energía de depósito para el embarazo.}$$

Primer trimestre:

REE del adulto + 0 (energía de depósito para el embarazo)

Segundo trimestre:

REE del adulto + 160 kcal $\left(8 \frac{\text{kcal}}{\text{sem}} \times 20 \text{ sem}\right) + 180 \text{ kcal}$

Tercer trimestre:

REE del adulto + 272 kcal $\left(8 \frac{\text{kcal}}{\text{sem}} \times 34 \text{ sem}\right) + 180 \text{ kcal}$

Sexo femenino amamantando de 14 a 18 años de edad

REE = REE de la adolescencia + energía para producir leche – pérdida de peso

Primer semestre:

REE = REE de la adolescente + 500 – 170(energía para producir leche – pérdida de peso)

Segundo semestre:

REE = REE de la adolescente + 400 – 0(energía para producir leche – pérdida de peso)

REE de la adolescente + 400 - 0 (energía para producir leche – pérdida de peso)

Sexo femenino amamantando de 19 a 50 años de edad

REE = REE del adulto + energía para producir leche – pérdida de peso

Primer semestre:

REE = REE del adulto + 500 – 170(energía para producir leche – pérdida de peso)

Segundo semestre:

REE = REE del adulto + 400 – 0(energía para producir leche – pérdida de peso)

Los siguientes cálculos muestran con mayor precisión para el manejo del pronóstico de los requerimientos energéticos para las personas con un peso normal o con sobrepeso u obesidad.

Sexo masculino con peso normal y con sobrepeso u obesidad con edades de 19 años en adelante

GET = 864 – 9.72 x edad (años) + AF x (14.2 x peso (kg) + 503 x altura (m))

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 7 Tabla del coeficiente AF para hombres mayores de 19 años con peso normal y sobrepeso.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.12 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.27 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.54 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Sexo femenino con peso normal y con sobrepeso u obesidad con edades de 19 años en adelante

$$GET = 387 - 7.31 \times \text{edad (años)} + AF \times (10.9 \times \text{peso (kg)} + 660.7 \times \text{altura (m)})$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla del coeficiente AF:

Tabla 8 Tabla del coeficiente AF para mujeres mayores de 19 años con peso normal y sobrepeso.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | $\geq 1.0 < 1.4$ | Sedentario |
| 1.12 | $\geq 1.4 < 1.6$ | Poco activo |
| 1.27 | $\geq 1.6 < 1.9$ | Activo |
| 1.45 | $\geq 1.9 < 2.5$ | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

En niños según Ascencio (2017) no es recomendable la pérdida de peso de forma rápida por motivo de que puede limitar el ritmo de su crecimiento. Sin embargo, en un estudio reciente con expertos en pediatría aportaron que, en niños con edades mayores de dos años, teniendo un índice de masa corporal (IMC) entre los percentiles 85 a 95, se debe mantener el peso del menor.

Asimismo, los niños con edades mayores de siete años con un IMC en percentil 95 o mayor, o entre 85 a 95 con morbilidades asociadas que tendrían una mejor con la pérdida de peso, lo recomendable es una pérdida de peso de 0.450 kg/mes. A fin de conseguir esta pérdida (15g/día), se necesita la producción de un déficit de energía corporal de 108 kcal/día, teniendo en cuenta la cantidad de energía de la pérdida de peso que tiene un promedio de 7.2kcal/g, 75% de grasa 0.25 kcal/g y 25% de masa libre de grasa (MLB) con 1 kcal/gramo.

GET para el mantenimiento del peso en menores de 3 a 18 años de edad del sexo masculino.

$$GET = -114 a 50.9 \times edad \text{ (años)} + AF \times (19.5 \times peso \text{ (kg)}) + 1161.4 \times altura \text{ (m)}$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla de AF siendo el coeficiente de actividad física:

Tabla 9 Tabla del coeficiente AF para menores de 3 a 18 años de sexo masculino.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | 1.0 - 1.4 | Sedentario |
| 1.12 | 1.4 - 1.6 | Poco activo |
| 1.27 | 1.6 - 1.9 | Activo |
| 1.45 | 1.9 - 2.5 | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

GET para el mantenimiento del peso en menores de 3 a 18 años de edad del sexo femenino.

$$GET = 389 a 41.2 \times edad \text{ (años)} + AF \times (15 \times peso \text{ (kg)}) + 701.6 \times altura \text{ (m)}$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla de AF siendo el coeficiente de actividad física:

Tabla 10 Tabla del coeficiente AF para menores de 3 a 18 años de edad de sexo femenino.

| Actividad física (AF) | Nivel de actividad física (NAF) | Descripción |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1.00 | 1.0 - 1.4 | Sedentario |
| 1.12 | 1.4 - 1.6 | Poco activo |
| 1.27 | 1.6 - 1.9 | Activo |
| 1.45 | 1.9 - 2.5 | Muy activo |

Información adaptada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.4 Índice de masa corporal (IMC)

El índice de masa corporal es una forma de medir la grasa corporal aceptado por la gran parte de organizaciones de salud además una herramienta en la cual se puede diagnosticar la obesidad. Además, en el 2007 se llega a establecer subcategorías adicionales por la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). En 2009 la Asociación Americana del corazón (AHA) incluyó subcategorías adicionales de obesidad estimando la

pronta expansión de obesidad muy severa. Véase en la tabla 11. (Suaréz-Carmona. Sánchez-Oliver, 2018)

Según la OMS (2000) para obtener el índice de masa corporal (IMC), es el peso en kilogramos sobre el cuadrado de la talla en metros (kg/m^2).

Tabla 11 Clasificación de índice de masa corporal.

| Clasificación del IMC | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|
| OMS 2000 | SEDDO 2007 | AHA 2009 |
| Bajo Peso: <18.5 | Bajo Peso: <18.5 | Bajo Peso: <18.5 |
| Normopeso: 18.5 – 24.9 | Normopeso: 18.5 – 24.9 | Peso normal: 18.5 – 24.9 |
| Sobrepeso: 25.0 – 29.9 | Sobrepeso grado 1: 25.0-26.9 | Sobrepeso: 25.0-29.9 |
| | Sobrepeso grado 2: 27-29.9 | |
| Obesidad grado I: 30.0 – 34.9 | Obesidad tipo I: 30.0 – 34.9 | Obesidad grado I: 30.0 – 34.9 |
| Obesidad grado II: 35.0 – 39.9 | Obesidad tipo II: 35.0 – 39.9 | Obesidad grado II: 35.0 – 39.9 |
| Obesidad grado III: ≥ 40.0 | Obesidad mórbida o tipo III: 40.0 - 49.9 | Obesidad grado III: 40.0 – 49.9 |
| | Obesidad extrema o tipo IV: ≥ 50 | Obesidad grado IV: 50.0-59.9 |
| | | Obesidad grado V: ≥ 60 |

Información tomada de la investigación. Elaborado por Suaréz-Carmona. Sánchez-Oliver

2.2.5 Orígenes de la inteligencia artificial.

Remonta en 300 a.C., Aristóteles con un conjunto de reglas llamado Silogismos, describe el funcionamiento de la mente humana la cual produce conclusiones racionales a partir de premisas.

250 a.C., Ctesibio de Alejandría elaboró la primera máquina autocontrolada, el cual regulaba el paso del agua que modificaba el funcionamiento sin un razonamiento previo. (Agencia B12, 2019)

Para la (National Geographic, 2020) el origen de la inteligencia artificial viene con la siguiente historia:

1854 lógica matemática. George Boole menciona que el razonamiento lógico podría sintetizarse de la manera que se resuelve el sistema de ecuaciones.

1921 la idea del robot. El escrito Karek Apek menciona el término “robot” en la obra de teatro R.U.R., que proviene de la palabra robota, en la lengua eslava significa “trabajo duro”.

1936 concepto de algoritmo. El padre de la computación Alan Turing, publica un artículo de números computables donde introduce el concepto de algoritmo.

1941 Z3. Konrad Zuse crea Z3, el primer computador programable y automática.

1941 leyes de la robótica. Nacieron del relato del escritor de ciencia ficción Isacc Asimov con el cuento “Circulo vicioso” estableciendo 3 leyes:

1. Un robot no hará daño a un ser humano ni permitirá que sufra daño.
2. Un robot debe cumplir las órdenes dadas por el ser humano, a excepción de entrar en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia y que no entre en conflicto con la primera ni segunda ley.

1950 diferencias entre una máquina y ser humano. Alan Turing desarrolla una prueba verbal en donde se evalúa la capacidad de que las maquinas se hagan pasar por humanos, conocido como el “Test de Turing”.

1956 nace el término de inteligencia artificial. El informático John McCarthy menciona por primera vez el término de inteligencia artificial, considerada el germen de la disciplina.

1957 imitan la mente. Frank Rosenblat diseña la primera red neuronal.

1966 ELIZA voz a las computadoras. Desarrollada por Joseph Weizenbaum, primer programa en incorporar el lenguaje humano, enseñaba a las computadoras a no requerir una programación en códigos.

1969 Perceptrones. Marvin Minsky escribe Perceptrones, fundamental para el análisis de las redes neuronales.

1996 Deep Blue. Supercomputadora Deep Blue creada por IBM, venció al campeón del mundo en ajedrez.

2005 máquinas más inteligentes que el ser humano. Raymond Kurzweil predijo que para el 2029 las maquinas alcanzaran un nivel de inteligencia humano.

2012 el poder de Deep learning. Google crea supercomputadora capaz de identificar gatos y cuerpos humanos.

2014 una IA supera el test de Turing. El cual fue capaz de engañar a 30 de 150 jueces, haciendo creer que estaban hablando con un niño ucraniano de 13 años.

2015 AlphaGo. Fue a primera máquina en ganarle a un jugador profesional, Lee Se-Dol de Go.

2.2.6 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) simula procesos del intelecto humano por parte de la máquina, los procesos contienen el aprendizaje, el razonamiento y la autocorrección. (Rouse, 2021).

Según (Torra, 2011) Hay una clasificación según sea el objetivo final de la investigación, las cuales son: Inteligencia artificial fuerte e Inteligencia artificial débil.

La inteligencia artificial débil es considerada con los que pueden aparentar razonar y actuar de manera inteligente. Se considera que no tendrán la posibilidad de fabricar ordenadores conscientes, y que un programa sea “una simulación de proceso cognitivo, pero no un proceso cognitivo en sí”.

La inteligencia artificial fuerte es considerada a ordenadores que llegan a tener una mente, algunos estados mentales y tal vez posiblemente construye una con toda capacidad de la mente humana.

En el momento que Alpha Go de Google Deep Mind’s venció a Lee Se-Dol en el juego Go en el año 2015, la inteligencia artificial, conectada al aprendizaje automático (machine learning), conectado al aprendizaje profundo (Deep learning), se utilizó en los medios para explicar como Google Deep Mind’s ganó a Lee Se-Doo. Pero estos tres términos no son los mismos. A continuación, se muestra la relación que tiene entre ellos. (Admin M2 IESC, 2018)

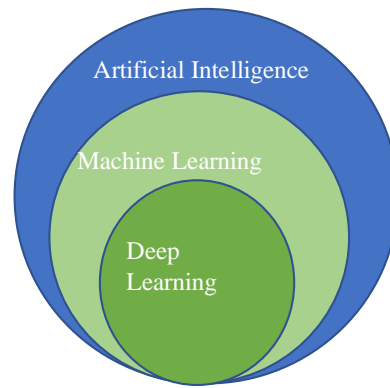


Figura 2. Tomada de la investigación directa. Elaborado por el autor.

2.2.7 Aprendizaje automático (Machine Learning)

Es el conjunto de algoritmos para analizar datos, donde aprenden de ellos para luego determinar o predecir un conjunto de eventos. (Admin M2 IESC, 2018).

Hay tres tipos de algoritmos en lo que es aprendizaje automático: el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado, aprendizaje de refuerzo. (Rouse, 2021).

2.2.8 Deep learning

El deep learning permite que los modelos computacionales de múltiples capas de procesamiento aprendan representaciones de datos con múltiples niveles de abstracción. Esto mejora con el reconocimiento de voz, objetos visuales, detección de objetos y muchos dominios con el descubrimiento de fármacos. El deep learning descubre la estructura de grandes conjuntos de datos mediante un algoritmo de retro propagación. (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015)

2.2.9 Tipos de Aprendizaje

2.2.9.1. Aprendizaje Supervisado.

(Sidey-Gibbons & Sidey-Gibbons, 2019) se refiere a técnicas la cual el modelo se entrena con una serie de entradas o características) que están asociadas a un resultado conocido. En medicina, esto podría representar el entrenamiento de un modelo para relacionar las características de una persona (por ejemplo, la altura, el peso, el hábito de fumar) con un determinado resultado (la aparición de diabetes en un plazo de cinco años, por ejemplo). Una vez que el algoritmo ha sido entrenado con éxito, será capaz de hacer predicciones de resultados cuando se aplique a nuevos datos. Las predicciones que realizan los modelos

entrenados mediante aprendizaje supervisado pueden ser discretas (por ejemplo, positivas o negativas, benignas o malignas) o continuas (por ejemplo, una puntuación de 0 a 100).

2.2.9.2. Aprendizaje No Supervisado.

A diferencia del aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado no implica un resultado predefinido. En el aprendizaje no supervisado, los algoritmos buscan patrones sin ninguna aportación del usuario. Las técnicas no supervisadas son, por tanto, exploratorias y se utilizan para encontrar patrones indefinidos o clusters que se dan en los conjuntos de datos. (Sidey-Gibbons & Sidey-Gibbons, 2019).

2.2.9.3. Aprendizaje Por refuerzo.

Este es muy diferente a los anteriores, este permite al algoritmo aprender de sus errores, al principio los errores serán numerosos, pero si se proporcionan una serie de señales positivas y negativas asociadas a los errores con el tiempo el algoritmo se aprenderá por su cuenta de una manera eficaz. (Agencia B12, 2021)

2.2.10 Algoritmos de aprendizaje supervisado

2.2.10.1. Regresión Lineal

Es una de las técnicas más utilizadas en Machine Learning. Es paramétrica es decir aun antes de observar a los datos, ya se sabe cuántos parámetros se va a necesitar.

Cuando se usa solo una variable X, se va a utilizar 2 parámetros. Siendo la formula la siguiente:

$$y = wx + b$$

Este aprendizaje es encontrar cual es el mejor parámetro (coeficiente) para los datos que poseemos. (Martínez, 2020)

2.2.10.2. Regresión Polinomial

Se refiere a Regresión Polinomial es en averiguar la forma de realizar una ecuación de ajuste de las variables dependientes – independiente de la forma que tenga.

$$y = a + bx + cx^2 + \dots + Nx^n$$

Donde n vendría a ser el grado de polinomio. En otras palabras, se insertan en el modelo de termino polinomiales de las variables independientes incluso alcanzar un superior ajusta a los datos. (Delgado, 2018)

2.2.10.3. *Regresión de soporte vectorial (SVR)*

Son modelos que pueden generar regresiones o clasificaciones de datos no lineales a partir de la conversión de datos de entrada a otros espacios de mayor dimensión. Cuando es regresión, la regresión de soporte vectorial explora hasta encontrar una curva en la que sea capaz de ajustar datos dando como garantía la separación entre está y otros valores específicos de los vectores de soporte (conjunto de entrenamiento) sea la mayor posible. (Delgado, 2018)

2.2.10.4. *Árbol de decisión*

Herramientas de apoyo a la toma de decisiones utilizando modelos similares ´ El objetivo es un árbol de decisiones que evalúa la probabilidad de tomar una decisión. Es correcto la mayor parte del tiempo. Este método puede resolver y Sacar conclusiones lógicas de forma estructurada y sistemática (García, 2019).

2.2.10.5. *Bosque aleatorio*

James et al. (2013), los antes mencionados los árboles de decisiones tienen el defecto de la alta variabilidad, debido a que cuando se dividen en dos partes los datos de entrenamiento de forma aleatoria y el ajuste de un árbol a cada una, da como resultado lo que se obtendría por ser distinto.

2.2.11 Redes Neuronales Artificiales

Las redes neuronales artificiales (RNAs), es un proceso donde se adiestra de la manera que funciona el cerebro humano, de esta manera, poder aparentar y seguir el sistema para entre las variables de acceso y salida, estableciendo una relación no lineal.(Villada, Muñoz y García-Quintero, 2016)

Las redes neuronales artificiales (RNAs) pueden recibir uno o más estímulos de entrada en la cual es capaz de producir una salida de resultado. Las neuronas acoplan las señales de entrada sumando de forma ponderada, la conversión de esta suma da como resultado la respuesta RNAs la cual traslada a otro RNAs como entrada dependiendo de las conexiones entre ellos. (Vega, 2016)

Posteriormente se muestra la neurona de una manera que se pueda visualizar de manera sencilla, para su construcción, con el fin de modelar de manera correcta la conducta general de toda la red.

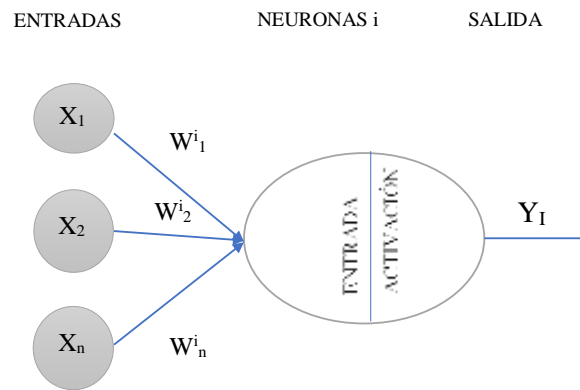


Figura 3. Modelo sencillo de red neuronal. Información tomada de Deep learning: principios y fundamentos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

En la figura 3 se puede observar un esquema básico donde las neuronas se interconectan entre sí, en la red, las neuronas emplean una función determinada a sus entradas (valores) procedentes de las relaciones con las otras neuronas. (Casas, Bosh y Lozano, 2019)

En los RNAs se enlazan los nodos mediante de sinapsis, dicha forma de enlace define la conducta de la red. A continuación una de las estructuras más usadas llamada Perceptrón Multicapa.(Villada et al., 2016).

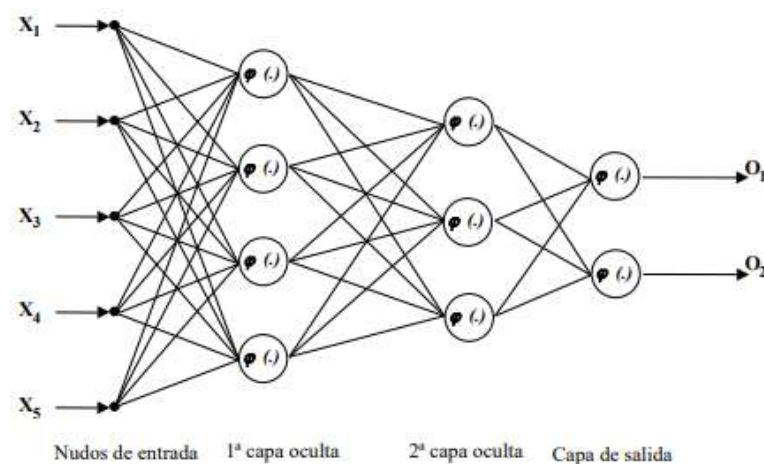


Figura 4 Estructura Perceptrón Multicapa. Información tomada de Redes neuronales con una estructura de perceptrón. Elaborado por Villada et al.

La siguiente fórmula matemática ecuación 1, muestra la salida especificando cada neurona, la cual W_{ji} es la fuerza de interacción entre las neuronas de entrada x_i y θ_j es el umbral. Φ servicio de implementación de la neurona y n el total de la fuerza de interacción entre las neuronas enlazada al acceso de la neurona. (Villada et al., 2016)

$$y_i = \varphi \left(\sum_{i=0}^n w_{ji} x_i \right)$$

2.2.11.1. *Neuronas*

Casas, et al. (2019) describieron que cada neurona tiene empleada una función determinada, las cuales sus entradas (valores) procedentes son la relación con las otras neuronas, para así poder obtener un nuevo valor transformándose en la salida (neurona).

En la figura 2 se puede observar un grupo de entradas indicadas como:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}.$$

Estas entradas (cada una de ellas) están ponderada por los valores de:

$$W^i = \{w^i_1, w^i_2, \dots, w^i_n\}.$$

El cual se debe expresar el valor w^i_j como el peso o “la importancia del valor de entrada x_j ” que alcanza a la neurona i procedente de la neurona j .

Los valores de entrada son combinados con cada neurona y les aplica funciones de entrada y combinación. El proveniente de ese valor es procesado por una “Función de activación”, el cual este ajusta el valor de las entradas para producir el valor de salida y_i . Ese valor por lo general se extiende a las conexiones de las neuronas i con las demás (neuronas) o también se emplea como valor de salida de la red.

2.2.11.2. *Función de entrada*

Casas, et al. (2019) define qué el propósito de la función de entrada es combinar varias entradas con sus valores, añadir los valores conseguidos de todas las conexiones de entrada y obtener un valor único.

Si se tiene un grupo de n conexiones de entrada el cual cada entrada posee un peso w^i_j , a continuación, se muestran las funciones que son más utilizadas para la combinación de valores de entrada.

- La función suma ponderada

$$net(t) = \sum_{j=1}^n x_j(t) * w_j^i$$

- La función máximo:

$$z(x) = \max(x_1 w_1^i, \dots, x_n w_n^i).$$

- La función mínimo:

$$z(x) = \min(x_1 w_1^i, \dots, x_n w_n^i).$$

2.2.11.3. Función de activación

Esta función también llamada función transferencia recibe el valor deducido por la función de combinación, el cual modifica antes de trasladarlo a la salida. (Casas, et al., 2019)

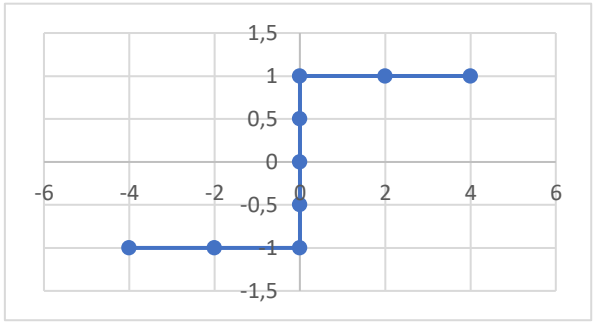
$$a_i(t) = f(a_i(t-1), net_i(t))$$

Según menciona Toral (2018) dicha expresión es donde se define el actual estado de activación de la neurona base al potencial resultante net_i , $a_i(t-1)$ como el anterior estado de activación, para un instante de tiempo determinado t . Hay modelos que suelen ignorar el anterior estado de la neurona, conocido como el estado de activación en “función del potencial resultante h_i ”

$$a_i(t) = f(net_i(t))$$

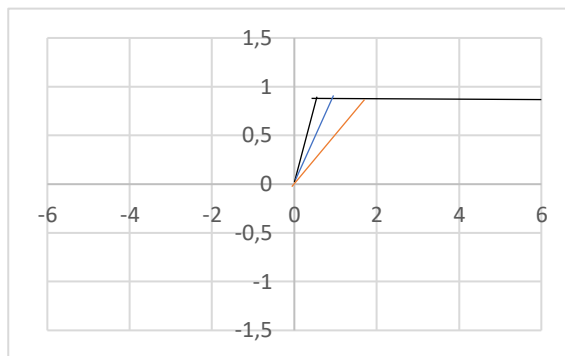
A, continuación una de las funciones de activación que han sido más utilizadas en diferentes modelos de redes neuronales.

Tabla 12 Tabla de Funciones

| Nombre | Función | Representación |
|---------------------------|---|--|
| La Función escalón | $y(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq \alpha, \\ -1 & \text{si } x < \alpha, \end{cases}$ <p>Donde α = valor umbral de la función de transferencia. La salida binaria se puede implantar en el valor $\{-1, 1\}$, pero el valor $\{0, 1\}$ también se usa a menudo.</p> |  |

**La
Función
Lineal,
Produce
combinaci
ones
lineales de
entrada.**

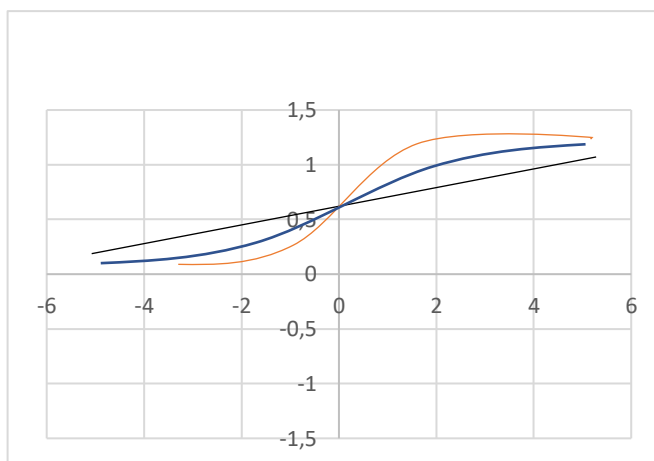
$$y(x) = \beta x.$$



$$\beta = 0.5 \quad \beta = -1 \quad \beta = 2$$

**La
Función
sigmoide
o función
logística.**

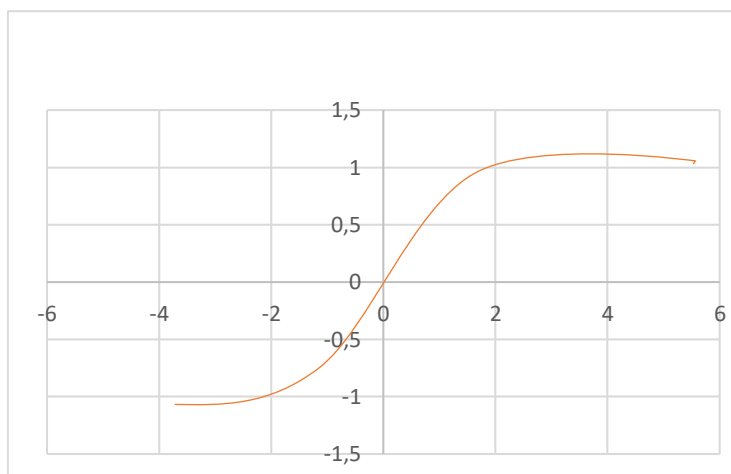
$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{\frac{-x}{\rho}}}$$



$$\rho = 0.5 \quad \rho = -1 \quad \rho = 2$$

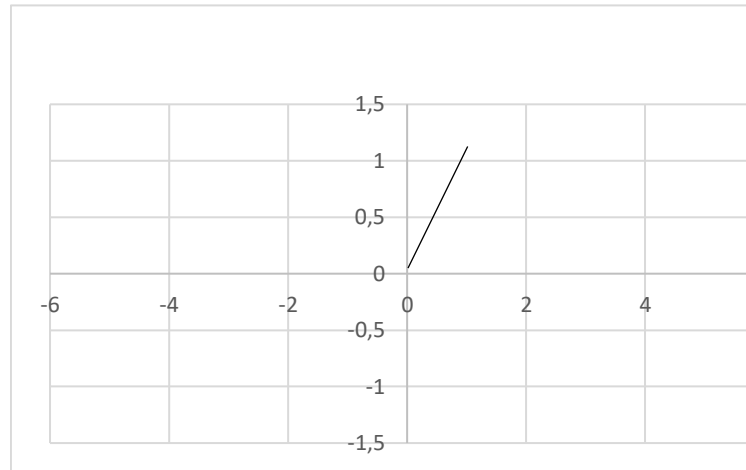
**Tangente
hiperbólica
a**

$$\begin{aligned} y(x) &= \tanh(x) \\ &= \frac{\sinh(x)}{\cosh(x)} \\ &= \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \end{aligned}$$



**Función
rectificad
ora
(ReLU)**

$$y(x) = \max(0, x).$$



Información tomada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco.

2.2.11.4. Función de Salida

Esta función da el valor de salida de la neurona, en base al estado de activación de la neurona. (Toral, 2018)

$$y_i(t) = f(\text{net}_i(t))$$

2.2.12 Matriz de Confusión

Una matriz de confusión permite la visualización del desempeño del algoritmo de aprendizaje supervisado. En la matriz cada columna representa el número de cada clase, en las filas están las instancias en la clase real, es decir esta matriz permite observar los tipos de acierto y errores del modelo cuando pasa por el proceso de aprendizaje con los datos. (Barrios, 2019).



Figura 5. Imagen tomada de La matriz de confusión y sus métricas. Elaborado por Juan Barrios

La matriz de confusión puede dar 4 posibles resultados:

- Verdadero Positivo (VP): Dando como positivo el valor real y prediciendo la prueba un positivo.
- Verdadero negativo (VN): Dando como negativo el valor real y prediciendo la prueba un negativo.
- Falso negativo (FN): Dando como negativo el valor real y prediciendo la prueba un negativo.
- Falso positivo (FP): Dando como negativo el valor real y prediciendo la prueba un positivo.

Surgen de las 4 variables: de un lado la exactitud y la precisión y la otra sensibilidad y especificidad.

2.2.12.1. *La Exactitud (Accuracy)*

Se describe a lo cerca que está del resultado en la medición del valor verdadero. (Barrios, 2019).

$$\frac{(VP + VN)}{(VP + FP + FN + VN)}$$

2.2.12.2. *La Precisión (Precision)*

Se describe a lo que es dispersión de conjunto de valores obtenidos al medir repeticiones de una magnitud. (Barrios, 2019).

$$\frac{(VP)}{(VP + FP)}$$

2.2.12.3. Sensibilidad (Sensitivity)

Conocidos como Tasa de verdaderos positivos ó TP. Es generada por casos positivos que han sido reconocidas correctamente por el algoritmo. (Barrios, 2019).

$$\frac{(VP)}{(VP + FN)}$$

2.2.12.4. Especificidad (Specificity)

Conocida como True negative rate o en español como Tasa de verdaderos negativos (TN). Son de casos negativos que se han sido correctamente clasificados por el algoritmo. (Barrios, 2019).

$$\frac{(VN)}{(VN + FP)}$$

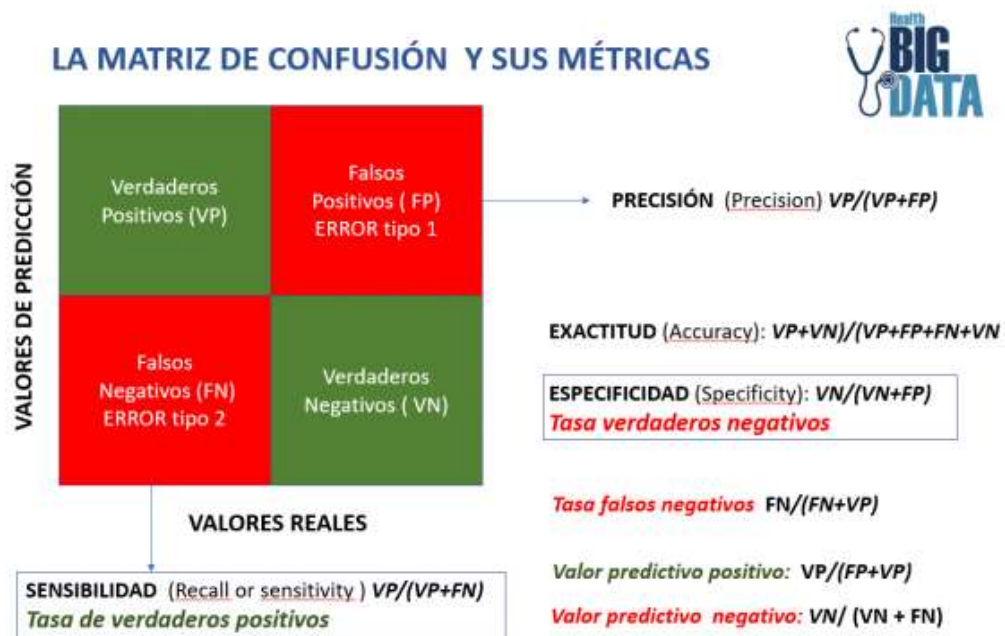


Figura 6. Imagen tomada de La matriz de confusión y sus métricas. Elaborado por Juan Barrios

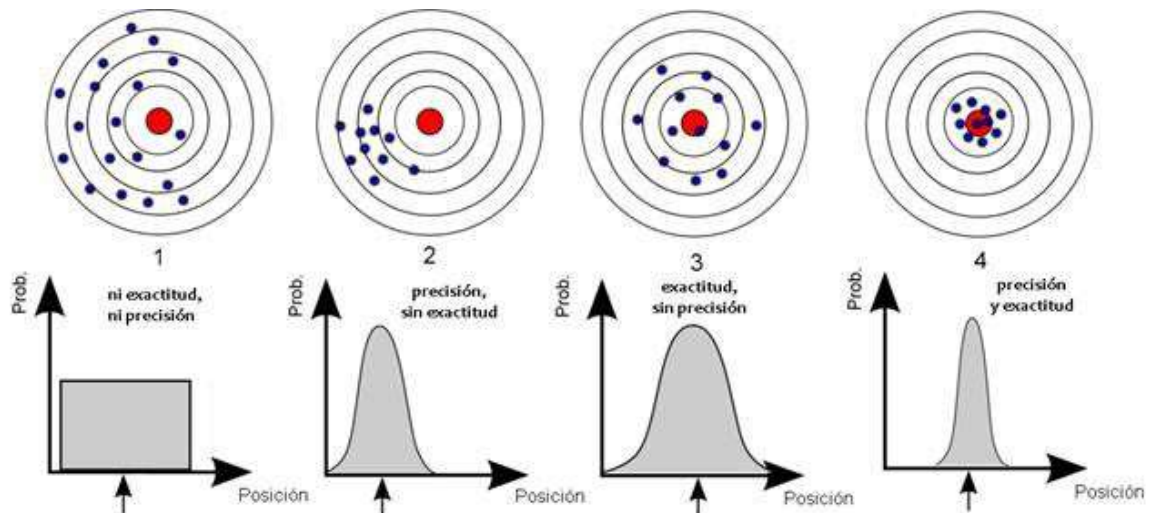


Figura 7. Imagen tomada de La matriz de confusión y sus métricas. Elaborado por Juan Barrios

Pasos para la construcción de un modelo de Machine Learning

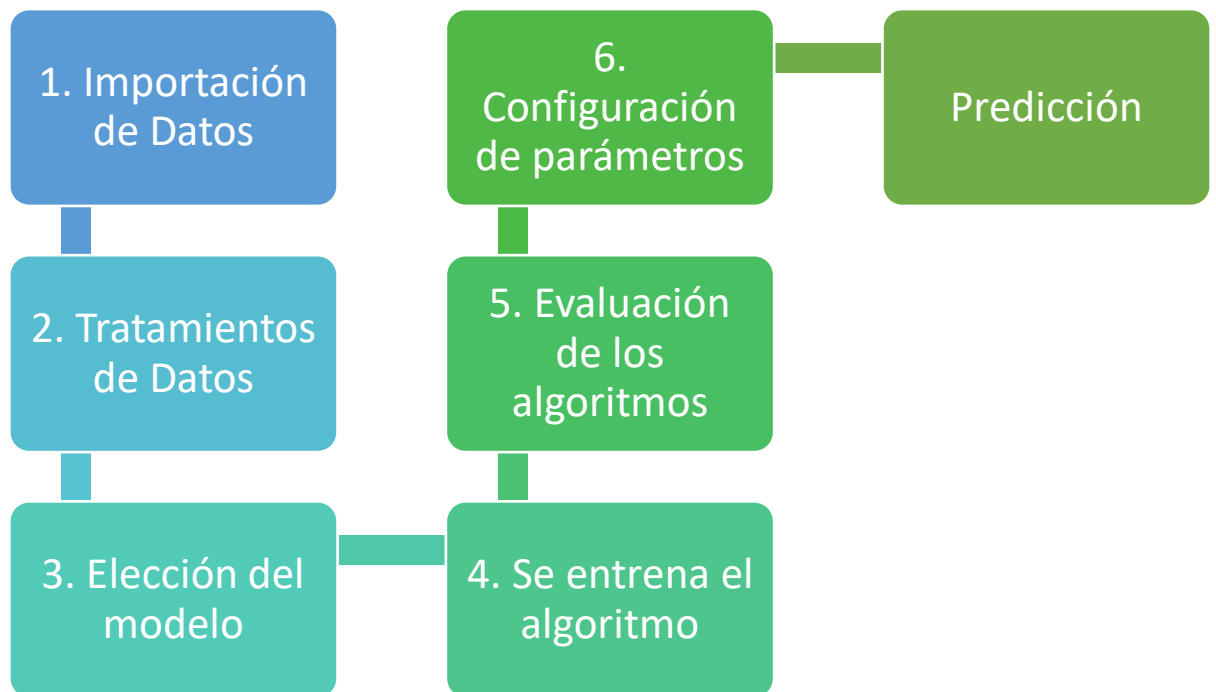


Figura 8. Proceso para Machine learning. Tomada de 7 pasos del Machine Learning para construir tu máquina. Elaborada por Joselyn Tumbaco.

2.2.13 Herramientas y lenguaje empleados en la Inteligencia artificial

La inteligencia artificial cuenta con muchas herramientas que se utiliza en los desarrollos de proyectos o trabajos, con la finalidad de crear algoritmos con diferentes combinaciones con el fin de obtener las mismas capacidades que el ser humano.

2.2.13.1. *Lenguajes de Programación*

Según menciona (TIOBE, 2021) en el índice de TIOBE Programming Community cabe recalcar que se basan en la cantidad de ingenieros calificados en todo el mundo, cursos, proveedores entre otros, ¡además en los buscadores más utilizados como Google, Bing, Yahoo!, etc. Indican cuales son los lenguajes de programación con gran popularidad, en lo que es en inteligencia artificial y minería de datos con el fin de este índice es ayudar a tomar alguna decisión estratégica sobre el lenguaje de programación al momento de adoptarse y empezar a la construcción de un nuevo sistema de software.

En el siguiente recuadro se puede observar que en el primer lugar se encuentra el lenguaje de programación C, sin embargo, Python está subiendo de popularidad por su facilidad de uso, por el contrario de R, está perdiendo popularidad.



Figura 9. Índice de la comunidad de programación TIOBE. Información tomada de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>. Elaborado por TIOBE.


A continuación, se detalla los cuatro lenguajes de programación con mayor popularidad de agosto 2021, con el propósito de elegir la opción conveniente para el desarrollo de dicho proyecto.

2.2.13.1.1. *C*

El lenguaje C es caracterizado por ser de utilizado de forma general, teniendo una sintaxis “sumamente compacta” y de “alta portabilidad”. C emplea elementos básicos presentes en cualquier computadora tales como caracteres, números y direcciones. Además, no posee operaciones de entrada-salida, manejo de asignación de memoria, de caracteres, etc., puede parecer de grave defecto; ahora el suceso de que estas operaciones se lleva a cabo por medio

de funciones argumentadas en librerías externas al lenguaje en sí. Es uno de los lenguajes más populares.

Tabla 13. Características de C

| | |
|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Ejerce para la programación estructurada. • Diferencia entre las mayúsculas y minúsculas. • Colección de funciones, en el cual devuelve un valor o no. |
|---|--|

Información tomada de la investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.1.2. Python

Python es considerado uno de los lenguajes de programación de alto nivel, además es gratuito y de código abierto, posee interfaces para variedades de bibliotecas, "Llamadas" del sistema operativo. (Ortiz, 2021)

Según (García, 2017) menciona que Python se distingue para todo como adecuado para la entrada a la programación por sus sintaxis simple y legibilidad. A demás de vez en cuando lo consideran "pseudocódigo ejecutable"

Tabla 14. Características de Python

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Software libre • Extensa elección de biblioteca • Sintaxis simple • Sencillo de comprender • Multiplataforma es decir que el código se puede ejecutar en diferentes sistemas operativos. • Librerías para la Inteligencia artificial |
|---|---|


Información tomada de Machine learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.1.3. Java

Según (Java, 2016) Java es un lenguaje de programación gratuita además una plataforma computacional promocionada en 1995 por Microsystems. Sin embargo, sino cuenta con Java instalado algunas aplicaciones y sitios web no podrán ejecutarse.

Java permite redactar software en una plataforma y poder ejecutar en otra virtualmente. En Java los programas no son ejecutables, son desarrollados por una aplicación llamada máquina virtual de Java (JVM). (Sánchez, 2004)

Tabla 15. Características de Java


| | |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Uso sencillo • Orientado a objetos • Multiplataforma • Robusto, es decir un sistema fuerte • Puede ejecutar distintos procesos al mismo momento, Multihilos. |
|--|--|

Información tomada de Programación en Java 6 Algoritmos y programación orientada a objetos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.1.4. C ++

Es un lenguaje de programación orientado a objetos el cual tiene como base lenguaje C. A mediados de los años 80 fue diseñado por Bjarne Stroustrup. (Jiménez, 2017)

Tabla 16. Característica de C++

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Sintaxis del lenguaje C • Orientada a objetos • Tipado fuertemente • Compilar en C |
|---|---|

Información tomada de Lenguajes de Programación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

C++ es no considerado como un sustituto de C, sino como un superconjunto. Sin embargo, se han añadido nuevas características, la cual no pretende presionar a cambios drástico ni

terminar con lo que ya se conocía. Nuevos conceptos tales como a las clases y los objetos. Hay 3 conjuntos anidados. (Rico, 2019)

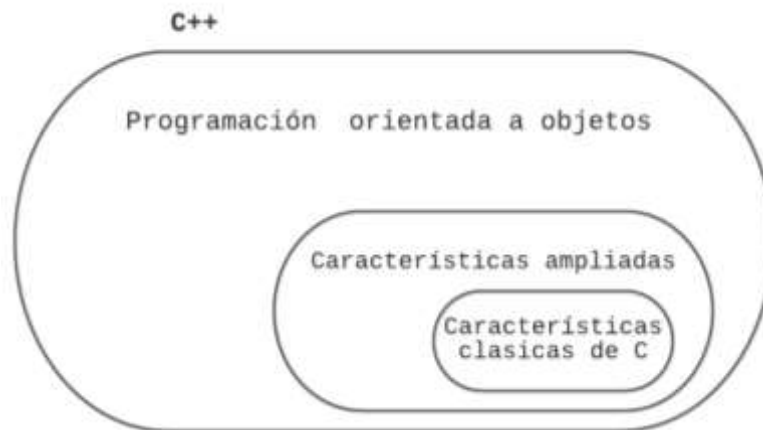


Figura 10. Tomada de Control por computador basado en C++

Analizando los cuatro lenguajes de programación investigados referente al índice TIOBE, se concluye que el lenguaje Python es el adecuado para realizar el módulo de red neuronal, debido a que cuenta librerías y códigos para inteligencia artificial.

2.2.13.2. Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

Para un buen desarrollo de software al momento de escribir el código, es necesario para escribir la lógica contar un buen editor, un compilador según el lenguaje de programación, acceso a la base de datos de manera sencilla y rápida de ser necesario. Todos estos elementos se encuentran en el llamado Entorno De Desarrollo Integrado. (Flores, 2015)


2.2.13.2.1. Entorno de desarrollo integrado (IDE) de escritorio

2.2.13.2.1.1. SPYDER

Es un IDE gratuito y de código abierto que fue desarrollado con la idea de tener un “entorno científico” extenso para Python. Spyder brinda un alto nivel de funciones de explorador de datos, edición y depuración. Cuenta con una buena incorporación con el lenguaje Python. (Fernández, 2020).

Spyder es uno de los mejores IDE para ciencia de datos, por ser ligero y por ejecutar secuencias de “comandos complejos” de Python, además si se cuenta con Anaconda no es necesario instalarlo ya que viene por defecto.

Tabla 17. Características de Spyder


| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • IDE simple y sencillo • Editor con visor de documentación, se puede observar todo relacionada con lo documentado en clases o funciones a usar. • Errores se muestran en pantalla • Incluye librerías científicas como Numpy, Matplotlib, SciPy, etc. |
|---|---|

Información tomada de aprendeIA. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.2.1.2. Jupyter Notebook

Interfaz web de código abierto es como se define Jupyter Notebook, que incluye ilustraciones, audios, textos, así mismo la ejecución de código mediante el navegador en varios lenguajes. Dicha ejecución se lleva a cabo a través de la comunicación con el núcleo, kernel, de cálculo. Sin embargo, la interfaz web, Jupyter Notebook, al principio incluía únicamente el núcleo de cálculo de Python, ahora se ha accedido el aumento de núcleos disponibles. (Cabrera & Díaz, 2020)

Tabla 18. Características de Jupyter

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Código abierto • Admite hasta 40 idiomas e incluye lenguajes para machine learning. • Widgets interactivos • Incluye librerías científicas como Numpy, Matplotlib, SciPy, etc. |
|---|---|


Información tomada de aprendeIA. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.2.1.3. PyCharm

Uno de los mejores IDE de Python considerado para los desarrolladores, es uno de los más completos, fue desarrollado por JetBrains, el cual brinda todas las herramientas necesarias para Python en un solo lugar. Pycharm tiene una extensa colección de herramientas de

desarrollo. A demás admite integrar diferentes herramientas de base de datos y VCS. (Prasad, 2020)

Tabla 19. Características de PyCharm

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Integración con frameworks. • Autocompletado • Herramientas de análisis • Compatible con herramientas y lenguajes de programación en Python. |
|---|---|


*Información obtenida de Herramientas básicas para los desarrolladores en Python.
Elaborado por Joselyn Tumbaco*

2.2.13.2.1.4. VISUAL STUDIO CODE

Este IDE, es una herramienta gratuita de Microsoft, está desarrollado bajo el paradigma Open Source e inspirado por Atom, un editor de código. Además, cuenta con disponibilidad para las plataformas Windows, Linux y Mac. (Luna, 2019).

Vs code (Virtual Studio Code) es un editor de codificación, el cual ayuda a codificar de manera rápida, usa cualquier lenguaje de programación sin cambiar de editor. Vs code es compatible con muchos lenguajes los cuales están incluidos Python, Java, C++, JavaScript y más. (Microsoft, s.f.)

Tabla 20. Característica de Visual Studio Code

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Compatible con varios lenguajes de programación • Colores de la sintaxis • Depurador • Integracion Git |
|---|---|

Información tomada de IA. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2.2.13.2.2. Entorno de desarrollo integrado (IDE) en la nube

2.2.13.2.2.1. Google colab

Menciona Sharma (2020) que Google Colaboratory es un entorno en línea gratuito de notebook Jupyter, el cual permite entrenar módulos de aprendizaje profundo en CPU, GPU, TPU y aprendizaje automático.

Brinda 12 horas de tiempo de ejecución continua, luego se borra lo que se haya subido o ejecutado, pero el código queda guardado. Se puede ejecutar distintas instancias de CPU, GP Y TPU simultáneamente, a continuación, se observa las especificaciones que nos ofrece Google colab:

Tabla 21. Google Colab

| CPU | GPU | TPU |
|--|--|---|
| Intel Xeon Processor with two cores @2.30Ghz and 13 GB RAM | Up to Tesla K80 with 12 GB of GDDR5 VRAM, Intel Xeon Processor with two cores @ 2.20 GHz and 13 GB RAM | Cloud TPU with 180 teraflops of computation, Intel Xeon Processor with cores @ 2.30 GHz and 13 GB RAM |

Información tomada de Use Google Colab for Deep Learning and Machine Learning Models. Elaborado por Joselyn Tumbaco.

2.2.13.2.2.2. IBM Watson Studio

Según (IBM Cloud Pak for Data, 2021) Watson Studio es uno de los principales servicios de IBM Cloud Pak for Data, es una plataforma de Inteligencia artificial y datos multicloud. Proporciona herramientas como datos científicos; además de Data Refinery, para preparar y visualizar datos; Editor de Jupyter Notebook; RStudio. Watson Studio cuenta con planes Standard y Enterprise, se paga por mayor uso del cálculo.

Tabla 22. Planes de Watson Studio

| Característica | Un poquito | Estándar | Empresa |
|--|------------|----------|---------|
| Integración de anotaciones de multitud | | ✓ | ✓ |

| Característica | Un poquito | Estándar | Empresa |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------|---|
| Claves de cifrado personalizadas | | | ✓ |
| Conectores | conjunto base | más conectores | todos los conectores |
| Entornos de gran tamaño | | ✓ | ✓ |
| Entornos de GPU | | ✓ | ✓ |
| Entornos de IBM Analytics Engine | | | ✓ |
| Amazon EMR | | | ✓ |
| Exportar proyectos | | ✓ | ✓ |
| Colaboradores | 1 | 1 + visores + pagar por más | 10 + visores + pagar por más |
| Uso de procesos | 50 CUH | 50 CUH + pago por más | 5000 CUH + pago por más |
| Preparación para HIPAA | | | Disponible si se suministra en la región de Dallas de IBM Cloud |

Información tomada de Planes de ofertas de Watson Studio. Elaborado por Joselyn Tumbaco.

2.2.13.2.2.3. Azure Machine Learning

Es una herramienta colaborativa basada en utilizar de manera interactiva componentes para crear, probar e implementar resultado de análisis que predicen datos. Cuenta con aprendizaje automático para todos los niveles en Jupyter Notebooks, además de MLOps integral el cual tiene capacidades que permite la creación y despliegue de modelos a escala, automatizándolos, tiene un amplio conjunto de capacidades para comprender, proteger y controlar datos, modelos y procesos. Esta plataforma es de paga pero hay la posibilidad de probar el servicio de forma gratuita. (Microsoft, 2021)

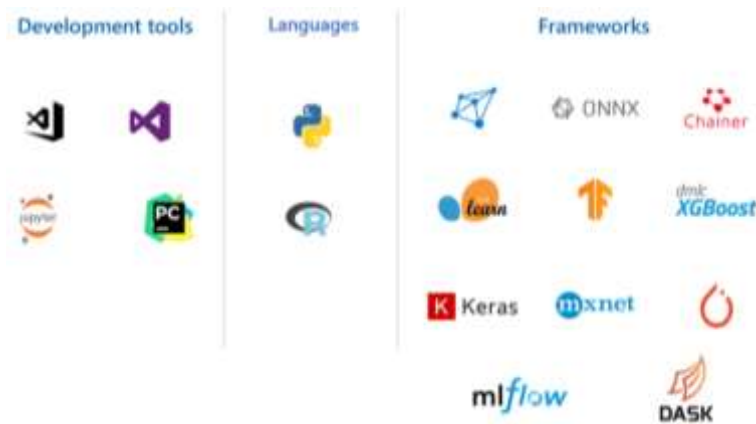


Figura 11. Tomada de Azure Machine Learning. Elaborada por el autor.

2.2.13.2.2.4. Amazon Machine Learning

Ofrece un amplio, completo y una infraestructura de soporte en la nube, ya que dispone a cualquier desarrollador, ciencias de datos y profesional experto. (Amazon Web Services, 2021) los recursos de machine learning. Además, permite crear datasets con el formato CSV. El cual Amazon separa la datasets en dos, la primera en un 70% en el que se emplea para la creación de modelo y un 30% para entrenar y así comprobar dicho modelo. (Corral-Plaza, D., Resinas, M., & Boubeta-Puig, J, 2018)



Figura 12. Imagen tomada de Quantum: aprendizaje automático y análisis automatización e innovación del aprendizaje automático. <https://ml2quantum.com/amazon-braket/>

De acuerdo a lo investigado y a los recursos que se tienen para el proyecto, se concluye que la mejor opción para la elaboración del módulo es trabajar por medio Google Colab, ya que es gratuito, y cuenta con las librerías científicas para la creación del módulo, además queda guardado en la nube y se puede seguir manipulando en cualquier parte sin necesidad de instalar algún programa extra.

2.3. Fundamentación social

En el sector de Bastión popular bloque 10 A, los médicos nutricionistas, no cuenta con un sistema que ayude agilizando el tiempo de consulta que conlleva una consulta normal, por lo general se tarda de 60 a 80 minutos por persona, para la prescripción de una dieta saludable para cada paciente. Lo cual a los moradores se les dificulta ya que no cuentan con el tiempo necesario para esperar a una, y por motivos del virus Covid-19 no cuentan con la suficiente economía que contaban antes del inicio de la pandemia, covid19, que ocurrió en marzo 2020 en el Ecuador. Sin embargo, no solo el apoyo económico era la causa ya que algunos moradores no contaban con una dieta a seguir, se desconocía cuanto se debe comer, y cuando es tiempo de ir con un nutricionista no acuden a ellos, ya que a veces no cuentan con el tiempo.

En mayo del 2020 por decisión de la alcaldesa de la ciudad de Guayaquil, abogada Cynthia Viteri, hubo atención prioritaria a los menores con los problemas de nutrición asimismo para las familias de escasos recursos económicos. Además, Children International, atendió a niños de Flor de Bastión, Paraíso de la Flor y Bastión Popular, recibiendo 100 kits de alimentos y 125 discos de empanadas la chilena. (El Universo, 2020)

Llevar una alimentación no saludable, de cualquier forma que se vea, puede conllevar riesgos considerables para la salud humana (Mariño, Nuñez, Gámez, 2016).

Este proyecto se enfocó en la cooperativa Bastión Popular, la cual se encuentra en las afueras de la ciudad de Guayaquil, considerándose como zona urbano marginal donde habitan personas con bajos recursos económicos. (Chérigo y Cobo, 2014). Teniendo un sistema en el cual ayude al médico nutricionista de manera que cada cita que se tengan con un paciente, el médico lo atenderá de una manera rápida y confiable. Y así poderse ayudar entre ambos, el médico que contara con un sistema que le ayude de manera rápida el cálculo de las calorías, IMC, entre otras. El pronóstico de la dieta semanal que la red neuronal nos brindara. El paciente que contara con su médico nutricionista de manera rápida, sin estrés, sin ningún tipo de riesgos y de manera segura.

2.4. Fundamentación legal

Los siguientes artículos de la constitución del Ecuador de la Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador de 2007-2008 tiene como objetivo cuidar, mejorar la vida de profesional del médico y del ciudadano.

2.4.1. Constitución del Ecuador-Título II. Derechos

Art. 45.- Las niñas, niños y adolescentes gozarán de los derechos comunes del ser humano, además de los específicos de su edad. El Estado reconocerá y garantizará la vida, incluido el cuidado y protección desde la concepción.

Las niñas, niños y adolescentes tienen derecho a la integridad física y psíquica; a su identidad, nombre y ciudadanía; a la salud integral y nutrición; a la educación y cultura, al deporte y recreación; a la seguridad social; a tener una familia y disfrutar de la convivencia familiar y comunitaria; a la participación social; al respeto de su libertad y dignidad; a ser consultados en los asuntos que les afecten; a educarse de manera prioritaria en su idioma y en los contextos culturales propios de sus pueblos y nacionalidades; y a recibir información acerca de sus progenitores o familiares ausentes, salvo que fuera perjudicial para su bienestar.

El Estado garantizará su libertad de expresión y asociación, el funcionamiento libre de los consejos estudiantiles y demás formas asociativas.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

1. El derecho a la inviolabilidad de la vida. No habrá pena de muerte.
2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

2.4.2. Ley Orgánica de salud

Capítulo II. De la alimentación y Nutrición

Art.16.- El Estado establecerá una política intersectorial de seguridad alimentaria y nutricional, que propenda a eliminar los malos hábitos alimenticios, respete y fomente los conocimientos y prácticas alimentarias tradicionales, así como el uso y consumo de productos y alimentos propios de cada región y garantizará a las personas, el acceso permanente a alimentos sanos, variados, nutritivos, inocuos y suficientes. (Ley orgánica de salud, 2015)

Art. 18.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los gobiernos seccionales, las cámaras de la producción y centros universitarios desarrollará actividades de información, educación, comunicación y participación comunitaria dirigidas al conocimiento del valor nutricional de los alimentos, su calidad, suficiencia e inocuidad, de conformidad con las normas técnicas que dicte para el efecto el organismo competente y de la presente Ley. (Ley orgánica de salud, 2015)

Art. 19.- La autoridad sanitaria nacional velará por la protección de la salud en el control de las enfermedades por deficiencia de yodo, mediante el control y monitoreo de la yodización de la sal para consumo humano (Ley orgánica de salud, 2015)

Capítulo IV. De Los establecimientos farmacéuticos.

Art. 167.- La receta emitida por los profesionales de la salud facultados por ley para hacerlo, debe contener obligatoriamente y en primer lugar el nombre genérico del medicamento prescrito. (Ley orgánica de salud, 2015)

Quien venda informará obligatoriamente al comprador sobre la existencia del medicamento genérico y su precio.

No se aceptarán recetas ilegibles, alteradas o en clave. (Ley orgánica de salud, 2015)

2.5. Definiciones conceptuales

2.5.1. Índice de masa corporal

IMC, es un indicador en el cual se relaciona entre el peso y la talla en la que se puede utilizar para poder identificar el sobrepeso y obesidad. (Navarrete, Loayza, Velaso, Huatuco, & Abregú, 2016)

2.5.2. Morbilidades asociadas

También conocida como “morbilidad asociada”, se utiliza para especificar más de dos trastornos o enfermedades que llegan a ocurrir a la misma persona además puede ocurrir al mismo tiempo o secuencialmente. (U.S. Department of Health and Human Services, 2021)

2.5.3. Entorno de ejecución

En ingles runtime environment, la cual es un sistema operativo pequeño que proporciona el funcionamiento que los programas requieren para su ejecución. (1 &1 IONOS, 2020)

Capítulo III

Metodología

3.1. Propuesta tecnológica

En este capítulo se explica acerca de la metodología que se usó en el diseño e implementación del software para la emisión de prescripciones nutricionales para los médicos nutricionistas del sector de Bastión Popular Bloque 10 A. Asimismo, se comprende el tipo de investigación que se utilizó, la población y muestra. La investigación que se usó es Mixta, ya que se va a recolectar datos cuantitativos el cual nos permite conocer la población y de manera cualitativa interpreta el proceso del acontecimiento. Exploratoria porque al tratar con temas de nutrición se debe tratar con un profesional, médico nutricionista, que asesore para el desarrollo del software.

3.1.1. Descripción del proceso metodológico

Según mencionan Otzen, Manterola, Rodríguez-Nuñez, y García-Domínguez (2017) que la investigación científica se compone de una agrupación de métodos, leyes y procedimientos que se impone a la dificultad de la investigación para el desenlace de los problemas científicos con una alta eficiencia. Este procedimiento está basado en el progreso de diferentes etapas que guían a la institución de un término valido en la comprobación de una suposición e hipotético realizado.

3.2. Tipos de investigación

Los tipos de investigación se detallan por sus particularidades en niveles de investigación y diferentes tipos de estudio. Las cuales se mencionan a continuación:



Figura 13. Información tomada de Diseños de investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Los tipos de estudio de la investigación se dividen por:

- En base a las características de datos
- En base a su dimensión temporal
- En base a su intervención
- En base a la obtención de datos

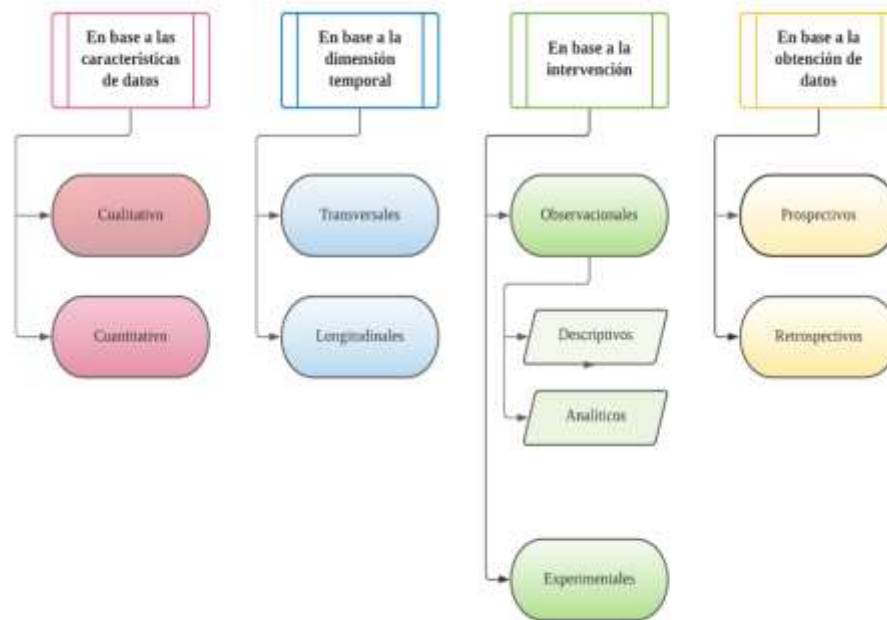


Figura 14. Información tomada de Diseños de investigación. Elaborado por Joselyn Tumbaco

3.2.1. Investigación exploratoria.

La investigación exploratoria según menciona Grande y Abascal (2017) sigue una proximidad a una situación o a un contratiempo. Cuando los investigadores desconocen de manera compleja lo que se está analizando.

Por lo general, las investigaciones exploratorias, tienen un modo anticipado a otras investigaciones complejas. Son menos severa cuando se trata de métodos de recolección de información, que no concretan procesos o herramientas complejas. La finalidad de la investigación no está cerrada completamente y, mientras se desarrolla, puede ir cambiándose.

A continuación, propósitos que se puede tener por objeto de las investigaciones exploratorias:

- Definir conceptos.
- Comprender situaciones, fenómenos más complejos o problemas.
- Formular hipótesis o identificar causas.

3.3. Metodología de investigación

3.3.1. Metodología Bibliográfica

Esta metodología se utiliza distintas fuentes bibliográficas e investigaciones que han sido publicadas por alguna sociedad científica.

3.3.2. Metodología Cualitativa

La metodología cualitativa es un método de investigación que principalmente se emplea en las ciencias que instruye en la conducta del hombre, habiendo un proceso metodológico, el cual se emplea como herramientas “las palabras, textos, discursos, dibujo, grafico e imágenes (datos cualitativos)” para la comprensión de la vida social mediante los significados de un punto de vista global. (Guerrero, 2016)

Se recogen los datos no calculados extraído de la observación, sin embargo, ofrece más información siendo objetivas y no da una clara explicación del fenómeno.(Monjarás-Ávila, Bazán-Suárez, Pacheco-Martínez, Rivera-Gonzaga, Zamarripa-Calderón, Cuevas-Suárez, 2019). Los estudios cualitativos la mayoría de veces llegan a ser la primera fase del proceso de investigación (Escudero y Cortez, 2018).

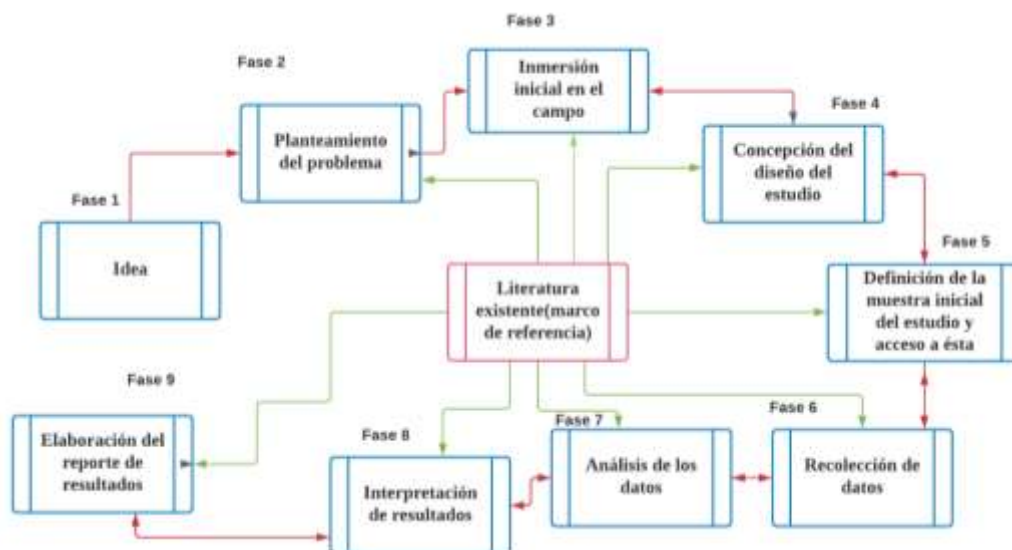


Figura 15. Información obtenida de Metodología de la investigación (p.7). Elaborado por Joselyn Tumbaco

En la fase 6, recolección de datos, El investigador es el instrumento, no se mide variables, las herramientas principales son:

- Anotaciones y bitácora de campo
- Observación
- Entrevistas
- Grupos de enfoque
- Documentos, registros y artefactos
- Biografía e historias

3.3.3. Metodología Cuantitativa

La metodología cuantitativa se lleva a cabo mediante un análisis y estudio de la realidad objetiva, por medio de mediciones y evaluación numéricas accede a obtener datos seguros, con la finalidad de encontrar razones evidenciadas y generalizadas, fundamentadas en el campo de la estadística. (Escudero y Cortez, 2018).

En la figura 10 se muestra la representación del proceso cuantitativo.

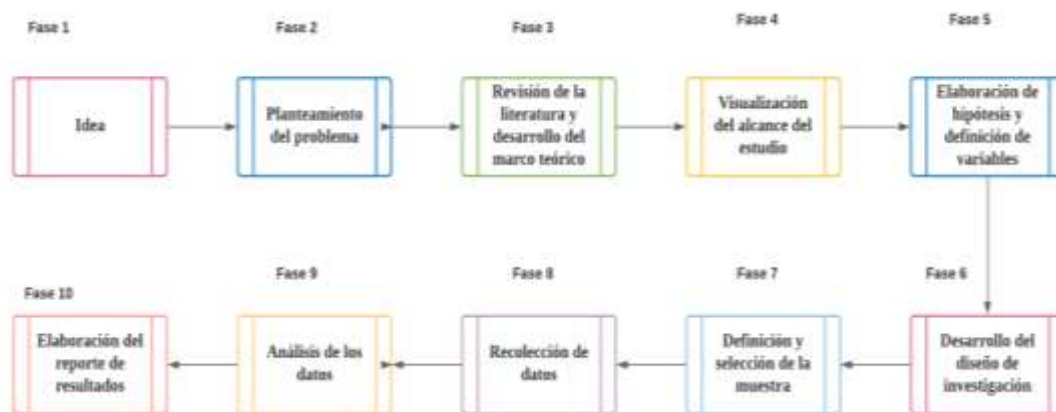


Figura 16. Información obtenida de Metodología de la investigación (p.5). Elaborado por Joselyn Tumbaco

En la fase 8, recolección de datos

3.3.4. Metodología Mixta

Representan o están formado por dos realidades “una objetiva y la otra subjetiva”. Un análisis mixto se empieza planteando el problema que solicita claramente la utilización e incorporación de los enfoques cuantitativos y cualitativos. En la figura 12 se muestra a los principales enfoques de la investigación.

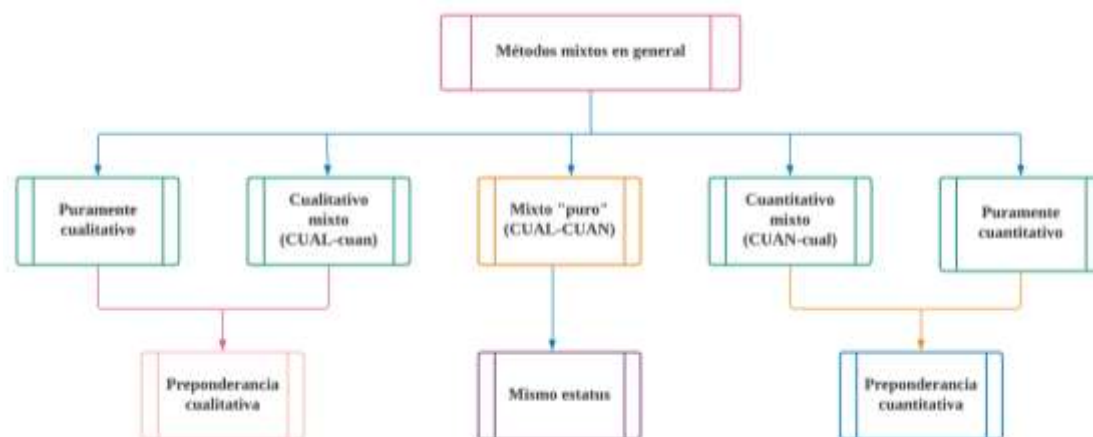


Figura 17. Información obtenida de Metodología de la investigación (p.535). Elaborado por Hernández, Fernández y Baptista

3.4. Técnicas de investigación

Para la recolección de datos se utilizaron las encuestas y entrevistas las cuales se utilizó en un cuestionario virtual, se utilizó la herramienta de Google Forms, debido a que nos ayuda con las tabulaciones de las respuestas del cuestionario, además es factible pasarlo por medio de link a los correos electrónicos.

3.4.1. Encuesta

Según Torres, Paz, y Salazar (2019) la encuesta es uno de los métodos para la recolección de datos, la cual esta se forma el término medio entre “la observación y la experimentación”. Tiene como principales características fundamentales:

- Indirecta observación con los sucesos por el cual lo interpretan los interesados.
- Método dispuesto para la investigación
- Concede una aplicación masiva por medio de un “sistema de muestreo” logre expandirse a una nación entera.
- Hace factible que la investigación social alcance a los aspectos subjetivos.

La encuesta fue realizada a los moradores del sector de Bastión Popular bloque 10 A, se encuestó a 178 personas del sector, en el punto de descripción del procedimiento tecnológico, se muestra cómo se consigue la población y muestra de esta.

3.4.2. Entrevista

Por lo general se realiza entre dos personas, el entrevistador y el entrevistado. Toda pregunta que se le realice al entrevistado se debe registrar en un cuestionario o se puede ayudar con una grabadora para poder tener los datos obtenidos mediante la grabación. (Torres et al, 2019)

Con el fin de conocer cómo se evalúa al paciente, la licenciada Juliana Moncayo, brindó información que ayuda a la creación del software qué podrá prescribir las dietas, las fórmulas que se utilizan para conocer las calorías que debe consumir cada persona, donde buscar la información que se necesita para conocer un poco de esta especialidad, cabe recalcar que toda esta información se obtiene de alguien que ha estudiado tantos años en dicha especialidad.

3.4.3. Problemas en la recolección de datos

Los investigadores Torres et al (2019) muestran dificultades en la recolección de datos como:

- Contactar a la(s) persona(s)

- Falta de cooperación, negación.
- En las pruebas el nivel de dificultad sustenta en la creación de las condiciones similares o semejantes al ambiente en la que se está desarrollando el grupo experimental.
- Una desventaja es la observación ya que no suele ser un procedimiento rápido y esto afecta a la obtención de datos ya que lleva cierto tiempo, y se debe considerar en todas las fases el objeto de estudio para así poder conseguir la información acorde al estímulo ocasionado.

Como primer punto se debe formular los objetivos y preguntas cuantitativas y cualitativas apartados, continua las interrogantes explícitas para estos métodos.

3.5. Descripción del procedimiento metodológico

3.5.1. Población

La población que se va a tomar en para esta investigación está conformada por los moradores del sector de Bastión popular bloque 10 A. Según el Instituto nacional de estadística y censos (2010) en la base de datos donde se encuentra almacenados los valores del recuento de población ecuatoriana en el año 2010, se obtuvo que en el sector de Bastión Popular bloque 10 A tiene un estimado de 331 personas.

Según Aguilar-Barojas (2005) define que en el tipo cualitativo de las investigaciones es la variable principal la cual reporta por medio de la proporción del fenómeno del estudio en la que se referencia la población.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

3.5.2. Muestra

Es una fracción de unidades que representa la población o universo, estas son seleccionadas al azar, la cual está en observación con el fin de conseguir resultados válidos para la población investigada. López-Roldán y Fachelli (2015).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{331 * 1.96^2 0.5 * 0.5}{0.05^2 (331 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{331 * 3.8416 * 0.25}{0.0025 (330) + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{317.892}{1.7854}$$

$$n = 178.05$$

$$n = 178$$

Donde:

n= Tamaño de la Muestra

NC = nivel de confianza deseado = 95%

Z= se define según el NC = 1.96

p = proporción de la población deseada (éxito) = 0.50

q = proporción de la población no deseada (fracaso) 1-p (1-0.05) =0.50

d= nivel de error disponible 5% = 0.05

N= tamaño de la población = 331

3.5.3. Análisis de las Encuestas

Pregunta N° 1.- ¿Cuál es su género?

Tabla 23 Género.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Masculino | 84 | 47% |
| Femenino | 94 | 53% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

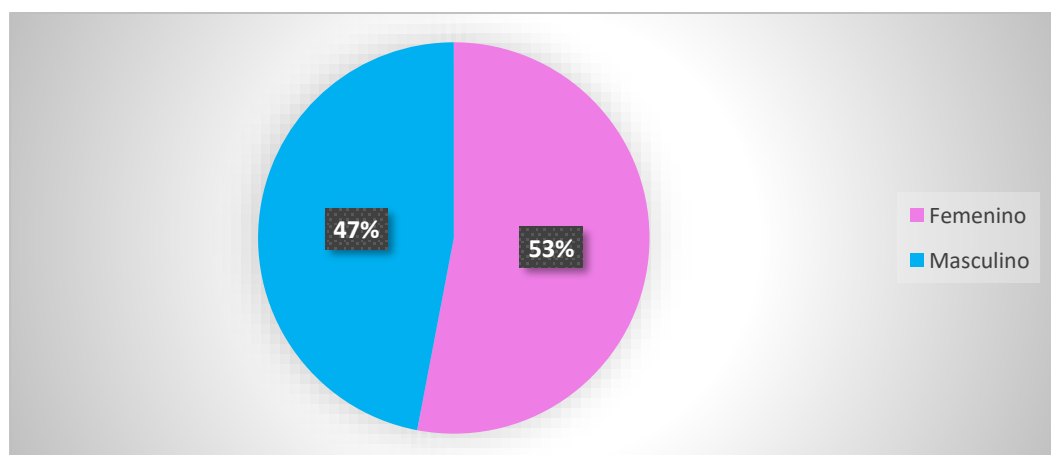


Figura 18. Género de los encuestados. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°1 de la muestra de n=178 moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, se identifican que en este proceso se logró aplicar la equidad de género, debido a que el 53% son de género femenino, seguido de un 47% son de género masculino.

Pregunta N° 2.- ¿Qué edad tiene?

Tabla 24 Edad.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Menor de 5 años | 2 | 1% |
| Entre 6 y 11 años | 10 | 6% |
| Entre 12 y 26 años | 84 | 47% |
| Entre 27 y 59 años | 70 | 39% |
| Más de 60 años | 12 | 7% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

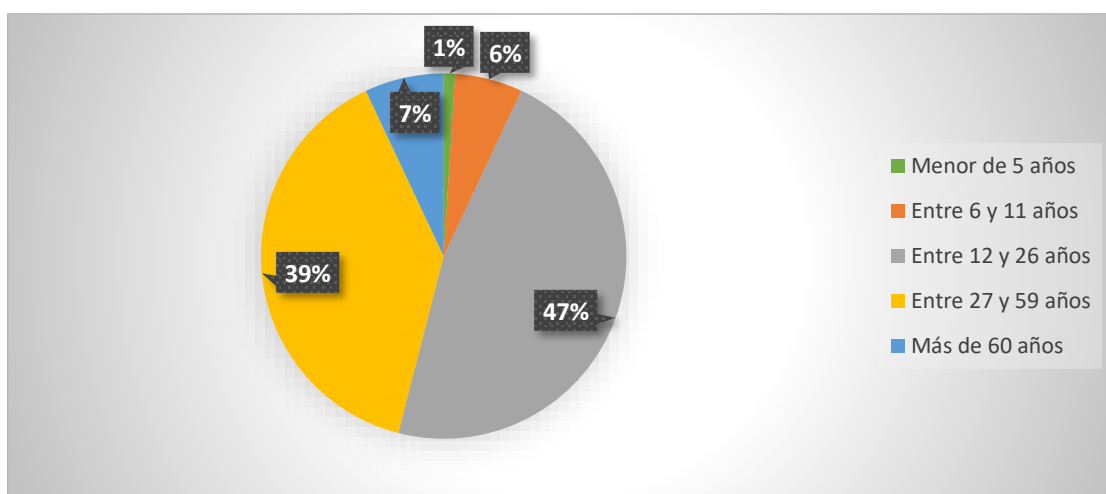


Figura 19. Edad de los encuestados. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°2 se observa que de la muestra de n=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se identifica que las personas entre 12 años y 59 años corresponde al 86% de los encuestados.

Pregunta N° 3.- ¿En caso de ser de habitante del sector de Bastión Popular indicar el bloque en el que reside?

Tabla 25 Residentes del sector de Bastión popular por bloques.

| Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|-------------|-------------|
| Bloque 10 A | 163 | 91.57% |
| Bloque 9 | 10 | 5.62% |
| Bloque 7 | 5 | 2.81% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

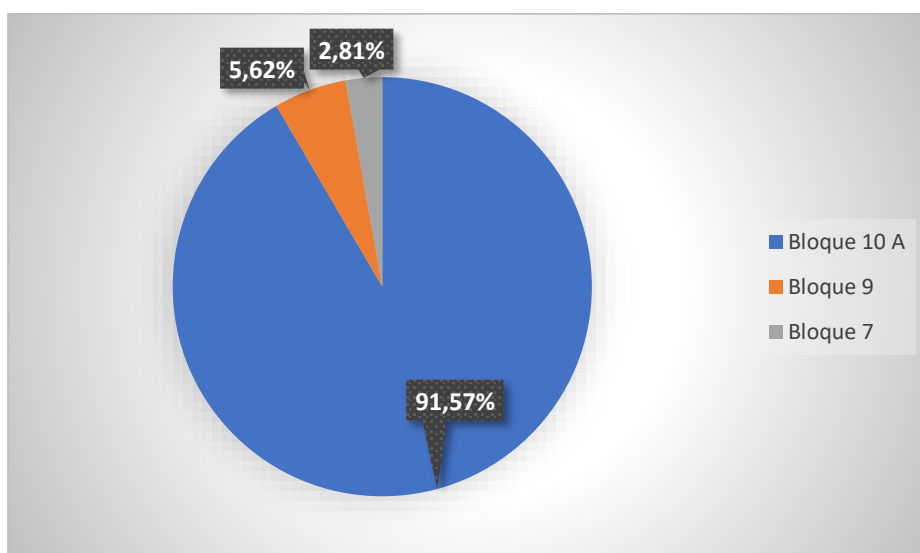


Figura 20. Residentes del sector de Bastión popular por bloques. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°3 se observa que de la muestra de n=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados. Considerando que el bloque 9 está colinda con el bloque 10 A cuenta con un 97.19% de personas encuestadas cuyas características de residencia son similar. Hay un mínimo de porcentaje en los bloques 7 debido que algunas encuestas se manejaron a través de Google Forms. La gran mayoría de las encuestas a través de medio impreso en sitio.

Pregunta N° 4.- ¿En caso de ser habitante del sector de Bastión Popular indicar en que manzana reside?

Tabla 26 Residentes del sector de Bastión popular por manzana.

| Bloques | Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------|------------|-------------|-------------|
| 10A | 1191 | 50 | |
| 10A | 1192 | 10 | |
| 10A | 1193 | 7 | |
| 10A | 1131 | 70 | |
| 10A | 1132 | 18 | |
| 10A | 1133 | 8 | |
| Subtotal | | 163 | 91.57% |
| 9 | 1122 | 10 | |
| Subtotal | | 10 | 5.62% |
| 7 | 1022 | 5 | |
| Subtotal | | 5 | 2.81% |
| Total | | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

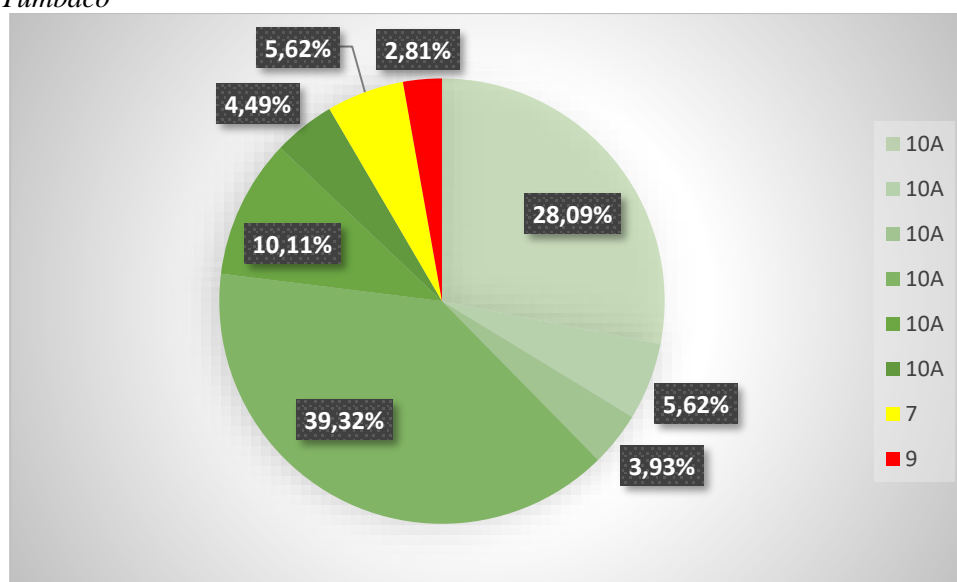


Figura 21. Residentes del sector de Bastión popular por manzana. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°5 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, esto indica que el

97.19% de la población pertenece al bloque 10 y al bloque 9 de dicho sector, el cual estos bloques que limitan entre sí.

Pregunta N° 5.- ¿Usted cuenta con algún seguro médico?

Tabla 27 Seguro médico.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Seguro privado | 10 | 5.62% |
| Seguro publico | 75 | 42.13% |
| No cuento con seguro | 93 | 52.25% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

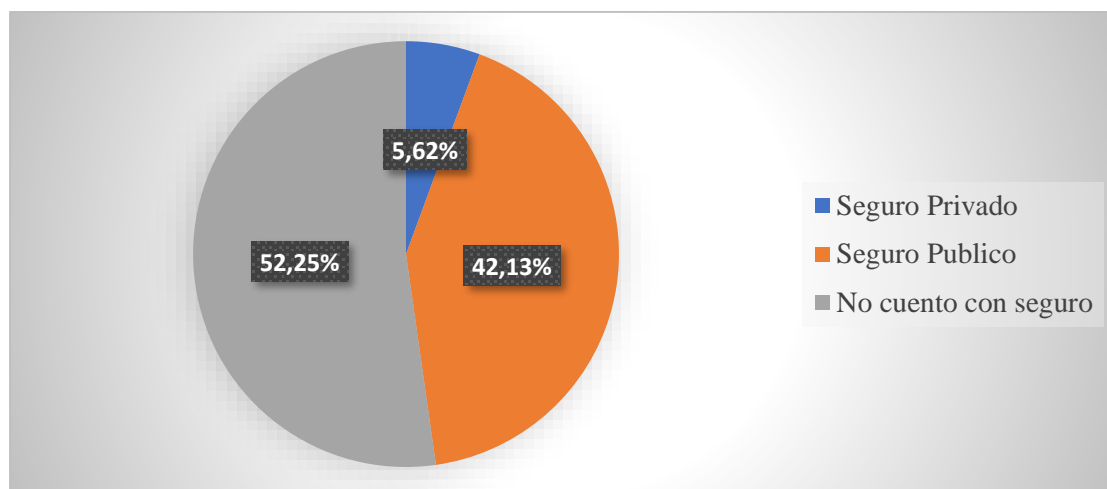


Figura 22. Seguro médico. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°6 se observa que de la muestra de n=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se tiene en cuenta que el 47.75% de la población encuestada cuenta con seguro médico ya sea del Instituto Ecuatoriano de Seguro Social (IESS) entre otros seguros, y el 52.25% no cuentan con seguro privado ni público para recibir atención médica, lo hacen por medio de subcentros de salud, consultorios independientes, consultorios móviles que brinda la alcaldía de Guayaquil, entre otros.

Pregunta N° 6.- ¿Cuántas comidas se sirve usted al día?**Tabla 28** Comidas consumidas al día.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|---|-------------|-------------|
| Prefiero no responder | 2 | 1% |
| Entre 1 y 2 comidas | 46 | 26% |
| 3 comidas al día | 95 | 53% |
| 5 comidas al día (3 comidas al día, media mañana y media tarde) | 35 | 20% |
| Más de 5 comidas | 0 | 0% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

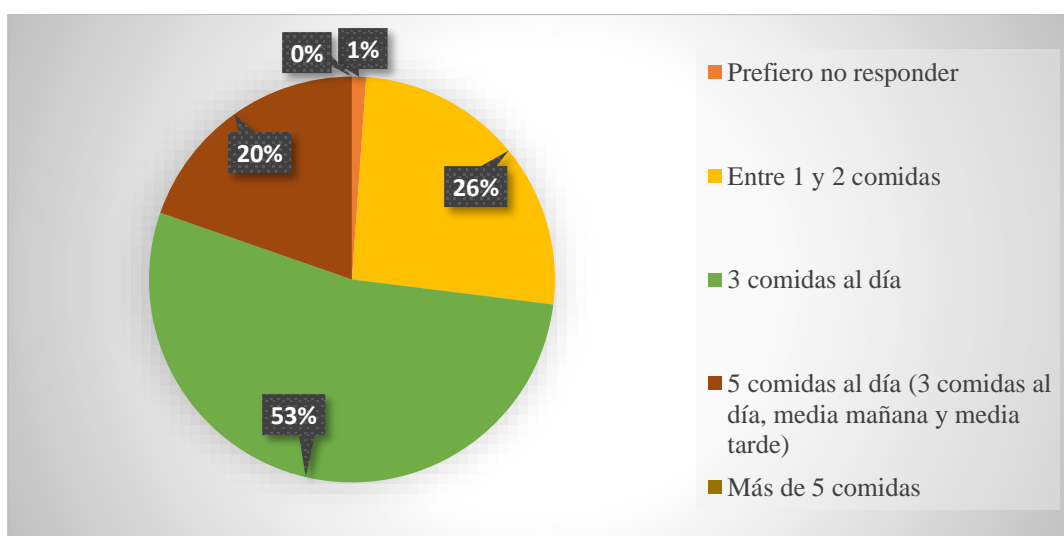


Figura 23. Comidas consumidas al día. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°7 se observa que de la muestra de $n=178$ de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se puede observar que un 73% cuenta con las 3 comidas diarias o más, sin embargo, esta respuesta no indica que sea de forma saludable ni a la hora que corresponda que se deba ingerir los alimentos. De todos modos, se muestra que una minoría del 20% consume más de 5 comidas al día.

Pregunta N° 7.- Cuando requiere de atención médica, normalmente ¿A qué tipo de centro médico acude?

Tabla 29 Centros médicos recurrentes.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|---|-------------|-------------|
| Centro médico publico | 80 | 45% |
| Centro médico privado (clínicas, hospitales privados) | 40 | 22% |
| Centro médico de fundaciones | 28 | 16% |
| Consultorio médico independiente | 30 | 17% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

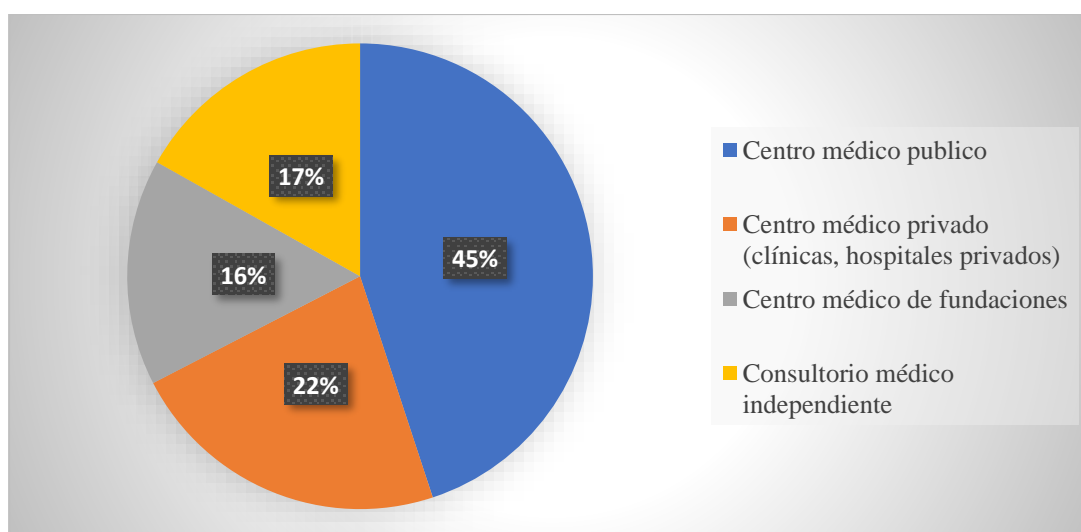


Figura 24. Centros médicos recurrentes. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°8 se observa que de la muestra de n=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Como se puede observar en los centros médicos públicos y centros médicos de fundaciones tiene un total de 61%, considerando que los costos de estos centros médicos de estos son bajos hasta gratuitos, sin embargo, hay un porcentaje de 39% total entre los centros médicos privados y consultorios médicos independiente, los cuales son de paga.

Pregunta N° 8.- ¿Cuántos días a la semana consume usted comida rápida?**Tabla 30** Comidas rápidas consumidas por semana.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Ninguna | 42 | 23,60% |
| 1 a 2 días | 94 | 52,81% |
| 3 a 4 días | 33 | 18,54% |
| 5 a 6 días | 7 | 3,93% |
| Todos los días | 2 | 1,12% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

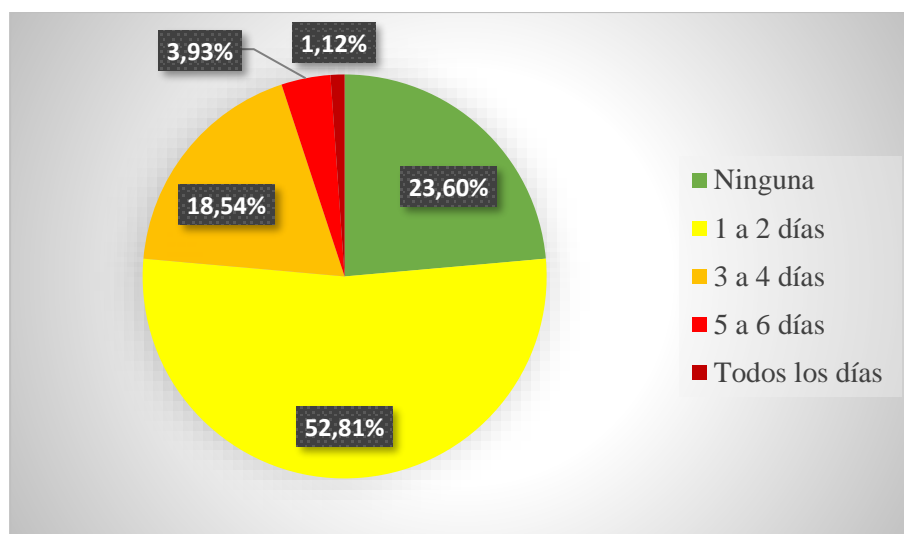


Figura 25. Comidas rápidas consumidas por semana. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°9 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, el 76.40% de la población el consumo de comida rápida es baja por semana, sin embargo, hay un 23.60% de la población que tienen un consumo elevado de esta comida rápida, ya que la consumen por un tiempo más prolongado.

Pregunta N° 9.- En el momento de preparar o comprar algo de comer, ¿Está pendiente de las calorías que va a consumir?

Tabla 31 Control de calorías a consumir.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Siempre | 28 | 16% |
| Casi siempre | 40 | 22% |
| Moderadamente | 28 | 16% |
| Pocas veces | 60 | 34% |
| Nunca | 22 | 12% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

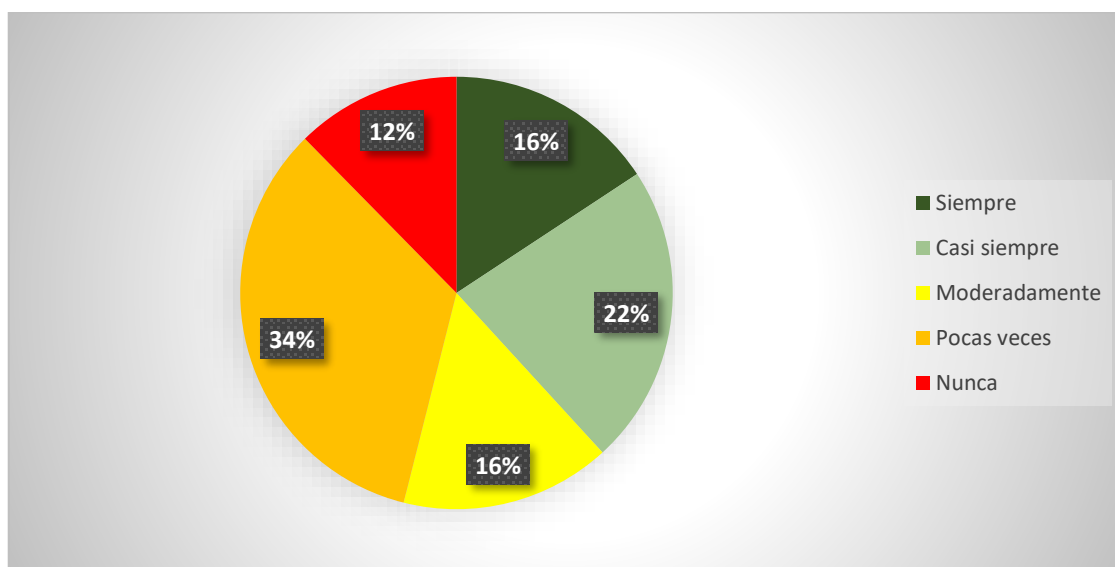


Figura 26. Control de calorías a consumir. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°9 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se puede observar que un 46% casi o nada considera las calorías a consumir, es decir que no se considera o hay poca importancia sobre el consumo excesivo de calorías de cada uno de ellos.

Pregunta N° 11.- ¿Realizas algún tipo de ejercicio? Si es así, ¿Cuántos días por semana?

Tabla 32 Ejercicios por semanas.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Ninguna | 48 | 27% |
| 1 o 2 días | 75 | 42% |
| 3 a 4 días | 35 | 20% |
| 5 o 6 días | 6 | 3% |
| Todos los días | 14 | 8% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

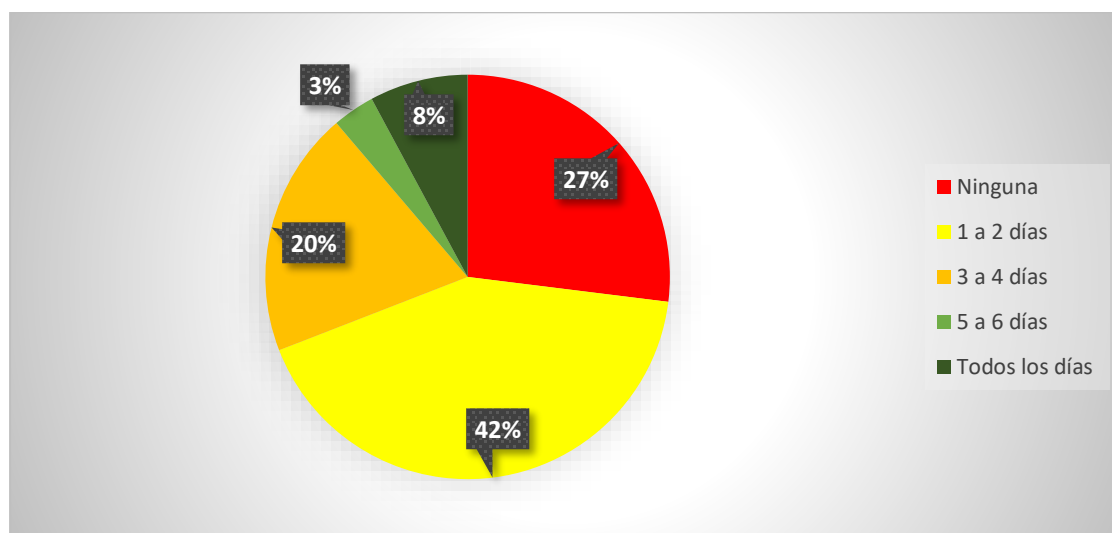


Figura 27. Ejercicios por semanas. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°11 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Esto indica que el 69% de la población es sedentaria, es decir que realiza poco o nada de ejercicio.

Pregunta N° 12.- ¿Usted ha ido alguna vez al médico para que le prescriba alguna una dieta?

Tabla 33 Prescripción de dieta por un médico.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|
| Siempre | 64 | 36% |
| Casi siempre | 20 | 11% |
| Moderadamente | 26 | 15% |
| Pocas veces | 60 | 34% |
| Nunca | 8 | 4% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

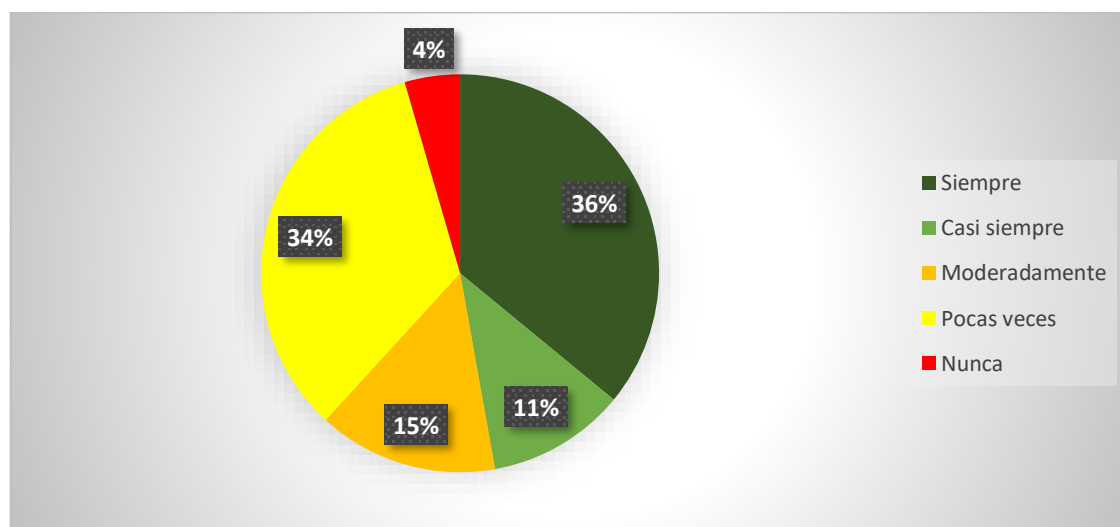


Figura 28. Prescripción de dieta por un médico. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°11 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Esto concluye que un porcentaje moderado, 62% de la población, tiene en cuenta de la importancia de ir con un nutricionista o un médico al momento de la prescripción de alguna dieta.

Pregunta N° 12.- Cuando usted fue atendido en promedio, ¿Cuánto tiempo en minutos se tomó el médico que lo ha atendido en consultas relacionadas con su alimentación o nutrición?

Tabla 34 *Tiempo de consulta médica.*

| Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|-------------------|-------------|-------------|
| 0 a 10 minutos | 60 | 33.71% |
| 10.1 a 20 minutos | 24 | 13.48% |
| 20.1 a 30 minutos | 12 | 6.74% |
| 30.1 a 40 minutos | 0 | 0.00% |
| 40.1 a 50 minutos | 49 | 27.53% |
| 50.1 a 60 minutos | 33 | 18.54% |
| 60.1 a 70 minutos | 0 | 0% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

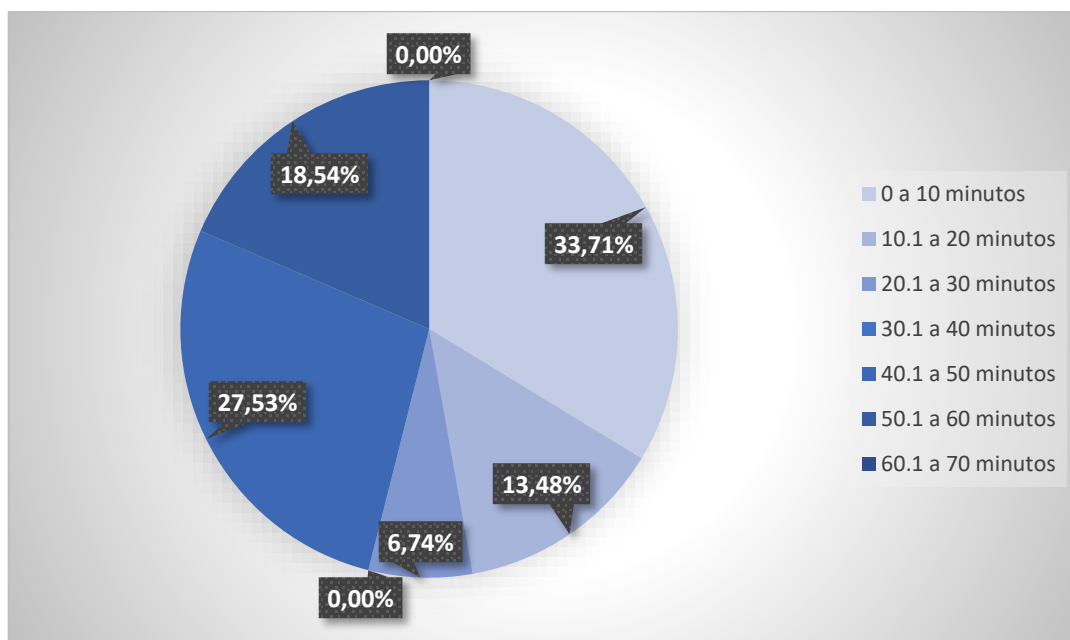


Figura 29. Tiempo de consulta médica. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°12 se observa que de la muestra de n=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se puede observar que hay un 46.07% que han sido atendido por más de 30 minutos en consulta.

Pregunta N° 13.- ¿Cuánto es el tiempo en minutos que usted considera como aceptable para la duración de una consulta relacionada con la evaluación de su estado físico, descripción de una dieta, ejercicios adecuados que le permita tener un mejor estado de salud?

Tabla 35 *Tiempo considerado en una consulta médica.*

| Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|-------------------|-------------|-------------|
| 0 a 10 minutos | 7 | 4% |
| 10.1 a 20 minutos | 71 | 40% |
| 20.1 a 30 minutos | 68 | 38% |
| 30.1 a 40 minutos | 0 | 0% |
| 40.1 a 50 minutos | 2 | 1% |
| 50.1 a 60 minutos | 30 | 17% |
| 60.1 a 70 minutos | 0 | 0% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

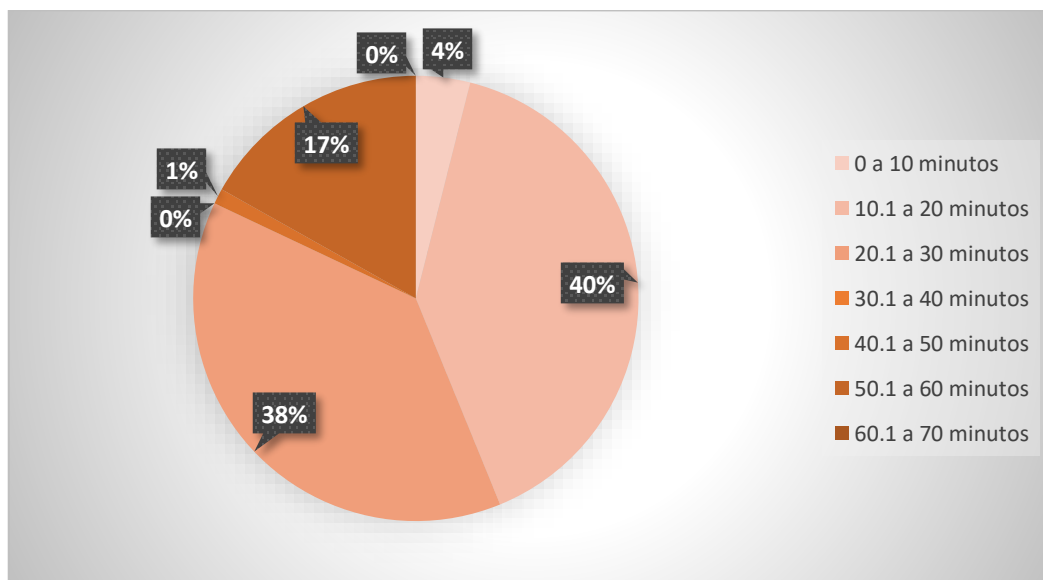


Figura 30. Tiempo considerado en una consulta médica. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°13 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se concluye que un gran porcentaje, 78% de la población, consideran entre 10.1 a 30 minutos el tiempo de consulta.

Pregunta N° 14 ¿Cuánto ha sido el costo promedio de la consulta de un médico nutricionista que lo haya atendido a usted en los últimos meses?

Tabla 36 Costo promedio de consulta de un nutricionista.

| Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|-------------------|-------------|-------------|
| 0 a 10 dólares | 49 | 27.53% |
| 10.1 a 20 dólares | 102 | 57.30% |
| 20.1 a 30 dólares | 11 | 6.18% |
| 30.1 a 40 dólares | 6 | 3.37% |
| 40.1 a 50 dólares | 10 | 5.62% |
| 50.1 a 60 dólares | 0 | 0.00% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

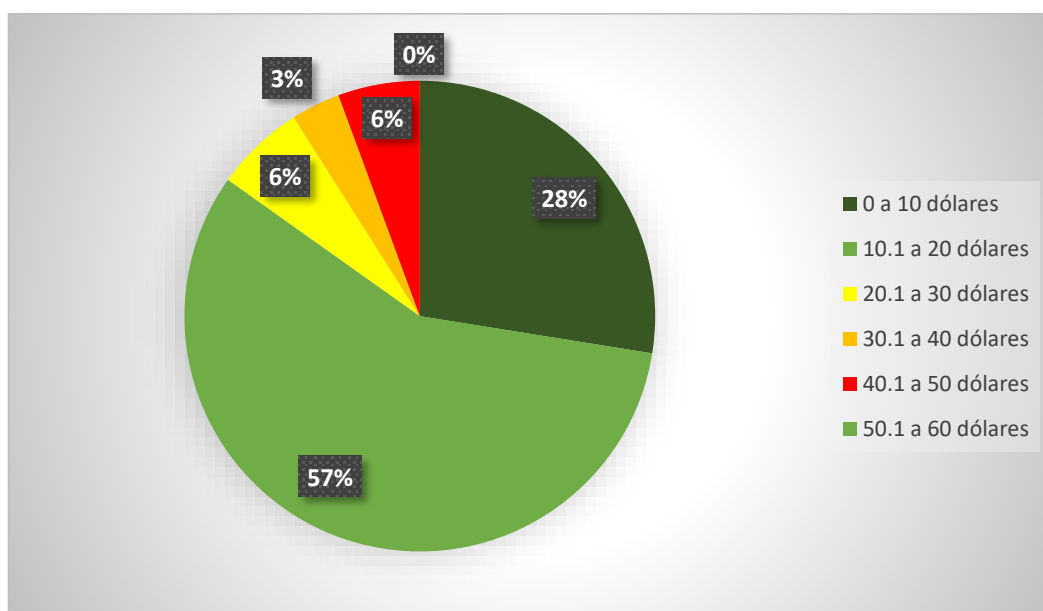


Figura 31. Costo promedio de consulta de un nutricionista. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°14 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, De esta manera se puede visualizar diferentes valores que han cancelado los habitantes del sector, de igual manera esta fue una pregunta abierta para conocer el valor exacto que ha invertido en una consulta con un nutricionista, sin embargo, se puede observar que un 85% no han invertido valores altos sino en bajos de acuerdo al presupuesto del encuestado.

Pregunta N° 15.- ¿Considera usted que el uso de las herramientas de tecnología modernas que apoyan a los médicos nutricionistas permitiría que estos lo atiendan en menor tiempo y con mayor calidad?

Tabla 37 Importancia de herramientas tecnológicas para apoyo de médicos nutricionistas.

| Opciones de respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Totalmente de acuerdo | 113 | 63% |
| Parcialmente de acuerdo | 50 | 28% |
| Ni de acuerdo ni en desacuerdo | 7 | 4% |
| Parcialmente en desacuerdo | 6 | 3% |
| Totalmente en desacuerdo | 2 | 1% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

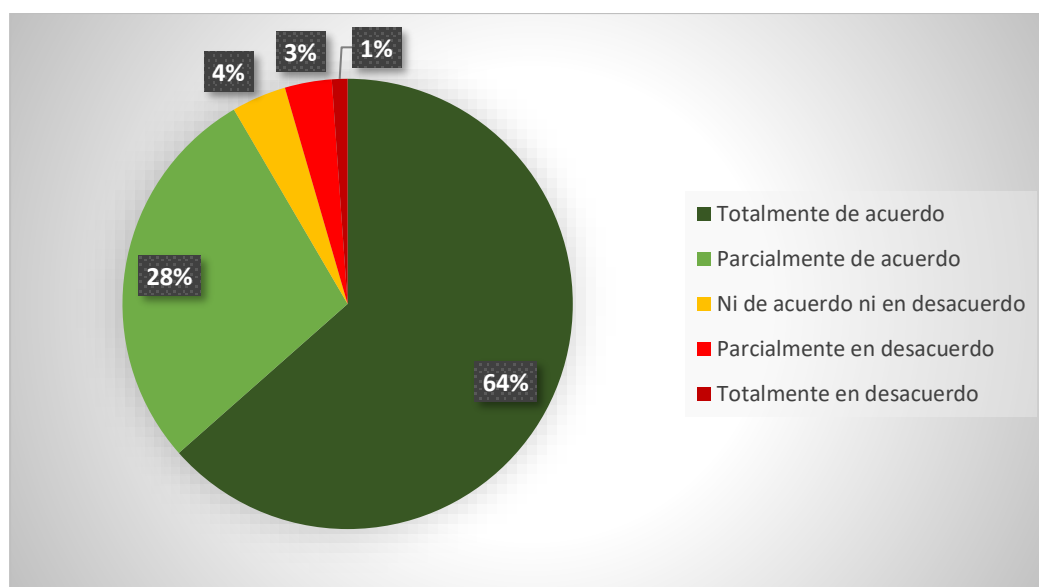


Figura 32. Importancia de herramientas tecnológicas para apoyo de médicos nutricionistas. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N°15 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Se observa que un alto porcentaje, 92%, considera importante una herramienta tecnológica para el apoyo al médico nutricionista, y un bajo porcentaje, 8%, aun estiman a lo tradicional.

Pregunta N° 16.- Si un nutricionista cuenta con herramientas tecnológicas modernas, que le permita a usted una atención ágil, oportuna y de mayor calidad en el servicio ¿hasta cuanto estaría dispuesto a pagar por la consulta?

Tabla 38 Costo promedio de consulta de un nutricionista dispuesto a pagar.

| Respuestas | Encuestados | Porcentaje |
|-------------------|-------------|-------------|
| 0 a 10 dólares | 28 | 16% |
| 10.1 a 20 dólares | 49 | 28% |
| 20.1 a 30 dólares | 90 | 51% |
| 30.1 a 40 dólares | 0 | 0% |
| 40.1 a 50 dólares | 5 | 3% |
| 50.1 a 60 dólares | 6 | 3% |
| Total | 178 | 100% |

Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

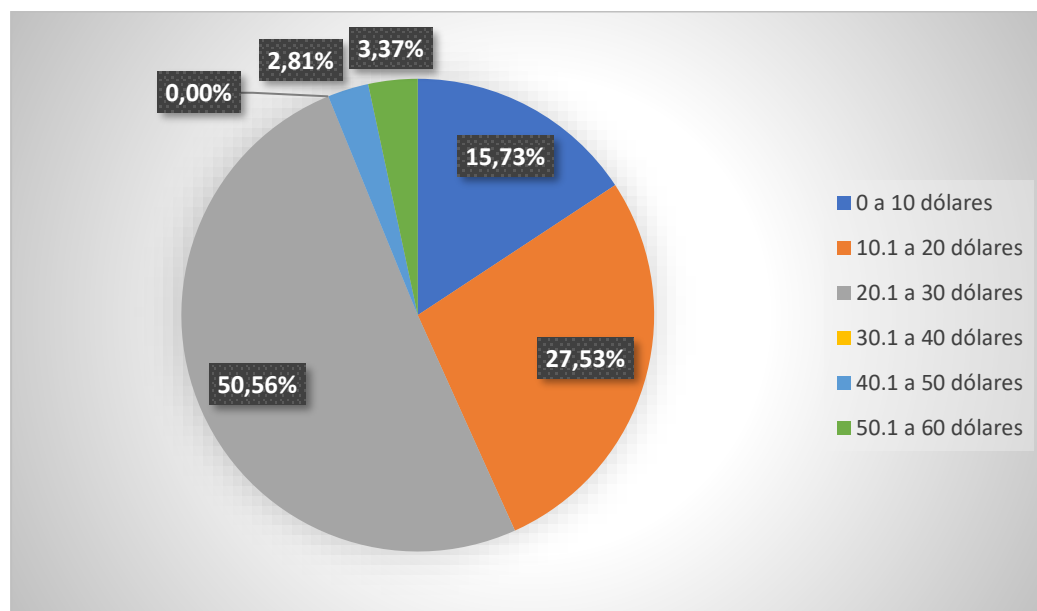


Figura 33. Costo promedio de consulta de un nutricionista dispuesto a pagar. Información obtenida de formulario de Google y de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Respecto al gráfico estadístico de resultado N° 16 se observa que de la muestra de N=178 de los moradores del sector de Bastión popular que han sido encuestados, Comparando con el grafico estadístico 14, se observa que un gran porcentaje invertiría casi el doble de lo que cancelaba antes en la consulta médica, esto quiere decir que la población apoya la idea de que el medico nutricionista cuente con este apoyo tecnológico.

3.5.4. Resumen de la entrevista

Se realizó la entrevista a dos profesionales de la especialidad de nutrición, las licenciadas Juliana Moncayo Plaza y Verónica Flores, ellas llevan más de dos años ejerciendo la especialidad de nutrición, en dicha entrevista mencionan que actualmente ellas laboran solo con las calculadoras que les ayudan a sacar lo que es el IMC, REE. Pero no cuentan con un software que les asista para tener un diagnóstico de manera rápida. Además, comentan que les serviría mucho contar con un software así. En los anexos se encuentra la entrevista completa con las licenciadas.

3.6. Construcción del modelo de Machine Learning

Para el modelo se requiere un datasets, el cual este nos permitirá entrenar a la red neuronal para que aprenda y pueda dar la esperada predicción. Se utilizó una base de datos que se encuentra en la página de Global Dietary Data base, llamada DIETA-PILOT Survey, 2012, por el motivo que la licenciada Juliana no contaba con una data extensa para Data base poder entrenar al modelo.

Esta base de datos fue realizada en el 2012 en el país de Rumanía, realizadas por Dunărea de Jos Universidad de Galați, fueron seleccionados dos médicos de cabecera del condado romano, uno que trabajaba en la zona rural y otro en la zona urbana, y 4 de Bucarest.

Los datos se encuentran guardados en un archivo Excel, extensión .xlsx., almacenado en el computador. Como se trabajó en Google Colab, cada vez que había inactividad por un tiempo prolongado, se tendría que subir la datasets y volver a ejecutar las líneas de códigos.

A continuación, se describe lo que hay en la datasets.

Tabla 39. Modelo Machine Learning

| Variable | Descripción | Valores |
|----------|--------------------------------------|--|
| Id | Identificador numérico del paciente | |
| Sex | Sexo de paciente en años | 1 masculino 2 femenino |
| Age | Edad del paciente | |
| Edc | Nivel de estudios del paciente | 1 primaria 2 secundaria 3 tercer nivel o maestrías |
| Wgt | Peso del paciente en kilogramos (kg) | |

| | | |
|-----------------|---|--|
| Hgt | Altura del paciente en centímetros (cm) | |
| Eat_seq | Número ordinal de la ocasión de comer | |
| Meal_type | Tipo de comida | 1 Antes del desayuno 2 Desayuno 3 Merienda entre el desayuno y la comida 4 Comida 5 Merienda entre la comida y la cena 6 Cena 7 Merienda después de la cena |
| Bmi_cat1 | Clasificación de los participantes basada en el IMC para adultos (≥ 20 años) y en el percentil específico de edad | " 1 Insuficiencia ponderal (Adultos ≥ 20 años: IMC $< 18,5$ kg/m ² ; Niños < 20 años: IMC $< 5^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo) 2 Normal (Adultos ≥ 20 años: IMC 18,5-24,9 kg/m ² ; Niños < 20 años: IMC 5° a $< 85^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo) 3 Sobrepeso (Adultos ≥ 20 años: IMC 25-29,9 kg/m ² ; Niños < 20 años: IMC 85° a $< 95^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo) 4 Obesos (Adultos ≥ 20 años: IMC ≥ 30 kg/m ² ; Niños < 20 años: IMC $\geq 95^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo)" |
| energy_100_truc | Consumo de energía en Kcal | |

Antes de realizar el modelo de red neuronal, se realiza una comparación de modelos los cuales son: Modelo de Regresión Múltiple, Modelo de Regresión Lineal Múltiple, Algoritmo de Regresión Logística, Support Vector Machine, Algoritmo: Regresión de soporte vectorial (SVR), Algoritmo Arboles de Decisión, Modelo Bosque Aleatorios y por último y no menos importante el módulo de Red Neuronal.

Se va a analizar cuál de ellos tienen un mayor porcentaje de éxito, sin estar sobreentrenada el módulo.

Para realizar dichos módulos se ejecutará en el lenguaje Python, ya que es un lenguaje de código abierto, fácil de comprender, además cuenta con librerías de ciencias de datos, el cual está relacionada con la inteligencia artificial.

A continuación, se comparte las distintas librerías de Python que se utilizarán para el desarrollo de los módulos:

Tabla 40. Función de las librerías

| Librería | Función |
|-------------------|--|
| Pandas | La estructura de datos principal de los pandas es una serie de datos unidimensionales y un DataFrame de datos bidimensionales |
| Numpy | <p>Proporciona una estructura de datos general, que puede realizar análisis de datos e intercambio de datos entre diferentes algoritmos.</p> <p>La estructura de datos que implementa es un vector y una matriz multidimensionales con una gran cantidad de capacidad de datos. Además, la biblioteca también proporciona funciones matemáticas avanzadas para operar en estas estructuras de datos.</p> |
| Matplotlib | Genera diferentes tipos de gráficos como series temporales, histogramas, diagramas de barra, etc. |
| keras | Con keras es sencillo comprobar lo que se ha hecho tendrán buenos resultado. Keras utiliza otras bibliotecas |

de aprendizaje profundo (TensorFlow, CNTK o Theano) de forma transparente para hacer lo que le decimos que haga.

Tensorflow

Realiza cálculos numéricos utilizando gráficos de flujo de datos. Esto puede tener un pequeño impacto al principio, porque escribiremos gráficos en lugar de programación. Los nodos del gráfico serán operaciones matemáticas y los bordes representan tensores (matriz de datos multidimensionales).

Scikit-Learn

Se usa para clasificación, regresión, agrupación, reducción de dimensionalidad, selección de modelo, preprocesamiento

Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

3.6.1. Importación de datos

Importamos los datos desde el computador hacia el entorno de trabajo, en este caso el que se va a usar en este proyecto es el Google colab.

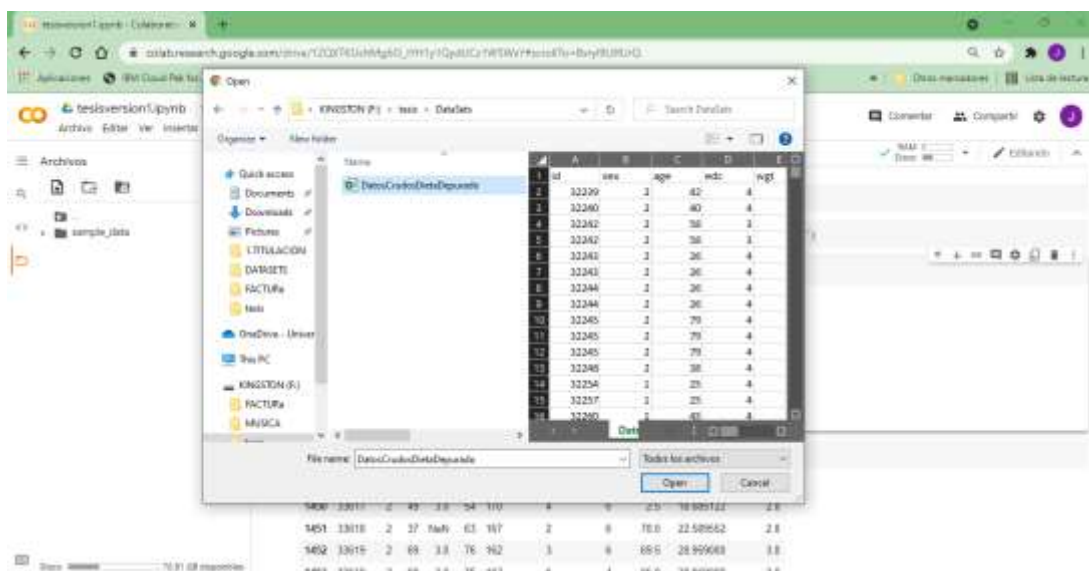


Figura 34. Importación de datos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se muestra a continuación el archivo Excel cargado en el Google colab:

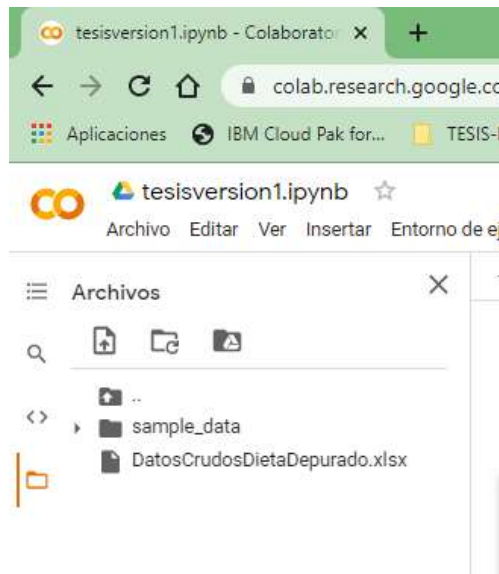


Figura 35. Importación de datos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Como se puede observar ya se encuentra cargado los datos en el Google colab, el archivo llamado DatosCrudosDietaDepurado, que tiene como extensión xlsx es decir un archivo de Excel. Ahora se llama a los datos.

Importamos la librería Panda como pd, es decir que ya no hay que escribir completo panda sino pd. Se va a llamar donde se guardan los datos Dataframe1, con .head muestra las primeras filas por defecto va a mostrar las 5 primeras filas del dataframe. Y con .tail las últimas filas. Se puede observar que se cuenta con las columnas id, sex, age, edc, wgt, hgt, eat_seq, meal_type, bmi_cat, energy_100_truc.

```
dataframe1.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1455 entries, 0 to 1454
Data columns (total 10 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   id                    1455 non-null   int64
1   sex                   1455 non-null   int64
2   age                   1455 non-null   int64
3   edc                   1433 non-null   float64
4   wgt                   1455 non-null   int64
5   hgt                   1455 non-null   int64
6   eat_seq               1455 non-null   int64
7   meal_type             1455 non-null   int64
8   bmi_cat               1453 non-null   float64
9   energy_100_truc       1455 non-null   int64
dtypes: float64(2), int64(8)
memory usage: 113.8 KB
```

Figura 36. Importación de librerías Panda

3.6.2. Tratamientos de datos

Se retiran las filas que tienen información nula.

```
dataframe1=dataframe1[dataframe1['bmi_cat'].notna()]
```

Se reemplaza 'bmi_cat' con cada nombre de las variables. Una vez realizado esto se observa que se encuentran 1431 datos en el dataframe1 comparando con el anterior dataframe sin depurar se encuentran 1455 era el máximo de datos.

```
dataframe1.info()

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 1431 entries, 0 to 1454
Data columns (total 10 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   id                    1431 non-null   int64
1   sex                   1431 non-null   int64
2   age                   1431 non-null   int64
3   edc                   1431 non-null   float64
4   wgt                   1431 non-null   int64
5   hgt                   1431 non-null   int64
6   eat_seq               1431 non-null   int64
7   meal_type             1431 non-null   int64
8   bmi_cat               1431 non-null   float64
9   energy_100_truc       1431 non-null   int64
dtypes: float64(2), int64(8)
memory usage: 123.0 KB
```

Figura 37. Tratamiento de datos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se separaron los datos del dataframe1, en X y Y; separando de las columnas 1 al 7 como X y la columna 8 como Y.

```
[20] X = dataframe.iloc[ : , 1 : 8 ].values

[21] y= dataframe.iloc[ : , 8 ]

[22] print(X)

[[ 2. 20.  3. ... 165.  1.  2.]
 [ 2. 20.  3. ... 172.  5.  2.]
 [ 2. 20.  4. ... 168.  4.  2.]
 ...
 [ 2. 86.  2. ... 150.  2.  6.]
 [ 1. 88.  2. ... 170.  3.  4.]
 [ 2. 88.  2. ... 164.  2.  2.]]

[23] print(y)

18      1.0
451      1.0
316      2.0
1133     1.0
```

Figura 38. Tratamiento de datos. Elaborado por Joselyn Tumbaco

No hace falta usar imputador porque no hay NaN en los datos, todas las filas y columnas están con valores numéricos.

Por consiguiente, se revisa si hay valores atípicos también conocidos como outliers, se considera outliers al observar que es numéricamente lejano al resto de los datos, se comprueba si existen en los datos outliers a cada una de las variables.

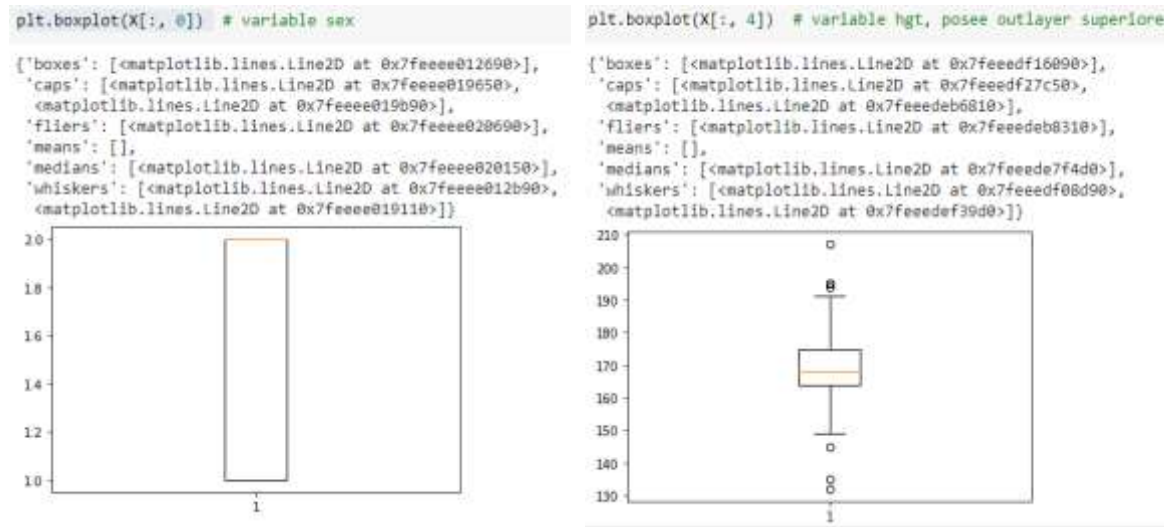


Figura 39. Variables sex y hgt. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se observa en la figura 39 que no existe en la variable sex ningún outliers, en cambio en la variable hgt se observa que cuenta con outliers superiores e inferiores. Se realizó con todas las variables y las variables age, wgt, hgt, eat_seq, poseen outliers superiores, y las eat_seq, hgt, edc poseen outliers inferiores.

Considerando que existes outliers superiores e inferiores se hace el respectivo ajuste de outliers. Primero con los outliers superiores, luego con los outliers inferiores.



Figura 40. Outliers ajustados. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se observa que ya fueron ajustados los outliers tanto como superiores, teniendo como ejemplos la variable hgt, ya que ella contaba con ambas outliers.

Se realiza el escalamiento en las x, con la librería: StandardScaler. Se divide la data en conjunto de entrenamiento y en conjunto de testing, 80% train (entrenamiento) y 20% testing (test):

```
arr_X_train, arr_X_test, arr_y_train, arr_y_test = train_test_split(X_sc, y,
                                                                    test_size=0.2,
                                                                    random_state= 0)
```

3.6.2.1.Elección del modelo

Se desarrolla diferentes algoritmos tales como Regresión Lineal Múltiple, Algoritmo de Regresión Logística, Support Vector Machine, Algoritmo Árboles de Decisión, Red Neuronal. Para poder comparar con los algoritmos ya mencionados y mostrar cual es el más eficiente para este tipo de problema. Sin embargo, se detalla el código de que se utilizó para definir la red neuronal.

En lo que es la Red Neuronal se elige el modelo

```
model = Sequential()
model.add(Dense(units=14, activation='relu', input_dim=7))
model.add(Dense(units=7, activation='relu'))
model.add(Dense(units=1))
```

Se realiza la topología lineal (secuencial), definiendo 7 entradas de la red, 14 redes en la primera capa oculta, en la segunda capa oculta 7 redes, y una salida. Teniendo como función de activación en la primera y segunda capa 'relu'.

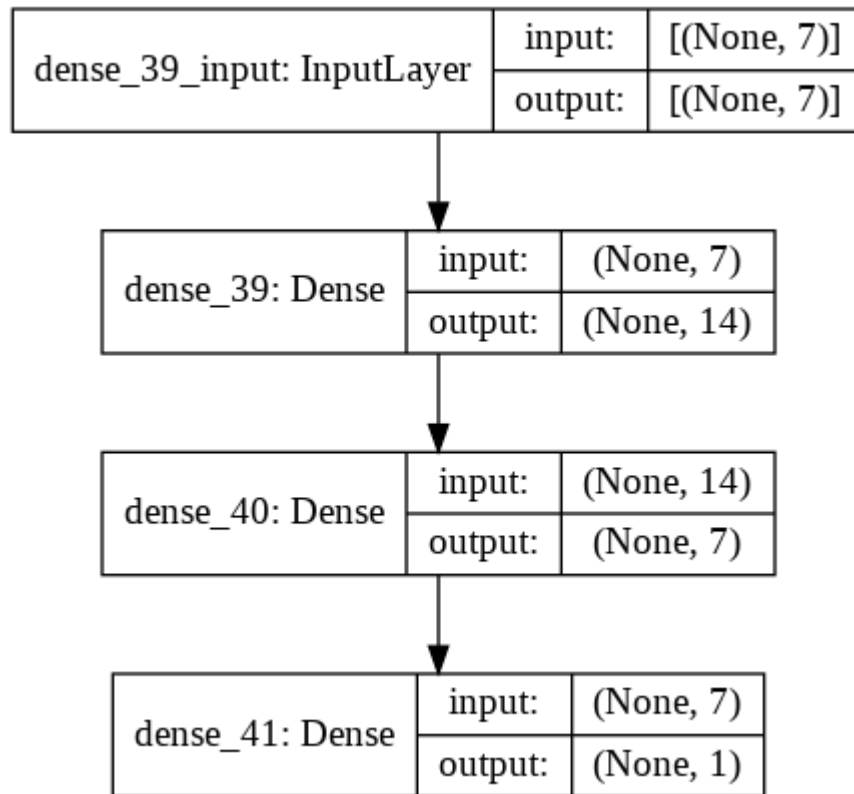


Figura 41 Arquitectura del modelo de la red neuronal. Tomada de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

3.6.2.2. Configuración de parámetros

Una vez definido el modelo, sigue es compilarlo, con la librería de Tensorflow, por lo que keras usa librerías numéricas. El backend es el encargado de escoger la mejor manera de entrenar la red y de realizar predicciones.

Se utilizará la función de pérdida de regresión, 'mean_absolute_error' la cual se usa para calcular la media de cuadrados de errores entre etiquetas y predicciones, con 'sgd' se utiliza como optimizador de descenso de gradientes (con impulso)

```
model.compile(optimizer='sgd', loss='mean_absolute_error')
```

3.6.2.3. Evaluación de los algoritmos

Se ejecuta los modelos con los datos que entran, con la función fit() se ajusta el modelo, para el proceso de entrenamiento por medio de epochs se ajusta el número de iteraciones.

History como un objeto de devolución, validation_split es un número que determina cómo se deben dividir sus datos en conjuntos de entrenamiento y validación y el verbose se indica que se muestre el progreso para cada epochs.

```
history = model.fit(arr_X_train, arr_y_train, epochs = 10, validation_split = 0.3, verbose = 1)
```

3.6.2.4. Entrenamiento del algoritmo

Se ajusta cada uno de los pesos de que entran a las neuronas de la red neuronal, compilándola.

```
Epoch 1/10
25/25 [=====] - 0s 7ms/step - loss: 2.6676 - val_loss: 2.3396
Epoch 2/10
25/25 [=====] - 0s 2ms/step - loss: 2.0700 - val_loss: 1.6879
Epoch 3/10
25/25 [=====] - 0s 2ms/step - loss: 1.3440 - val_loss: 0.9352
Epoch 4/10
25/25 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.7847 - val_loss: 0.6531
Epoch 5/10
25/25 [=====] - 0s 2ms/step - loss: 0.6028 - val_loss: 0.5562
Epoch 6/10
25/25 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.5133 - val_loss: 0.4870
Epoch 7/10
25/25 [=====] - 0s 2ms/step - loss: 0.4526 - val_loss: 0.4360
Epoch 8/10
25/25 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.4083 - val_loss: 0.4014
Epoch 9/10
25/25 [=====] - 0s 3ms/step - loss: 0.3775 - val_loss: 0.3760
Epoch 10/10
25/25 [=====] - 0s 2ms/step - loss: 0.3570 - val_loss: 0.3570
```

Figura 42 Entrenando a la Red. Tomada de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se puede observar que se tiene perdidas de datos, en la siguiente grafica se observa la gráfica en donde se puede comprobar cómo va aprendiendo la red.

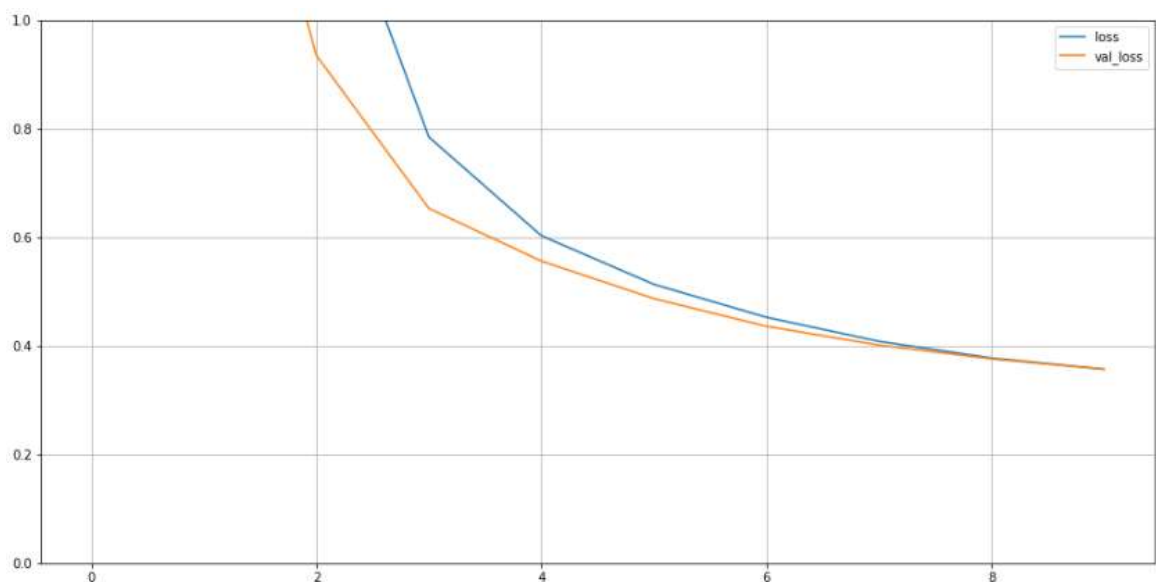


Figura 43 Loss vs val_loss. Tomada de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

Se observa en la figura que hay perdidas de datos, ya que en el epoch 8 la línea loss no se encuentra por encima del val_loss.

3.6.2.5. Predicción

Para realizar la predicción de los diferentes algoritmos, se toma el siguiente código. El cual mostrara en el que etapa de la tabla de IMC está ubicado de acuerdo a su edad, peso, talla.

Con los siguientes datos:

Tabla 41. Predicción

| Variable | | Valor |
|----------|--------------|-------|
| sex | Femenino | 2 |
| age | 50 | 50 |
| edc | Tercer nivel | 3 |
| wgt | 56 | 56 |
| hgt | 168 | 168 |

Elaborado por Joselyn Tumbaco

```
nuevo_paciente = model.predict(sc.transform(np.array([[2, 50, 3, 56, 168, 0, 0]])))
print(nuevo_paciente)
```

```
nuevo_paciente = model.predict(sc.transform(np.array([[2, 50, 3, 56, 168, 0, 0]])))
print(nuevo_paciente)
```

[[2.8354912]]

Figura 44. Predicción1. Tomada de la investigación directa. Elaborado por Joselyn Tumbaco

2 = una persona con peso normal según la tabla del IMC.

Sacando el IMC

$$\frac{56}{168^2} = 19.84$$

Como se ve se encuentra en el rango de Peso normal

- 1** insuficiencia ponderal (Adultos ≥ 20 años: IMC $< 18,5$ kg/m²; Niños < 20 años: IMC $< 5^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo)
- 2** normal (Adultos ≥ 20 años: IMC 18,5-24,9 kg/m²; Niños < 20 años: IMC 5° a $< 85^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo)
- 3** sobrepeso (Adultos ≥ 20 años: IMC 25-29,9 kg/m²; Niños < 20 años: IMC 85° a $< 95^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo)
- 4** obesos (Adultos ≥ 20 años: IMC ≥ 30 kg/m²; Niños < 20 años: IMC $\geq 95^{\circ}$ percentil específico de edad y sexo)"

Se realiza otra prueba con los siguientes datos:

Tabla 42. IMC

| Variable | | Valor |
|----------|------------|-------|
| sex | Masculino | 1 |
| age | 30 | 30 |
| edc | Secundaria | 2 |
| wgt | 80 | 80 |
| hgt | 150 | 150 |

Elaborado por Joselyn Tumbaco

```
nuevo_paciente = model.predict(sc.transform(np.array([[1, 30, 2, 80, 150, 0, 0]]))
print(nuevo_paciente)
```

[[3.6485817]]

Figura 45. Predicción 2. Elaborado por Joselyn Tumbaco

$$\frac{80}{150^2} = 35.55$$

Se supone que debe predecir que está en el rango 4 pero me da en el rango 3, es decir que la red no está debidamente entrenada, ahora a, continuación se mostraran el accuracy de cada algoritmo realizado, comparando con la red neuronal.

| Modelo | Accuracy | Porcentaje |
|---------------------------|--------------------|------------|
| Regresión Lineal Múltiple | 0.8296820517516791 | 82.9% |

| | | |
|---|--------------------|-------|
| Algoritmo de Regresión Logística | 0.9790940766550522 | 97.9% |
| Máquina de Soporte vectorial | 0.8291211791354451 | 82.9% |
| Algoritmo Árboles de Decisión con profundidad 5 | 0.8606271777003485 | 86.0% |
| Bosque Aleatorio con 40 estimadores | 0.9616724738675958 | 96.1% |
| Red Neuronal | 0.0627177700348432 | 6.27% |

Tabla 43 Comparativa

Se observa en la tabla que la red neuronal es deficiente para este proyecto, se recomendaría el algoritmo de Regresión logística ya que cuenta con una exactitud de 97.9%.

3.7.Conclusiones

- Para realizar un modelo de red neuronal o de cualquier módulo de inteligencia artificial se requiere de un buen tratamiento de datos, como es en este caso del proyecto, se necesitó una data base extensa para comparar los diferentes tipos de algoritmos existentes para la creación del modelo de IA.
- Se desarrolló el análisis de las diferentes herramientas, el cual fue seleccionado Google Colab con el lenguaje de programación Python, por que permitió desarrollar el código de programación de los diferentes algoritmos de inteligencia artificial, facilitándonos no descargar ni instalar ningún programa extra al momento de ejecutar, dando la facilidad de trabajar de una manera ordenada ejecutando secciones.
- Se presentó debido el funcionamiento la red neuronal y con los otros módulos de inteligencia artificial, cubriéndose del mismo alcance propuesto de este proyecto de investigación.

3.8. Recomendaciones

Se recomienda:

- Para el desarrollo de módulo de inteligencia artificial es necesario contar con una base de datos que contengan una gran cantidad y variedad de datos para que el módulo pueda aprender de una manera exitosa y así conlleve a la solución deseada.
- Capacitar la red en cada período de tiempo específico, ya que la red necesita información actual y correcta para funcionar con normalidad.
- Ampliar el proyecto consiguiendo una base datos numerosa, el cual logre predecir las calorías o que consumir día a día, y así ser de una gran ayuda para los estudiantes de nutrición, futuros licenciados de dicha rama de la Universidad de Guayaquil ya que se apoyarían con un módulo de inteligencia artificial.

Anexos

Anexo 1

Entrevista realizada a las licenciadas



ENCUESTA PARA PROYECTO DE TESIS

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”

1. **Fecha de la entrevista:** 25/02/2021
2. **Nombre:** Verónica Flores
3. **Género:** Femenino
4. **Especialidad:** Médico General – Especialidad en Nutrición clínica.
5. **Años de experiencia total en el campo de la medicina:**
7 años
6. **Años de experiencia ejerciendo la especialidad:**
3 años
7. **En el momento de la consulta al paciente, ¿Qué tiempo estimado conlleva para valorar, examinar, lo que deba realizar para prescribirle una dieta al paciente?**
40 minutos
8. **En el momento de realizar los cálculos del IMC (Índice de masa corporal), REE (Requerimientos calóricos), entre otros. ¿Usted cuenta con una herramienta tecnológica que le ayude a calcular estos o lo realiza manualmente?**
Por lo general es manualmente.
9. **¿Usted cree que realización de estos cálculos son los que le llevan un poco más de tiempo al momento de la consulta con el paciente?**
Claro, hay ocasiones que uno ocupa mucho mas tiempo de lo estimado con el paciente.
10. **¿Ha tenido o ha escuchado comentarios negativos del tiempo de consulta ya sea en su consultorio o de otro compañero?**
No, porque no es solo estimar requerimientos del paciente, también se los valora antropométricamente, charla y educación nutricional.
11. **¿Considera usted beneficioso contar con una herramienta tecnológica que les ayude, asesorando, de manera rápida y eficaz al diagnóstico del paciente?**
Es mucho más útil ya que si ahorramos tiempo en el momento de hacer cálculos de calorías.

12. **¿Sabía usted que la inteligencia artificial trata de que los ordenadores cuenten con la habilidad para realizar actividades que generalmente lo interpreta la inteligencia humana?**

Había escuchado sobre el tema, pero no tengo mucha información acerca de ello.

13. **¿Ha escuchado usted o ha hecho uso de herramientas tecnológicas en el ámbito de la medicina que incluye internamente módulos de inteligencia artificial?**

Si he escuchado, pero no he usado otras herramientas mas que las calculadoras de requerimientos de calorías.

14. **¿Cree usted que sería atractivo contar con un módulo de inteligencia artificial en la cual pueda inferir una dieta adecuada en función de las condiciones necesidades físicas actuales del paciente como su herramienta de apoyo en el proceso de la consulta?**

Fuera de mucha utilidad la verdad, aunque tendría que ser funciones correctas y específicas para un plan aun mas personalizado.

15. **¿Cree usted que sería atractivo contar con un módulo de inteligencia artificial en la cual le permita recomendar una serie de ejercicios adecuada en función de las condiciones necesidades físicas actuales del paciente como su herramienta de apoyo en el proceso de la consulta?**

Se les recomienda a todos los pacientes que realicen alguna actividad física, si hubiera una serie de ejercicios que aportara para la ayuda del plan fuera muy ingenioso.

16. **Considerando que un módulo de inteligencia artificial se convierte en un asesor para los profesionales debido a que este tipo de modulo se alimenta de experiencias previas tomadas de expertos en una determinada disciplina. ¿Cree usted que al contar con una herramienta tecnológica de este tipo le permitiría reducir el tiempo requerido en la consulta, diagnóstico y prescripción de la dieta y ejercicios respectivo?**

Claro, se podría reducir mucho mas el tiempo acordado e inclusive los profesionales durante la realización del plan de alimentación podría acortarse el tiempo que conlleva hacerlo. Fuera mucho mas eficiente.



ENCUESTA PARA PROYECTO DE TESIS

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ASESORAMIENTO PARA MEDICOS
NUTRICIONISTAS DE LA COOPERATIVA BASTIÓN POPULAR BLOQUE 10 A USANDO
UNA RED NEURONAL PREVIO A EMITIR LAS PRESCRIPCIONES NUTRICIONALES”**

1. **Fecha de la entrevista:** 25/02/2021
2. **Nombre:** Juliana Moncayo Plaza
3. **Género:** Femenino
4. **Especialidad:** Lcda. Nutrición, Dietética y Estética.
5. **Años de experiencia total en el campo de la medicina:**
4 años
6. **Años de experiencia ejerciendo la especialidad:**
2 años
7. **En el momento de la consulta al paciente, ¿Qué tiempo estimado conlleva para valorar, examinar, lo que deba realizar para prescribirle una dieta al paciente?**
45- 50 minutos
8. **En el momento de realizar los cálculos del IMC (Índice de masa corporal), REE (Requerimientos calóricos), entre otros. ¿Usted cuenta con una herramienta tecnológica que le ayude a calcular estos o lo realiza manualmente?**
Por lo general es manualmente, aunque existe otro tipo de métodos a utilizar.
9. **¿Usted cree que realización de estos cálculos son los que le llevan un poco más de tiempo al momento de la consulta con el paciente?**
Sí por supuesto, ya que uno usa mucho mas tiempo de lo estimado.
10. **¿Ha tenido o ha escuchado comentarios negativos del tiempo de consulta ya sea en su consultorio o de otro compañero?**
No, por lo general los requerimientos calóricos se los estima después de la consulta del paciente.
11. **¿Considera usted beneficioso contar con una herramienta tecnológica que les ayude, asesorando, de manera rápida y eficaz al diagnóstico del paciente?**
Claro, sería mucho más útil y nos ahorramos mucho el tiempo.

12. **¿Sabía usted que la inteligencia artificial trata de que los ordenadores cuenten con la habilidad para realizar actividades que generalmente lo interpreta la inteligencia humana?**

No, la verdad que no. Se escucha muy interesante e intrigante, quisiera saber mucho mas de este tipo de inteligencia.

13. **¿Ha escuchado usted o ha hecho uso de herramientas tecnológicas en el ámbito de la medicina que incluye internamente módulos de inteligencia artificial?**

No, solo he usado calculadoras de IMC y de grasa corporal.

14. **¿Cree usted que sería atractivo contar con un módulo de inteligencia artificial en la cual pueda inferir una dieta adecuada en función de las condiciones necesidades físicas actuales del paciente como su herramienta de apoyo en el proceso de la consulta?**

Por supuesto, sería mucho más útil y se podría llegar a un plan de alimentación mucho mas personalizado y específico.

15. **¿Cree usted que sería atractivo contar con un módulo de inteligencia artificial en la cual le permita recomendar una serie de ejercicios adecuada en función de las condiciones necesidades físicas actuales del paciente como su herramienta de apoyo en el proceso de la consulta?**




Si, es muy interesante y mejor así los pacientes sabrán que hacer durante los ejercicios que se les recomienda.

16. **Considerando que un módulo de inteligencia artificial se convierte en un asesor para los profesionales debido a que este tipo de modulo se alimenta de experiencias previas tomadas de expertos en una determinada disciplina. ¿Cree usted que al contar con una herramienta tecnológica de este tipo le permitiría reducir el tiempo requerido en la consulta, diagnóstico y prescripción de la dieta y ejercicios respectivo?**

Si, esto es mucho mas ideal ya que se puede usar ese tiempo en una mejor educación al paciente sobre otro tipos de cuidados durante el aprendizaje de alimentarse de mejor manera.

Anexo 2

Modelo de la encuesta realizada a los moradores del sector de Bastión popular

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ingeniería en
Teleinformática

Proyecto de Tesis

En el siguiente cuestionario se va a preguntar, preguntas en general de la alimentación que lleva a diario, con el objetivo de conocer si es necesario el uso de una herramienta tecnológica para el medico que le diagnostica en su dieta.

1. ¿Cuál es su género? *

☐ Hombre

☐ Mujer

2. ¿Qué edad tiene? *

Texto de respuesta breve

¿En caso de ser de habitante del sector de Bastión Popular indicar el bloque en el que reside ? *

Texto de respuesta breve

¿En caso de ser habitante del sector de Bastión Popular indicar en que manzana reside? *

Texto de respuesta breve

¿Usted cuenta con algún seguro medico? *

- ☐ Seguro privado
- ☐ Seguro publico
- ☐ No cuento con seguro

¿Cuántas comidas se sirve usted al día? *

- ☐ Ninguna
- ☐ Entre 1 y 2 comidas
- ☐ 3 comidas al día
- ☐ 5 comidas al día (3 comidas al día, media mañana y media tarde)
- ☐ Más de 5 comidas

Cuando requiere de atención medica, normalmente ¿A que tipo de centro medico acude? *

- ☐ Centro medico publico
- ☐ Centro medico privado (Clínicas, hospitales privados)
- ☐ Centro medico de fundaciones
- ☐ Consultorio medico independiente

¿Cuántos días a la semana consume usted comida rápida? *

- ☐ Ninguno
- ☐ 1 O 2 días
- ☐ 3 a 4 días
- ☐ 5 o 6 días
- ☐ Todos los días

En el momento de preparar o comprar algo de comer, ¿Está pendiente de las calorías que va a consumir? *

- ☐ Siempre
- ☐ Casi siempre
- ☐ Moderadamente
- ☐ Pocas veces
- ☐ Nunca

...

¿Realizas algún tipo de ejercicio? Si es así, ¿Cuántos días por semana? *

- ☐ Ninguno
- ☐ 1 o 2 días
- ☐ 3 a 4 días
- ☐ 5 o 6 días
- ☐ Todos los días

7. ¿Usted ha ido alguna vez al médico para que le prescriba alguna una dieta? *

- ☐ Siempre
- ☐ Casi siempre
- ☐ Moderadamente
- ☐ Pocas veces
- ☐ Nunca

Quando usted fue atendido en promedio, ¿Cuánto tiempo en minutos se tomó el médico que lo ha atendido en consultas relacionadas con su alimentación o nutrición? *

Texto de respuesta breve

¿Cuánto es el tiempo en minutos que usted considera como aceptable para la duración de una consulta relacionada con la evaluación de su estado físico, descripción de una dieta, ejercicios adecuados que le permita tener un mejor estado de salud? *

Texto de respuesta breve

111

¿Cuánto ha sido el costo promedio de la consulta de un médico nutricionista que lo haya atendido a usted en los últimos meses? *

- ☐ Totalmente de acuerdo
- ☐ Parcialmente de acuerdo
- ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ☐ Parcialmente en desacuerdo
- ☐ Totalmente en desacuerdo

¿Considera usted que el uso de las herramientas de tecnología modernas que apoyan a los médicos nutricionistas permitiría que estos lo atiendan en menor tiempo y con mayor calidad? *

Texto de respuesta breve

.....

112

Si un nutricionista cuenta con herramientas tecnológicas modernas, que le permita a usted una atención ágil, oportuna y de mayor calidad en el servicio ¿hasta cuanto estaría dispuesto a pagar por la consulta?

Texto de respuesta breve

.....

Referencia bibliográfica

- Alberto Cardozo, L., Alberto, L., Guzman, C., Andrés, Y., Torres, M., & Alejandro, J. (2017). *Artículo Original Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso-obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia* *Body fat percentage and prevalence of overweight-obesity in college students of sports performanc.* 36(3), 68–75. <https://doi.org/10.12873/363cardozo>
- Agencia B12. (11 de Noviembre de 2019). *agenciab12*. Obtenido de agenciab12: <https://agenciab12.com/noticia/origen-concepto-inteligencia-artificial>
- Agencia B12. (07 de Mayo de 2021). *agenciab12*. Obtenido de agenciab12: <https://agenciab12.com/noticia/tipos-aprendizaje-automatico-existen>
- Aguilar-Barojas, Saraí (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11 (1-2), 333-338. ISSN: 1405-2091. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Ascencio, C. (2017). *Elementos fundamentales en el calculo de dietas 2a edición*. México: El manual moderno, S.A. de C.V.
- Casas Roma, J. Bosch Rué, A. y Lozano Bagén, T. (2019). *Deep learning: principios y fundamentos*. Editorial UOC. <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/126167?page=48>
- Basto Quiroga, G. D., Tarapues Chirivi, D. C., & Rodríguez Rodríguez, J. E. (2005). RED NEURONAL ARTIFICIAL PARA LA PRESCRIPCIÓN DE DIETAS ALIMENTICIAS “UDDIET. *Revista vínculos*, 2(1), 3-20. <https://doi.org/10.14483/2322939X.4085>
- El Naqa, I., & Murphy, M. (2015). *springer*. Obtenido de springer: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18305-3_1
- EL TELÉGRAFO. (16 de 10 de 2020). *eltelegrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/expertos-advierten-posibles-efectos-nocivos-en-ecuador-a-causa-de-la-mala-alimentacion>
- El Universo. (20 de Mayo de 2020). Niños de barrios populares de Guayaquil reciben kits de alimentos con aporte de empresas.

- Expósito, M. d., & Ávila, R. (2008). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. *SciELO*.
- Gamboa, J. Z. (2018). Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 20-33.
- González Benítez, Neilys, Estrada Sentí, Vivian, & Febles Estrada, Aylin. (2018). Estudio y selección de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 22(3), 131-141. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942018000300014&lng=es&tlng=pt.
- Instituto nacional de estadística y censos (2010). Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
- Instituto nacional de estadística y censos (2010). Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010 – a nivel de manzana. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010-a-nivel-de-manzana/>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (27 de Mayo de 2015). *nature*. Obtenido de nature: <https://www.nature.com/articles/nature14539>
- Ley orgánica de salud. (2015). *Ley orgánica de salud*. Quito.
- Luna, F. (2019). JavaScript-Aprende a programar en el lenguaje de la web . RedUsers.
- López-Roldán, Pedro. y Fachelli, Sandra. (2015). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. Universitat Autònoma de Barcelona. https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf
- Machado, J. (01 de 07 de 2019). *PRIMICIAS*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/ninos-desnutricion-dieta-alimentos-hambre/>

- Martínez, A., Pedrón, C., (2016). CONCEPTOS BÁSICOS EN ALIMENTACIÓN. Nutricia Medical Nutrition. <https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf>
- Microsoft. (s.f.). *Visual Studio Code*. Obtenido de Learn to code with Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com/learn>
- Moreno, A. (1994). *upcommons*. Obtenido de upcommons: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36157/9788483019962.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- National Geographic. (02 de Diciembre de 2020). *nationalgeographic*. Obtenido de nationalgeographic: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/breve-historia-visual-inteligencia-artificial_14419/5
- Navarrete, P., Loayza, M., Velaso, J., Huatuco, Z., & Abregú, R. (2016). Índice de masa corporal y niveles séricos de lípidos. *SciELO Perú*, 13-17.
- Olguín, J. (2019). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB INTERACTIVA PARA EL ESTUDIO Y EDICIÓN DE GRAFOS*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO: <http://132.248.9.195/ptd2018/abril/0772952/Index.html>
- Olveira, G. (2016). *MANUAL DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y DIETÉTICA TERCERA EDICIÓN*. Díaz de Santos.
- OMS, 200. 10 Datos Sobre La Obesidad. Obtenido de <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>
- Orozo, M. (31 de Mayo de 2020). USD 15 863 millones suman pérdidas causadas por pandemia en Ecuador. *El comercio*.
- Serna, E. (2017). DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA SEGUNDA EDICIÓN. En A. Serna, E. Acevedo, & E. Serna, *Principios de la Inteligencia Artificial en las Ciencias Computacionales* (pág. 162). Medellín: IAI.
- Suaréz-Carmona, W., Sánchez-Oliver, A., (2018). Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutrición clinica en medicina*, volumen xii- Número 3, 128-139. <https://doi.org/10.7400/NCM.2018.12.3.5067>

- U.S. Department of Health and Human Services. (2021.). *National Institute on Drug Abuse Advancing Addiction Science*. Obtenido de La comorbilidad:
<https://www.drugabuse.gov/es/informacion-sobre-drogas/la-comorbilidad#:~:text=La%20%22comorbilidad%22%2C%20tambi%C3%A9n%20conocida,o%20uno%20despu%C3%A9s%20del%20otro.>
- Toral, Jamie. (2018) Redes Neuronales. Universidad de Guadalajara.
http://www.cucei.udg.mx/sites/default/files/pdf/toral_barrera_jamie_areli.pdf
- Vega, J. (2016). APLICACIÓN DE LAS REDES NEURONALES. *ReCISAM REVISTA DE CIENCIAS DE LA SALUD Y MEDICINA*, 100.
- Zambrano, R. (14 de 02 de 2021). Pandemia aumenta el sobrepeso y la obesidad en Ecuador. *El Universo*.