

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES

CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**“LÓGICA DIFUSA CON SISTEMAS EXPERTOS PARA DETERMINAR
LA EDAD BIOLÓGICA”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

POSTULANTE: VANESSA ANDREA SEJAS TAMBOT
TUTOR METODOLÓGICO: LIC. REYES PACHECO JAVIER
ASESOR: M.SC. MOISES MARTIN SILVA CHOQUE

LA PAZ – BOLIVIA

2016



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

Dedicatoria

Para mis padres que me aconsejaron y me apoyaron en todo momento, brindándome su comprensión y paciencia, a todas las personas ajenas a mi familia que me apoyaron hasta ahora.

Agradecimiento

Agradezco Adiós por lo que pude terminar con este paso muy importante en mi vida.

A mi familia por todo su apoyo incondicional.

A mi Tutor y Revisor por su paciencia al momento de brindarme su apoyo y sus conocimientos.

A los docentes de la carrera por el aprendizaje que me brindaron.

RESUMEN

El presente trabajo analiza la edad biológica con lógica difusa para determinar fisiológicamente la edad del cuerpo y de lo cual se desea disminuir la incertidumbre que genera, cabe mencionar que este test fue elaborado con datos estadísticos que presenta la población de La Paz, analizando el ambiente y los hábitos que se generan; el sistema experto con lógica difusa trabaja con los conocimientos de un experto humano.

Se obtuvo el test y se empezó a analizar todas las variables que presenta la edad biológica, para luego obtener los valores matemáticos y estadísticos que los represente, posteriormente se empezó con el análisis de lógica difusa el cual tiene tres etapas importantes que son fusificación, Inferencia Lógica y difusificación, al analizar estos datos con la estructura de lógica difusa se halla la incertidumbre que genera por lo cual se desea retirar la vaguedad del test.

Terminado el análisis con lógica difusa se halla un sistema de control que regule cada una de las variables y preguntas que utiliza el test de edad biológica, ello se realiza con pruebas estadísticas y validando los datos, observando el grado de certeza que presenta el test y logrando evitar la incertidumbre y aumentando la confiabilidad del test de edad biológica.

Palabra Clave: Valores del test, Lógica Difusa, Hábitos saludables, Sistema Experto, Validación, Campo de Prueba.

SUMMARY

The present work analyzes the biological age with diffuse logic to determine physiologically the age of the body and of which it is desired to reduce the uncertainty that generates, it is possible to mention that this test was elaborated with statistical data that presents the population of La Paz, analyzing the environment And the habits that are generated; The expert system with fuzzy logic works with the knowledge of a human expert.

The test was obtained and we began to analyze all the variables that present the biological age, then to obtain the mathematical and statistical values that represent them, later we began with fuzzy logic analysis which has three important stages that are fusification, Inference Logic and diffusion, when analyzing these data with the structure of fuzzy logic is the uncertainty that generates by which it is desired to remove the vagueness of the test.

After the fuzzy logic analysis, there is a control system that regulates each of the variables and questions used by the biological age test, this is done with statistical tests and validating the data, observing the degree of certainty that the test presents and Avoiding uncertainty and increasing the reliability of the biological age test.

Key Word: Test Values, Fuzzy Logic, Healthy Habits, Expert System, Validation, Test Field.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
MARCO REFERENCIAL	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.....	3
1.2.2 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SIMILARES	4
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL	5
1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS	5
1.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5 HIPÓTESIS	6
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.6.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	7
1.6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	7
1.6.3 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	7
1.7 ALCANCES Y LÍMITES	8
1.7.1 ALCANCES.....	8
1.7.2 LÍMITES.....	9
1.8 APORTES.....	9
1.8.1 PRÁCTICO	9
1.8.2 TEÓRICO.....	9
1.9 METODOLOGÍA.....	10
1.9.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.9.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	10

CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 EDAD BIOLÓGICA.....	12
2.2 ESTILO DE VIDA	12
2.2 SISTEMAS EXPERTOS	13
2.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO	13
2.2.2 TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS	15
2.2.3 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO.....	15
2.3 LÓGICA DIFUSA.....	17
2.3.1 HISTORIA	18
2.3.2 PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS	20
2.3.3 FUSIFICACIÓN	21
2.3.4 REGLAS BORROSAS.....	21
2.3.5 CONJUNTOS BORROSOS.....	22
2.3.6 INFERENCIA BORROSA	23
2.3.7 DEFUSIFICACIÓN	23
2.4 JUSTINMIND PROTOTYPER.....	23
2.5 SISTEMA OPERATIVO ANDROID	24
2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE ANDROID.....	25
2.5.2 ARQUITECTURA DE ANDROID	26
CAPÍTULO III	29
MARCO APLICATIVO.....	29
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL DESARROLLO.....	29
3.2 PRIMERA FASE DEL DESARROLLO.....	30
3.2.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES.....	30

3.3 SEGUNDA FASE DEL DESARROLLO	31
3.3.1 CONJUNTOS BORROSOS.....	31
3.3.2 OPERACIONES BORROSAS.....	33
3.4 TERCERA FASE DEL DESARROLLO	34
3.4.1 FUSIFICACIÓN.....	34
3.4.2 REGLAS DIFUSAS.....	35
3.5 CUARTA FASE DEL DESARROLLO	39
3.5.1 INFERENCIA BORROSA	39
3.5.2 GRAFICA DE DISPERSIÓN.....	48
3.6 QUINTA FASE DEL DESARROLLO	49
3.6.1 DEFUSIFICACIÓN	49
3.7 TOMA DE DECISIÓN.....	51
3.7.1 EFECTIVIDAD DE LOS HÁBITOS POSITIVOS Y NEGATIVOS	51
3.8 LÓGICA DIFUSA Y LA CODIFICACIÓN	56
3.9 MANEJANDO JUSTINMINDPROTOTYPER	56
3.9.1 PRIMER CICLO.....	56
3.9.2 SEGUNDO CICLO.....	57
3.10 DESARROLLO ANDROID.....	58
CAPITULO IV	60
PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	60
4.1 COMPROBACIÓN DE LA LABOR.....	60
4.2 VALIDACIÓN	60
4.3 ESTIMACIÓN.....	61
4.4 CAMPO DE PRUEBA CON LÓGICA DIFUSA.....	62
4.5 CAMPO DE PRUEBA SIN LÓGICA DIFUSA	67

CAPÍTULO V	70
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1 CONCLUSIONES GENERALES	70
5.2 ESTADO DE LOS OBJETIVOS.....	70
5.3 ESTADO DE LA HIPÓTESIS.....	71
5.4 RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXO A – ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	76
ANEXO B – ÁRBOL DE OBJETIVOS	77
ANEXO C - REGLAS DIFUSAS EN EXCEL.....	78
ANEXO D - REGLAS DIFUSAS EXPRESADAS TEÓRICAMENTE	81
ANEXO E - TABLA DE LA DEPENDENCIA DE CADA VARIABLE	87

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varios comentarios acerca de la buena alimentación y sus beneficios en la salud, según el Dr. Javier Samudio, tener un estilo de vida saludable no solamente ayuda a la salud también ayuda a disminuir la edad biológica, no obstante el profesor Jamie Timmons, del King's College London afirma que la edad biológica tiene que ver con el estilo de vida que se tiene, por tal el tema a abarcar tiene mucha relación con el estilo de vida de las personas.

La edad biológica es una manera de evaluar el cuerpo humano y de esta manera saber en qué estado de salud se encuentra, informa la edad que tiene el organismo además del estado funcional que se encuentra. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en una investigación realizada publicó que puede existir una diferencia promedio de 15 años entre la edad biológica y la edad cronológica, teniendo en cuenta que la mayoría de las veces la edad cronológica es inferior a la edad biológica.

Con el pasar de los años la investigación de la edad biológica ha sido modificada, cambiada y alterada, formulando preguntas estándares de los hábitos que realizan las personas y así determinar el estilo de vida que se tiene, no obstante la investigación de preguntas estándares contiene lógica difusa a causa de las variaciones que presento a lo largo de los años generando datos imprecisos.

El estilo de vida es una forma de vivir que en algunos casos puede ser de manera incorrecta, es por ello que eliminar la incertidumbre de los datos de la edad biológica es la manera correcta de obtener información verdadera, de tal manera obtener información correcta sobre un estilo de vida saludable y así evitar enfermedades degenerativas; una enfermedad degenerativa puede ser la elevación en las concentraciones sanguíneas de colesterol, que es consecuencia de consumir por varios años y sin medida alimentos elevados en sustancias grasosas. Existen muchos tipos de hábitos de las cuales cada una de ellas se debe realizar de forma positiva, estos hábitos son evaluados por preguntas e investigadas con fórmulas matemáticas para eliminar datos erróneos que podría presentar el test de edad biológica, el uso de tratamiento de datos hace que las preguntas tengan valor matemático en la investigación.

El sistema experto contiene conocimientos de un experto humano con respecto a buenos hábitos en el estilo de vida de las personas, además de utilizar lógica difusa a causa de expresiones imprecisas, logrando una autoevaluación médica, facilitando a muchas personas el ahorro en tiempo de viaje y costo económico. Con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación en la Salud se elimina la complejidad en la evaluación y tratamiento para el paciente; donde la asistencia médica para una consulta no es necesaria si se puede implementar herramientas tecnológicas que puedan evaluar al paciente, no obstante es necesario ir al médico si fuese un caso grave.

1.2 ANTECEDENTES

La lógica difusa en sistemas expertos se aplica cuando un modelo matemático no es preciso o es ambiguo, es útil cuando se tiene el conocimiento de un experto humano y cuando un sistema no puede ser medido de forma confiable causando incertidumbre en la información, el uso de lógica difusa en sistemas expertos ha disminuido la incertidumbre que genera cuando una respuestas es vaga y no existe precisión en los datos que se quiere conocer.

1.2.1 ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA LA EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DE PECES NATIVOS EN EL RÍO HUEQUECURA.

Autor: Rodrigo Ignacio Meza López

Objetivo: Se pretende desarrollar un modelo que simule la calidad del hábitat de los peces chilenos.

Conclusión: Se amplió el campo multidisciplinario no sólo a las disciplinas involucradas en su aplicación técnica, sino también a su aplicación contextual, obteniendo una calidad de hábitat adecuada para los peces.

País: Chile

DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO SIMBÓLICO CONEXIONISTA DE AYUDA AL DIAGNÓSTICO DEL GLAUCOMA

Autor: María Aránzazu Simón Hurtado

Objetivo: El objetivo general del trabajo es conseguir un sistema que ayude a diagnosticar la precoz del glaucoma crónico simple, capaz de recoger y manejar gran parte de la experiencia del experto.

Conclusión: El sistema diseñado integra todos los datos de una consulta, no sólo el campo visual también obtiene el diagnóstico, es una aproximación real al diagnóstico que elabora el experto.

País: Bolivia

1.2.2 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SIMILARES

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

Autores: Gutiérrez Lozano Fernando y Hernández Valderrama Sergio

Objetivos: Diagnosticar el grado de desnutrición y hallar el tratamiento adecuado para prevenir futuras enfermedades.

Conclusión: Se diseñó la base de conocimiento, que abarca un 60% del conocimiento y experiencia del experto, lo cual esto hace que el sistema sea confiable.

País: México

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El hecho de tener una edad biológica mayor a la edad cronológica afecta a una gran parte de la sociedad ya que el consumo de malos alimentos a generado enfermedades degenerativas al cuerpo, a causa de estos problemas se buscó soluciones que disminuyan la edad biológica realizando evaluaciones con expertos en el área de la salud, encontrando varias tipos de soluciones que prevengan la degeneración del cuerpo, no obstante la información para el test de edad biológica a lo largo de las generaciones ha mantenido su forma de evaluación, dando a lugar a varias interrogantes, como ser, ¿Es adecuada esta técnica en la actualidad?, ¿Los datos aún son confiables?, ¿Es recomendable realizar este test?; estas interrogantes son las causas primordiales para el análisis del test de edad biológica lo cual genera un grado de incertidumbre y vaguedad de los datos por tal motivo

la investigación del presente trabajo es obtener datos correctos que demuestren la veracidad del test y la buena aplicación para la disminución de la edad biológica.

Los problemas que genera el test de edad biológica ocasionan que esta autoevaluación no sea de mayor importancia para la sociedad por tal razón que la presente investigación tendrá una solución a los problemas que a continuación se pretende mostrar.

1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL

Los datos obtenidos del test de edad biológica contienen incertidumbre, teniendo la posibilidad de tener falsos positivos al momento de aplicar conocimientos al sistema experto.

1.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

Los datos que se obtuvieron de la edad biológica no tienen un modelo matemático que los represente de manera efectiva al momento del análisis de las preguntas evaluadas.

La investigación de edad biológica generan imprecisión a la hora analizar las preguntas para el test.

La evidencia de los datos obtenidos en la investigación realizada sobre la edad biológica no está libre de sesgos al momento de aplicar la información a las preguntas.

Se sabe que la edad biológica pueden presentar ambigüedad que afecte al tratamiento de datos para la implementación del test.

1.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema experto basado en lógica difusa para eliminar datos incorrectos y erróneos del test de edad biológica, controlando los hábitos saludables para una persona.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar conjuntos borrosos que definan el universo del discurso con la finalidad de entender la situación que presenta cada elemento que es relacionado con la edad biológica, hallando la función de pertenencia que le corresponde.

Hallar operaciones lógicas que represente la manera adecuada de controlar la evaluación del test de edad biológica.

Encontrar procedimientos matemáticos que represente a cada una de las preguntas del test de edad biológica para posteriormente encontrar la inferencia difusa el cual podrá calcular el resultado.

Disminuir la incertidumbre de los datos obtenidos de la edad biológica con un razonamiento aproximado mediante los procedimientos y expresiones matemáticas.

1.5 HIPÓTESIS

La aplicación de lógica difusa en sistemas expertos para evaluar la edad biológica permite una confiabilidad en un 95%.

1.6 JUSTIFICACIÓN

1.6.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El sistema experto referente a la edad biológica tiene un acceso rápido a la información sobre el estado de salud de las personas, sin necesidad de ir a un punto de salud, favoreciendo considerablemente el ahorro económico del tiempo y el dinero al momento de conocer el estado fisiológico que puede presentar a causa de realizar buenos hábitos y/o malos hábitos que se presente.

1.6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La sociedad interesada en averiguar sobre su edad biológica tendrá una información clara de lo que es correcto a la hora de conservar la edad del cuerpo, eliminando las posibles imprecisiones que puede presentar al momento de la evaluación, además de fomentar el uso de sistemas expertos en la vida cotidiana para facilitar los procesos que se realizan las personas.

El sistema experto para el test de edad biológica que pretende concientizar a la sociedad para disminuir la edad fisiológica del cuerpo, ello se podrá realizar siguiendo hábitos saludables y la sociedad tendrá en sus manos la posibilidad de evitar enfermedades degenerativas.

1.6.3 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

Las herramientas tecnológicas que se ha diseñado y mejorado a lo largo de los años ha favorecido a una de las áreas importantes para la humanidad que es la salud, con

tecnologías aplicadas a dispositivos móviles la sociedad esta comunicada en cualquier momento, por ello la edad biológica se integrara a esta comunicación tecnológica además de utilizar lógica difusa para disminuir la vaguedad que presenta.

El método de Buchanan para el test presenta un desarrollo que constantemente va en proceso de mejora al momento de aplicar conocimientos a un sistema experto, pasando todos los conocimientos adquiridos por un experto humano a una máquina de manera eficiente y eficaz.

1.7 ALCANCES Y LÍMITES

1.7.1 ALCANCES

Las herramientas que se tiene para este presente trabajo es la información que se obtuvo de la OMS, evaluando varios casos se pudo observar que la Organización Mundial de la Salud tiene información que deriva a otras instituciones que también hablan sobre la edad biológica y que reflejan el test de edad biológica como una autoevaluación para tener un estilo de vida saludable, teniendo en cuenta que cada pregunta del test es evaluada por cada institución médica que habla sobre el tema.

El experto humano es favorable para esta investigación ya que con años de estudio de un experto humano se puede tener una idea adecuada para saber identificar lo verdadero, lo incorrecto y de lo casi verdadero de la información adquirida.

De manera matemática los datos del test de edad biológica están presenten como valores y cada valor está representado por una variable, cada variable presenta un grado de imprecisión que debe ser resuelto e investigado para tener la certeza de tener una información correcta a la hora de implementar el conocimiento al sistema experto.

Las preguntas serán evaluadas con lógica difusa y con diferentes fórmulas que involucren la existencia de la incertidumbre, se trabajara en el análisis del test con las respectivas preguntas que mostraran un modelo matemático que los represente y puedan determinar matemáticamente el grado importancia de las preguntas y que si son realmente efectivas en la práctica que se desea implementar.

1.7.2 LÍMITES

La implementación de lógica difusa a un sistema experto es implementada con los datos que se obtiene de la sociedad paceña además de que el test de edad biológica es para las personas que tienden a tener hábitos inadecuados para su salud, no es adecuado para niños ya que fisiológicamente presentan alteraciones hormonas en el cuerpo.

1.8 APORTES

1.8.1 PRÁCTICO

La aplicación de edad biológica con el análisis de lógica difusa pretende mejorar el estilo de vida de las personas, automatizando procesos manuales que pueden ser sustituidos por una herramienta tecnológica de manera efectiva y que cumpla de manera positiva la evaluación de edad biológica.

1.8.2 TEÓRICO

Se planteara una solución a partir de una información ambigua e imprecisa, con el objetivo de disminuir la imprecisión que genera el test de edad biológica, teniendo una buena toma de decisión al momento de la autoevaluación de la edad del cuerpo.

1.9 METODOLOGÍA

1.9.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación será la herramienta que ayude a tener una idea clara y precisa, de tal forma obtener lo necesario en la información, los seis pasos que se necesita conocer para esta investigación es lo siguiente:

- 1) Encontrar el problema de la investigación que radica en la incertidumbre lo cual debe ser eliminada o disminuida para que exista claridad en los datos.
- 2) La revisión de la evidencia será con fórmulas matemáticas teniendo como base principal la lógica difusa para el tratamiento de datos.
- 3) Realizado los datos se pretende ser más precisos en la información de tal manera que disminuya la imprecisión en los datos para su posterior implementación en la base del conocimiento.
- 4) Una vez obtenido los datos verdaderos se debe diseñar el modelo de implementación para el sistema experto.
- 5) Corregir posibles fallas que podría presentar la investigación.
- 6) Implementar los resultados de manera correcta para tener datos que validen la información que se tiene.
- 7) Reportar la documentación para que exista un apoyo informativo en la investigación.

1.9.2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Se pretende utilizar la metodología Buchanan que plantea cinco fases para el desarrollo de un sistema experto, cada fase se pretende desenvolver a lo largo del trabajo. En la Figura 1.1 se aprecia cada fase.

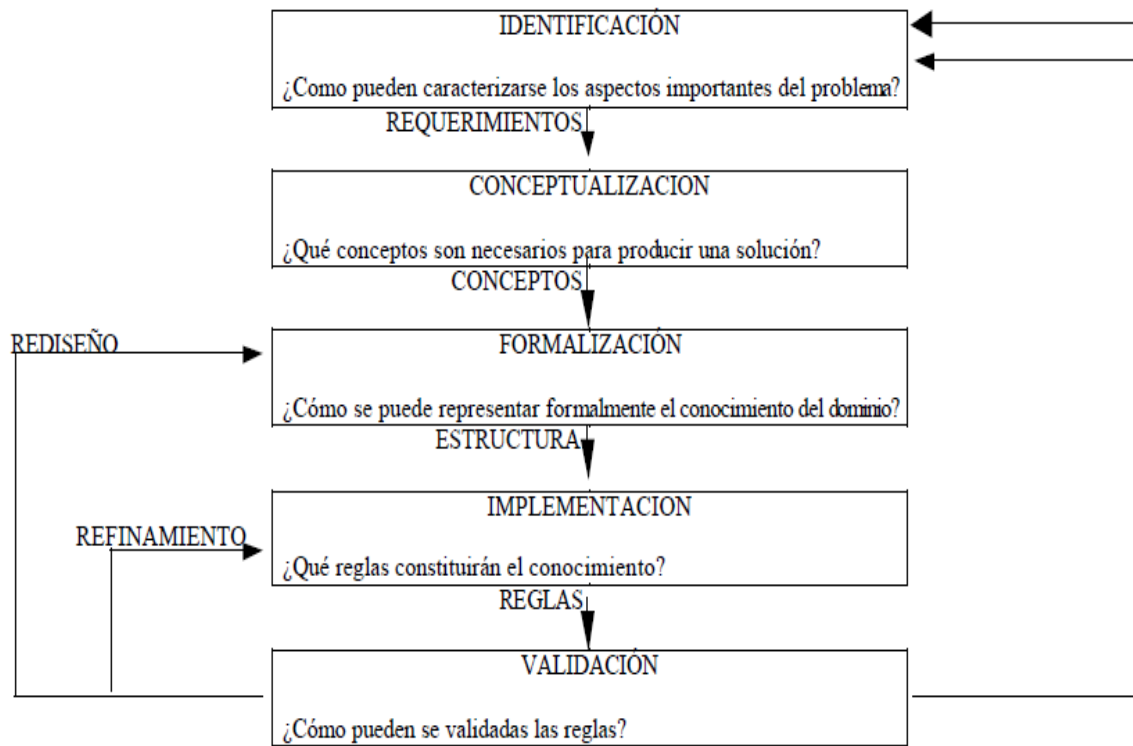


Figura 1.1 Metodología Buchanan
Fuente: Climent, 2003

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EDAD BIOLÓGICA

La edad biológica se compone de dos aspectos. Primero, puede ser considerada la edad cronológica o la condición de los órganos o sistemas corporales del individuo. Esto significa, por ejemplo, el proceso corporal (ejemplo: sistema cardiovascular), de un individuo que tiene 80 años, funciona como los demás que tienen la misma edad. Pero es posible para un individuo de 80 años que es activo físicamente (deportista), poseer un corazón o capacidad pulmonares, característico de alguien más joven; por tanto la edad biológica no es sinónimo de edad cronológica. Otro ejemplo sería de un niño de 8 años pero sufriendo de "progeria" (aceleración de la edad biológicamente) en la cual se espera vivir solamente hasta los 12 años, hace que ese niño sea biológicamente mayor que otros de su misma edad que tienen una longevidad esperada de más de 70 años. (Montalvo, 1997)

El segundo aspecto de la edad biológica se refiere a la posición actual del individuo relativo a su índice de longevidad, en lo cual varía de especie a especie. Por ejemplo, una mosca tiene un índice de longevidad de días, mientras que en un perro es de 15 a 20 años y en los seres humanos de 100 años. Por tal razón la edad cronológica tiene diferente significado para especies diferentes. (Montalvo, 1997)

2.2 ESTILO DE VIDA

La organización mundial de la salud (O.M.S) en 1999 define estilo de vida de una persona como aquel "compuesto por sus reacciones habituales y por las pautas de conducta que ha desarrollado durante sus procesos de socialización. Estas pautas se aprenden en la relación con los padres, compañeros, amigos y hermanos, o por la influencia de la escuela, medios

de comunicación, etc. Dichas pautas de comportamiento son interpretadas y puestas a prueba continuamente en las diversas situaciones sociales y, por tanto, no son fijas, sino que están sujetas a modificaciones".

2.2 SISTEMAS EXPERTOS

La primera definición de sistema experto se debe a Edward Feigenbaum de la Universidad de Stanford quien en el Congreso Mundial de Inteligencia Artificial de 1977, definió un sistema experto como: “un programa de ordenador inteligente que usa conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución”.

2.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO

Los componentes de un Sistema Experto no se manejan de forma estándar, un modelo tradicional en la estructura de los mismos es la siguiente figura 2.1, según Díaz & Vargas (2004):

Subsistema de adquisición de Conocimientos, el módulo de adquisición del conocimiento permite que se puedan añadir, eliminar o modificar elementos de conocimiento (en la mayoría de los casos reglas) en el sistema experto. Si el entorno es dinámico es muy necesario, puesto que, el sistema funcionará correctamente sólo si se mantiene actualizado su conocimiento. El módulo de adquisición permite efectuar ese mantenimiento, anotando en la base de conocimientos los cambios que se producen.

Base de Conocimientos, la base de conocimientos contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja.

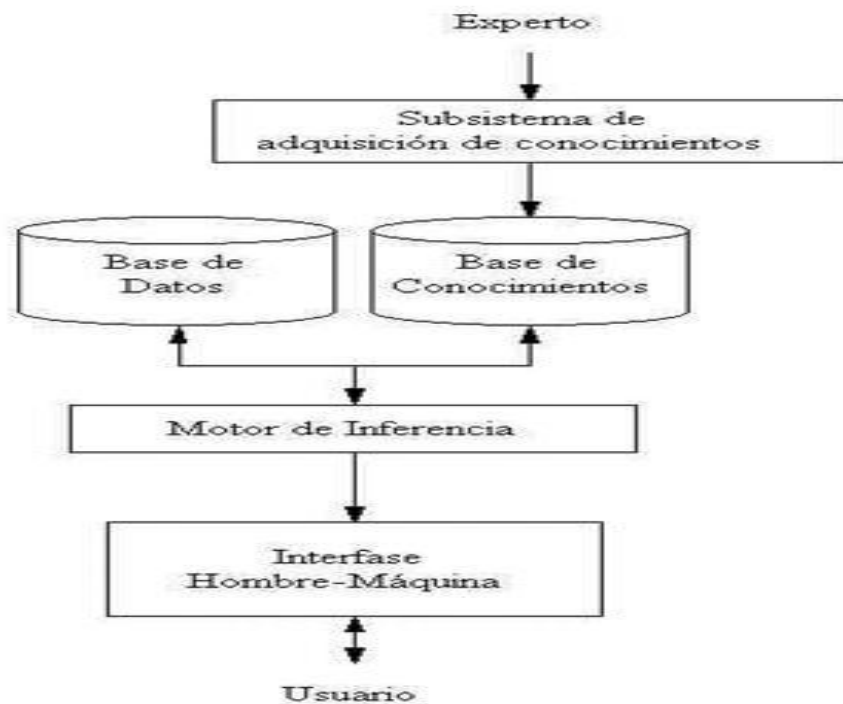


Figura 2.1 Modelo de un Sistema Experto

Fuente: Díaz y Vargas, 2004

Base de Datos o Base de Hechos, contiene conocimiento sobre el caso concreto en que se trabaja. También se registrarán en ella las conclusiones intermedias y los datos generados en el proceso de inferencia. Al memorizar todos los resultados intermedios, conserva el vestigio de los razonamientos efectuados; por lo tanto, se puede utilizar explicar las deducciones y el comportamiento del sistema.

Motor de Inferencia, el motor de inferencia es el "supervisor", un programa que está entre el usuario y la base de conocimientos, y que extrae conclusiones a partir de los datos simbólicos que están almacenados en las bases de hechos y de conocimiento.

Interface Hombre - máquina, la interface establece una comunicación sencilla entre el usuario y el sistema. El usuario puede consultar con el sistema a través de menús, gráficos, o algún otro tipo de interfaces, y éste le responde con resultados.

2.2.2 TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS

Entre los tipos más importantes de sistemas expertos, los basados en reglas y los basados en probabilidad han sido los más estudiados y difundidos. Los sistemas expertos basados en reglas se definen a partir de un conjunto de objetos, que representen las variables del modelo considerado, ligadas mediante un conjunto de reglas, que representaran las relaciones entre las variables. (Moret, 2005)

En cambio la estructura de los sistemas expertos probabilísticos es más abstracta para la lógica humana. La base del conocimiento de estos sistemas la compone un espacio probabilístico, y su motor de inferencia, a través de diversos métodos de cálculo de probabilidades condicionadas calcula la probabilidad de los sucesos aplicando diversas hipótesis de independencia. (Moret, 2005)

2.2.3 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO

Uno de los primeros métodos de desarrollo estructurado de sistemas inteligentes fue el propuesto por Buchanan y otros autores en 1983. Según estos autores la adquisición del conocimiento de un sistema inteligente, y por extensión la construcción de todo el sistema, podía dividirse en cinco fases en la figura 2.2 se muestra el ciclo de análisis con su respectiva identificación, conceptualización, formalización, implementación y prueba. (Moret, 2005)

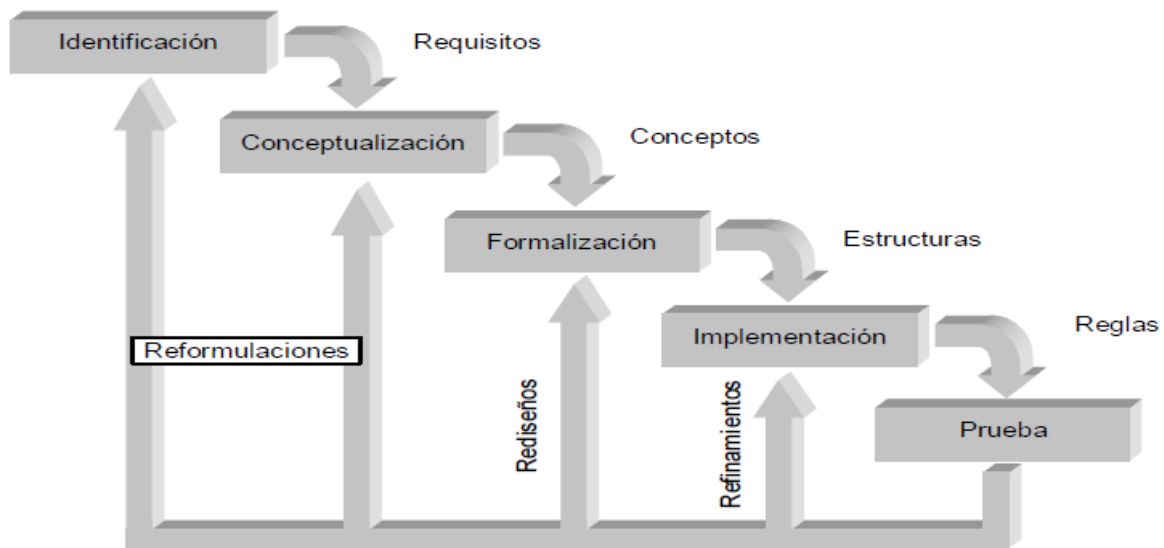


Figura 2.2 Ciclo de Análisis de Buchanan
Fuente: Moret, 2005

La descripción de cada una de estas fases es la siguiente, según Moret (2005):

Identificación, fase mediante la que se reconocen aspectos importantes del problema, como son los participantes (expertos del dominio, ingenieros del conocimiento y futuros usuarios), las características del problema (tipo, subtarefas de que se compone, terminología a utilizar, aspectos fundamentales.), los recursos disponibles (fuentes de conocimiento, facilidades computacionales, tiempo de desarrollo, financiación.), y las metas a alcanzar (formalizar conocimiento experto, distribuir experiencia, ayudar a la formación de nuevos expertos).

Conceptualización, fase mediante la que se trata de organizar el conocimiento según un esquema conceptual. El experto y el ingeniero del conocimiento tratan de encontrar conceptos que representen el conocimiento del experto, al mismo tiempo que intentan determinar cómo es el flujo de información durante el proceso de resolución de problemas.

Formalización, esta fase consiste en traducir los conceptos clave, los subproblemas, y las características del flujo de información, identificados durante la fase anterior, en representaciones formales basadas en herramientas o esquemas de la ingeniería del conocimiento.

Elicitación, aunque no aparece en el trabajo original de Buchanan, es común incluir una fase de elicitación después de la fase de formalización, en esta fase se lleva a cabo la extracción del conocimiento mediante un soporte físico que es consistente con la información obtenida durante los procesos de identificación y conceptualización.

Implementación, en esta fase, el ingeniero de conocimiento formula reglas, y estructuras de control, que representan los conceptos y el conocimiento formalizado. El resultado es un programa prototipo que nos permite comprobar si hemos conceptualizado y formalizado bien el conocimiento que el experto tiene sobre el problema.

Prueba, esta fase consiste en la evaluación del rendimiento del prototipo construido para encontrar errores o anomalías en la base de conocimientos o en los mecanismos de inferencia.

2.3 LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa permite establecer este mapeo de una forma adecuada, atendiendo a criterios de significado (y no de precisión). Básicamente la Lógica Difusa es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento. (González, 2012)

Como indica Zadeh, “Cuando aumenta la complejidad, los enunciados precisos pierden su significado y los enunciados útiles pierden precisión.”, que puede resumirse como que “los

árboles no te dejan ver el bosque”. Básicamente, cualquier problema del mundo puede resolverse como dado un conjunto de variables de entrada (espacio de entrada), obtener un valor adecuado de variables de salida (espacio de salida). (González, 2012)

2.3.1 HISTORIA

Acorde a la observación el historiador López Takeya (2005) la lógica difusa nace de la siguiente manera:

- En el 380 A.C., Aristóteles propone la existencia de grados de verdad o falsedad.
- En el siglo XVIII, en Inglaterra el filósofo David Hume habla de la lógica del sentido común (razonamiento basado en la experiencia que la gente comúnmente adquiere de sus vivencias por el mundo). El filósofo norteamericano Charles Sander Pierce, fue el primero en considerar la vaguedad en vez de la dicotomía cierto-falso, como una forma de enmarcar cómo el mundo y las personas funcionan. También en este siglo es inventada la teoría original de conjuntos clásicos de unos y ceros por el matemático alemán Georg Kantor.
- En 1920 el filósofo polaco Jan Lukasiewicz propone la primera lógica de vaguedad. Desarrolló conjuntos con posibles valores de pertenecía 0, $\frac{1}{2}$ y 1 (lógica trivaluada). Posteriormente los extendió hacia un número infinito de valores entre 0 y 1 (lógica multivaluada).
- En 1962 Lotfi Zadeh cuestiona la efectividad de las matemáticas tradicionales, las cuales resultaban intolerantes ante la imprecisión y ante verdades parciales.
- En 1964 Aparece por primera vez la noción de conjuntos difusos en un memorándum debido al mismo Zadeh en la Universidad de California en Berkeley. Dicho memorándum es publicado un año más tarde bajo el título: "Fuzzy Sets" (Conjuntos difusos).

- En 1965, la revista "Information and Control" publica el memorándum anterior, en donde aparece el artículo de Zadeh, "Fuzzy Sets".
- En 1971, Zadeh publica el artículo, "Quantitative Fuzzy Semantics", en donde introduce los elementos formales que acabarían componiendo el cuerpo de la doctrina de la lógica difusa y sus aplicaciones tal como se conocen en la actualidad.
- En 1974, el Británico Ebrahim Mandani, demuestra la aplicabilidad de la lógica difusa en el campo del control. Desarrolla el primer sistema de control Fuzzy práctico, la regulación de un motor de vapor.
- A finales de los 70's, Los ingenieros daneses Lauritz Peter Holmbland y Jens-Jurgen Ostergaard desarrollan el primer sistema de control difuso comercial, destinado a una planta de cemento. Los japoneses empiezan a explotar la lógica difusa de forma masiva. Los occidentales asumieron una actitud reacia principalmente por dos razones: la primera era porque la palabra "Fuzzy" sugería algo confuso y sin forma, y la segunda porque no había forma de probar analíticamente que la teoría funcionaba correctamente, ya que el control fuzzy no estaba basado en modelos matemáticos. Aparecen toda una serie de investigadores japoneses en el campo de la lógica difusa tales como Sugeno, Togai, Bart Kosko (el fuzzsensei), entre otros.
- En 1986, Yamakawa, publica el artículo, "Fuzzy Controller hardware system". Desarrolla controladores fuzzy en circuitos integrados.
- En 1987, se inaugura en Japón el subterráneo de Sendai, uno de los más espectaculares sistemas de control difuso creados por el hombre. Desde entonces el controlador inteligente ha mantenido los trenes rodando eficientemente.
- En 1987, "FUZZY BOOM", se comercializan multitud de productos basados en la lógica difusa (sobre todo en Japón).

2.3.2 PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS

El Principio de Incompatibilidad dice que la descripción del comportamiento de un sistema complejo no puede realizarse de forma absolutamente precisa. Para solucionar este problema Zadeh plantea la necesidad de obtener herramientas capaces de manejar de forma rigurosa y fiable información imprecisa, lo cual obliga a desarrollar dos aspectos, según González (2012):

- **Representación de la información imprecisa:** Para esto lo que propone es el empleo de la Teoría de conjuntos difusos. Así como describir la experiencia de los sistemas complejos en sus relaciones entrada-salida mediante proposiciones condicionales del tipo Si-Entonces (Ejemplo: Si la presión es muy alta Entonces vaciamos el recipiente) de manera que las variables de entrada y las variables de salida quedan ligadas.
- **Inferencia sobre información imprecisa:** Ahora se necesita una forma de combinar esta información para obtener nuevos hechos. Entonces Zadeh establece la necesidad de un método de inferencia generalizado e introduce lo que se conoce como Regla Composicional de Inferencia.

A partir de este principio, se pueden describir las principales características esenciales de la lógica difusa y los sistemas difusos, según González (2012):

- El razonamiento exacto puede verse como un caso particular del razonamiento aproximado. Cualquier sistema lógico puede ser fusificado. Mediante lógica difusa se puede formular el conocimiento humano de una forma sistemática, y puede ser fácilmente incluido en sistemas de ingeniería.
- El conocimiento se interpreta como una colección de restricciones difusas sobre una colección de variables. Los sistemas difusos son especialmente interesantes para la

definición de sistemas cuyo modelo exacto es difícil de obtener (es necesario introducir una aproximación).

- La inferencia puede verse como un proceso de propagación de estas restricciones difusas.
- Se utiliza ampliamente en sistemas de ayuda a la decisión. La lógica difusa permite obtener decisiones con valores incompletos o información incierta.

Los sistemas difusos son muy recomendables en aquellos problemas muy complejos donde no existe un modelo matemático simple asociado. Igualmente en procesos que obedecen a un comportamiento no lineal, la solución difusa plantea grandes ventajas. La solución difusa requiere que el conocimiento experto sea expresado lingüísticamente, requisito que es normalmente fácil de obtener. (González, 2012)

2.3.3 FUSIFICACIÓN

El control difuso siempre involucra este proceso de Fusificación, esta operación se realiza en todo instante de tiempo, es la puerta de entrada al sistema de inferencia difusa. Es un procedimiento matemático en el que se convierte un elemento del universo de discurso (variable medida del proceso) en un valor en cada función de membresía a las cuales pertenece. (González, 2012)

2.3.4 REGLAS BORROSAS

Las reglas borrosas son proposiciones que permiten expresar el conocimiento que se dispone sobre la relación entre antecedentes y consecuentes. Para expresar este conocimiento de manera completa normalmente se precisan varias reglas, que se agrupan formando lo que se conoce como base de reglas, es decir, la edición de esta base determina cual será el comportamiento del controlador difuso y es aquí donde se emula el

conocimiento o experiencia del operario y la correspondiente estrategia de control. (González, 2012)

La base de reglas suele representarse por tablas. Esta es clara en el caso de 2 variables de entrada y una de salida. En la medida que la cantidad de variables lingüísticas crece, también lo hará la tabla, y más difícil se hará su edición. Junto a cada regla puede estar asociado un valor entre cero y uno que pesa a tal regla, esto puede ser importante cuando una regla tiene menor fuerza que otras de la base de reglas. (González, 2012)

2.3.5 CONJUNTOS BORROSOS

Los conjuntos clásicos, tienen limitaciones, se define un universo de discurso que contiene a conjuntos cuyos bordes están bien definidos, un elemento puede o no pertenecer a cierto conjunto, algo es verdadero o falso, no se definen situaciones intermedias. Los conjuntos borrosos son una extensión de los clásicos, donde se añade una función de pertenencia, definida esta como un número real entre 0 y 1. (González, 2012)

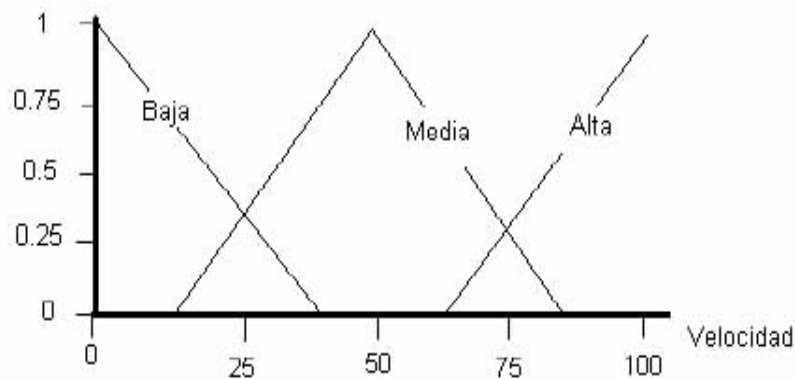


Figura 2.3 Ejemplo de subconjuntos borrosos para el conjunto velocidad

Fuente: González, 2012

2.3.6 INFERENCIA BORROSA

Las reglas difusas representan el conocimiento y la estrategia de control, pero cuando se asigna información específica a las variables de entrada en el antecedente, la inferencia difusa es necesaria para calcular el resultado de las variables de salida del consecuente, este resultado es en términos difusos, es decir que se obtiene un conjunto difuso de salida de cada regla, que posteriormente junto con las demás salidas de reglas se obtendrá la salida del sistema. (González, 2012)

2.3.7 DEFUSIFICACIÓN

La defusificación (defuzzyfication) es un proceso matemático usado para convertir un conjunto difuso en un número real. El sistema de inferencia difusa obtiene una conclusión a partir de la información de la entrada, pero es en términos difusos. Esta conclusión o salida difusa es obtenida por la etapa de inferencia borrosa, esta genera un conjunto borroso pero el dato de salida del sistema debe ser un número real y debe ser representativo de todo el conjunto obtenido en la etapa de agregado, es por eso que existen diferentes métodos de defusificación y arrojan resultados distintos, el “más común y ampliamente usado” es el centroide. Con el método de defusificación del centroide se transforma la salida difusa en un número real el cual es la coordenada equis (x) del centro de gravedad de tal conjunto difuso de salida.

2.4 JUSTINMIND PROTOTYPER

Para Torralbo (2011) es una herramienta rápida del prototyping que le deja crear simulaciones interactivas y precisas de las aplicaciones. Con Justinmind Prototyper, se incorpora fácilmente cualquier imagen corporativa a los prototipos, exportando en formato de HTML para demostrarlos en línea o automáticamente genera todo de la documentación

en un el archivo de la Oficina Abierta o de Word de Microsoft. Y sin requerir conocimiento programador o una sola línea de código. Según Torralbo (2011):

No necesita programación, Justinmind Prototyper es una herramienta intuitiva. Todo lo que es requerido debe arrastrar los componentes o interacciones que usted necesita de las paletas para el área de trabajo.

Las simulaciones son instantáneas, con un clic en el botón Simulate, se verá el prototipo de su aplicación en actividad. Ninguna aguardada.

La documentación automáticamente es generada, el prototipo viene con toda la documentación necesaria; Justinmind Prototyper genera esta documentación; sólo tiene que decidir cuál formato se quiere.

Exportable en formato de HTML, sin cualquier esfuerzo, a fin de que los clientes o sus usuarios pueden ver cómo surte efecto en línea y le da su opinión.

Publica prototipos en Justinmind Usernote, los clientes pueden compartir sus comentarios en línea en un esfuerzo colaborativo, comentarios como si fuesen hilos de conversación en un foro, y se aprovecha la información retroactiva; integra las herramientas de experimentación en línea.

2.5 SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Android es un sistema operativo y una plataforma software, basado en Linux para teléfonos móviles. Además, también usan este sistema operativo (aunque no es muy habitual), tablets, netbooks, reproductores de música e incluso PC's. Android permite programar en un

entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre, por lo que sabiendo programar en lenguaje Java, va a ser muy fácil comenzar a programar en esta plataforma. (Báez, 2012)

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE ANDROID

Las características principales del sistema operativo Android se describen con detalles en la siguiente tabla 2.1, según Molina (2012):

APLICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Diseño de dispositivo	La plataforma es adaptable a pantallas más grandes, VGA, biblioteca de gráficos 2D, biblioteca de gráficos 3D basada en las especificaciones de la OpenGL ES 2.0 y diseño de teléfonos tradicionales.
Almacenamiento	Sqlite, una base de datos liviana, que es usada para propósitos de almacenamiento de datos.
Conectividad	Android soporta las siguientes tecnologías de conectividad: GSM/EDGE, IDEN, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, LTE y wimax.

Mensajería	SMS y MMS son formas de mensajería, incluyendo mensajería de texto y ahora la Android Cloud todevicemessaging Framework (C2DM) es parte del servicio de pushmessaging de Android.
Navegador web	El navegador web incluido en Android está basado en el motor de renderizado de código abierto webkit, emparejado con el motor javascript V8 de Google Chrome. El navegador obtiene una puntuación de 93/100
Soporte de Java	Aunque la mayoría de las aplicaciones están escritas en Java, no hay una máquina virtual Java en la plataforma. El bytecode Java no es ejecutado, sino que primero se compila en un ejecutable Dalvik y corre en la Máquina Virtual Dalvik. Dalvik es una máquina virtual especializada, diseñada específicamente para Android y optimizada para dispositivos móviles que funcionan con batería y que tienen memoria y procesador limitados. El soporte para J2ME puede ser agregado mediante aplicaciones de terceros como el J2ME MIDP Runner.

Tabla 2.1 Características de Android

Fuente: Molina, 2012

2.5.2 ARQUITECTURA DE ANDROID

La arquitectura interna de la plataforma Android, está básicamente formada por 4 componentes: aplicaciones, armazón de aplicaciones, librerías y kernel/Linux, como se muestra en la siguiente figura 2.4, según Molina (2012):

Kernel, Un núcleo o kernel (de la raíz germánica Kern) es un software que constituye la parte más importante del sistema operativo. Es el principal responsable de

facilitar a los distintos programas acceso seguro al hardware de la computadora o en forma básica, es el encargado de gestionar recursos, a través de servicios de llamada al sistema. Como hay muchos programas y el acceso al hardware es limitado, también se encarga de decidir qué programa podrá hacer uso de un dispositivo de hardware y durante cuánto tiempo, lo que se conoce como multiplexado. Acceder al hardware directamente puede ser realmente complejo, por lo que los núcleos suelen implementar una serie de abstracciones del hardware. Esto permite esconder la complejidad, y proporciona una interfaz limpia y uniforme al hardware subyacente, lo que facilita su uso al programador. El kernel lo podemos definir como el corazón del SO.

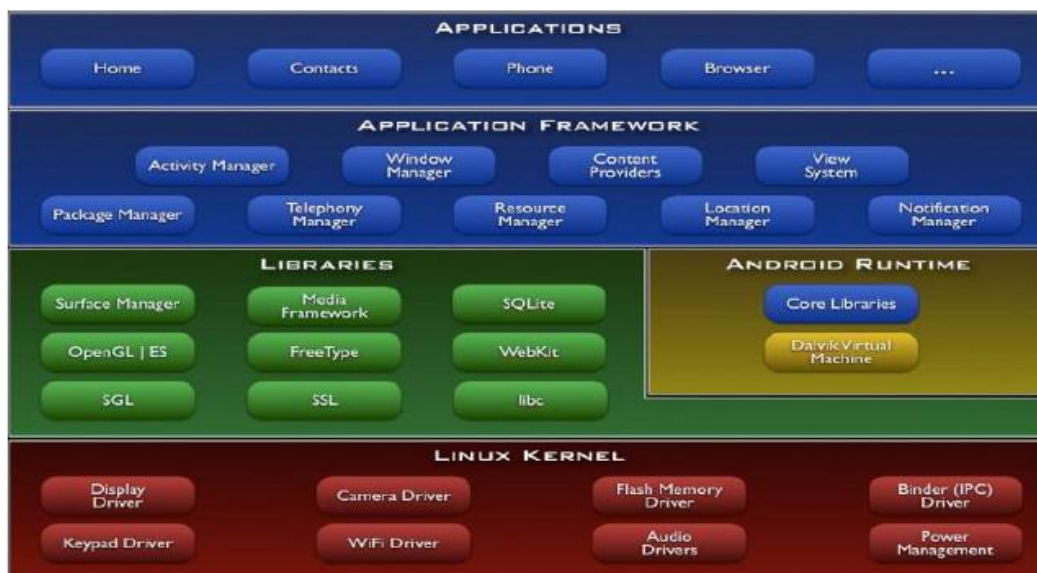


Figura 2.4 Arquitectura Android
Fuente: Molina 2012

Librerías, La capa de librerías se coloca por encima del kernel de Android, para proveer una interfaz de programación (API) unificada para acceder a las capacidades que el kernel provee. Siendo Android un sistema tipo Unix, hace uso de una librería C (libc) que implementa llamados al sistema para que las aplicaciones accedan a los servicios que provee el kernel. Además de las capacidades que provee la librería de C, Android incluye también otro conjunto de librerías escritas tanto en C, como en C++.

Entorno de Ejecución de Android (Runtime), Al mismo nivel que las librerías de Android se sitúa el entorno de ejecución. Éste lo constituyen las librerías, que son librerías con multitud de clases Java y la máquina virtual Dalvik. Cada aplicación Android es ejecutada en su propio proceso, en una instancia de la máquina virtual Dalvik. Se ha asegurado que un dispositivo pueda correr múltiples máquinas virtuales de manera eficiente.

Dalvik (Máquina Virtual), Dalvik es una máquina especialmente diseñada para Android, desarrollada por Dan Bornstein y su equipo en Google. La máquina virtual de Java (JVM) fue diseñada para ser una solución general, y el equipo de Dalvik consideró que podrían hacer un mejor trabajo si se enfocaban estrictamente en dispositivos móviles. Observaron cuáles serían las restricciones específicas a un ambiente móvil, que probablemente no cambiarían en un futuro cercano. Uno de estos es la vida útil de la batería, y otro es el poder de procesamiento.

Aplicaciones, Las aplicaciones incluidas por defecto de Android como aquellas que el usuario vaya añadiendo posteriormente, ya sean de terceras empresas o de su propio desarrollo. Todas estas aplicaciones utilizan los servicios, las API y librerías de los niveles anteriores. En la última capa se incluyen todas las aplicaciones del dispositivo, tanto las que tienen interfaz de usuario como las que no, las nativas (programadas en C o C++) y las administradas (programadas en Java), las que vienen preinstaladas en el dispositivo y aquellas que el usuario ha instalado. En esta capa se encuentra también la aplicación principal del sistema: Inicio (Home) o lanzador (launcher), porque es la que permite ejecutar otras aplicaciones mediante una lista y mostrando diferentes escritorios donde se pueden colocar accesos directos a aplicaciones o incluso widgets, que son también aplicaciones de esta capa.

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL DESARROLLO

La propuesta de la difusidad de la edad biológica, se analizara con las variables que se encuentra en el test, estas variables constan de un valor numérico y cada variable se puede inferir con preguntas, estas preguntas tiene múltiples respuestas, cada respuesta tiene un valor numérico que lo identifica sabiendo que un valor negativo representa un hábito positivo y un valor positivo representa un hábito negativo, estos valores numéricos se analizaran en el test de edad biológica.

Se hace uso de las variables y su peso para observar cuánto es el grado de incertidumbre que genera, el grado de importancia que tiene el test y cuan efectivo es el test de edad biológica, no obstante se podrá apreciar cuál de las variables o preguntas tiene prioridad al momento de evaluar al individuo de tal forma también se podrá observar las variables secundarias.

La disminución de la imprecisión del test se realiza con la lógica difusa que pretende controlar los resultados obtenidos y tal manera conducir a una toma de decisiones adecuada para el individuo de esta manera tener un seguimiento de hábitos saludables con la intención de disminuir la edad biológica.

El uso de cada uno de estos valores con sus respectivas variables serán analizadas para obtener variables de salida, no obstante en las fases del desarrollo se implementara lógica difusa para luego obtener una toma de decisión para el test de edad biológica, con una buena toma de decisión se pretende realizar un sistema experto.

3.2 PRIMERA FASE DEL DESARROLLO

3.2.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

La interpretación de los datos se halla con la premisa de cada una de las variables a utilizar, para luego empezar a interpretar las posibles salidas que puede presentar la lógica difusa. Al momento de analizar las variables se halla las siguientes interpretaciones para el análisis:

- Compartir, esta variable indica la posibilidad de tres acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-1, 1]$.
- Abrazo, esta variable indica la posibilidad de tres acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-1, 1]$.
- Flexibilidad, esta variable indica la posibilidad de cinco acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-1, 2]$.
- Cuerpo, esta variable indica la posibilidad cinco acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-1, 3]$.
- Estómago, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-0.5, 1]$.
- Cansancio, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-1, 2]$.
- Fumar, esta variable indica la posibilidad de tres acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-3, 3]$.
- Bebida, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de $[0, 1.5]$.
- Alimentox, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de $[-2, 3]$.

- Gaseosa, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de [-1,2].
- Empachado, esta variable indica la posibilidad de tres acciones y su rango en cuestión del peso es de [-1.5, 2].
- Caminata, esta variable indica la posibilidad de cuatro acciones y su rango en cuestión del peso es de [-1.5, 1].
- Ejercicio, esta variable indica la posibilidad de tres acciones y su rango en cuestión del peso es de [-1.5, 1].

Cada variable son desplegadas y conforman parte del cuestionario lo cual tiene un grado de importancia que se mostrara en su respectivo momento; involucrando a un experto humano se puede apreciar las variables que son primordiales y las variables secundarias, por ejemplo la variable “Fumar” es primordial y la variable “Compartir” es secundaria ya que como bien se conoce realizar la acción de “Fumar” constantemente trae malas consecuencias pero la variable “Compartir” constantemente no trae una mala consecuencia a comparación de la variable “Fumar”, este criterio será evaluado en el presente capítulo.

3.3 SEGUNDA FASE DEL DESARROLLO

3.3.1 CONJUNTOS BORROSOS

Las variables que se mostraron anteriormente son transformadas a conjuntos borrosos que contienen un número real entre -1.5 a 3, lo cual están definidos por una función de pertenencia denominada $\mu_{A(x)}$, que va de $-1.5 \leq \mu_{A(x)} \leq 3$, donde cada variable está dividido en subconjuntos.

3.3.1.1 VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Variable de Entrada:

- Ejercicio: {nunca, a veces, la mayoría}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{nunca}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{la mayoría}}\}$
- Caminata: {nunca, a veces, la mayoría, siempre}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{nunca}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{la mayoría}}, \mu_{\text{siempre}}\}$
- Empachado = {la mayoría, a veces, siempre}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{la mayoría}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{siempre}}\}$
- Gaseosa = {nunca, a veces, la mayoría, siempre}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{nunca}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{la mayoría}}, \mu_{\text{siempre}}\}$
- Alimentox: {siempre, la mayoría, a veces, nunca}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{siempre}}, \mu_{\text{la mayoría}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{nunca}}\}$
- Bebida: {poco, a veces, la mayoría, siempre}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{nunca}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{la mayoría}}, \mu_{\text{siempre}}\}$
- Fumar: {no, a veces, si}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{no}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{si}}\}$
- Cansancio: {la mayor parte del tiempo, después de alguna actividad, a veces, nunca}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{la mayor parte del tiempo}}, \mu_{\text{después de alguna actividad}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{nunca}}\}$
- Estomago: {muy grande, redondo, casi plano, plano}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{muy grande}}, \mu_{\text{redondo}}, \mu_{\text{casi plano}}, \mu_{\text{plano}}\}$
- Cuerpo: {excesivo sobrepeso, sobrepeso, ligero sobrepeso, ideal, por debajo del peso}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{excesivo sobrepeso}}, \mu_{\text{sobrepeso}}, \mu_{\text{ligero sobrepeso}}, \mu_{\text{ideal}}, \mu_{\text{por debajo del peso}}\}$

- Flexibilidad: {fácilmente, empujando un poco, casi se pudo, no se pudo, imposible}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{fácilmente}}, \mu_{\text{empujando un poco}}, \mu_{\text{casi se pudo}}, \mu_{\text{no se pudo}}, \mu_{\text{imposible}}\}$
- Abrazo: {ninguno, a veces, siempre}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{ninguno}}, \mu_{\text{a veces}}, \mu_{\text{siempre}}\}$
- Compartir: {nadie, algunos, muchos}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{nadie}}, \mu_{\text{algunos}}, \mu_{\text{muchos}}\}$

Variable de Salida:

DiferenciaEdad: {excelente, muy bueno, bueno, aceptable, malo, muy malo, peligroso}; por lo tanto las funciones de membresía son $\{\mu_{\text{excelente}}, \mu_{\text{muy bueno}}, \mu_{\text{bueno}}, \mu_{\text{aceptable}}, \mu_{\text{malo}}, \mu_{\text{muy malo}}, \mu_{\text{peligroso}}\}$

3.3.2 OPERACIONES BORROSAS

Se hace uso de una operación entre conjuntos para controlar el modelo difuso para ello se utiliza reglas difusas con el operador de intersección AND de Zadeh¹ (min), el cual se representa de la forma $\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$. Esta fórmula es de utilidad para disminuir la incertidumbre e imprecisión que genera el test de edad biológica, la operación AND ayuda a elegir la subvariable adecuada de la variable lingüística, la formulación para su desarrollo se realiza con el objetivo de minimizar la vaguedad de los datos y encontrar una certeza en las variables lingüísticas que se han desarrollado para posteriormente ser utilizadas para la evaluación del test.

¹ Matemático, ingeniero eléctrico, informático, famoso por introducir en 1965 la teoría de conjuntos difusos o lógica difusa.

3.4 TERCERA FASE DEL DESARROLLO

3.4.1 FUSIFICACIÓN

La fusificación hace uso del control difuso el cual es la entrada al sistema de inferencia difusa, aquella parte presenta un procedimiento matemático el cual se convierte en una variable de medida que realiza el proceso de análisis cuyo valor se representa en una función de pertenencia, las variables se mostrara en la tabla 3.1 y el valor de cada variable con distintos grados, cada conjunto de valores de una variable pertenecen a una función de membresía.

Variable	μ nunca μ plano μ por debajo del peso μ fácilmente μ ninguno, μ nadie	μ a veces μ casi plano μ ideal μ empujando un poco μ algunos	μ mayoría μ después de alguna actividad μ redondo μ ligero sobrepeso μ casi se pudo	μ siempre μ la mayor parte del tiempo μ muy grande μ sobrepeso μ no se pudo μ muchos	μ excesivo sobrepeso μ imposible μ si
Ejercicio	1	0.5	-1.5		
Caminata	1	0	-0.5	-1.5	
Empachado	-1.5	1	2		
Gaseosa	-1	0.5	1	2	
Alimentox	-2	-1	1	3	
Bebida	0	0.5		1.5	
Fumar	-3	0.5			3
Cansancio	-1	0.5	1.5	2	
Estomago	-0.5	0	0.5	1	
Cuerpo	-1	-1.5	1	2	3
Flexibilidad	-1	0	0.5	1	2
Abrazo	1	0.5		1	
Compartir	1	0.5	-1		

Tabla 3.1 Valores de la función de membresía

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que en la tabla 3.1 se encuentra las variables censados del proceso, estos datos se utilizan para el desarrollo de las reglas difusas que se verá a continuación.

3.4.2 REGLAS DIFUSAS

Las reglas a utilizar son de tipo Mamdani² ya que la interpretación que maneja es de tipo IF THEN y su antecedente y consecuente es de expresión lingüística sencilla de interpretar, manejando la base del conocimiento con un experto humano.

3.4.2.1 ELABORACIÓN DE LAS REGLAS DIFUSAS

La elaboración de reglas difusas se hace con el uso de las variables lingüísticas de entrada, la técnica a emplear es la que se pretende mostrar a continuación.

Se tiene la variable $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, la variable $Y = \{y_1, y_2\}$ y la variable $Z = \{z_1, z_2, z_3\}$, por lo tanto la combinación a formar se muestra en la tabla 3.2.

X	Y	Valor Auxiliar
x1	y1	x1y1
x1	y2	x1y2
x2	y1	x2y1
x2	y2	x2y2
x3	y1	x3y1
x3	y2	x3y2

Tabla 3.2 Combinación de dos variables
Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la interpretación de la combinación de reglas se debe hallar la combinación de la variable “Valor Auxiliar” utilizando la variable $Z = \{z_1, z_2, z_3\}$ y la combinación que formar se muestra en la tabla 3.3.

² Matemático que presento el método de inferencia utilizando reglas tipo if – else.

Valor Auxiliar	Z	Resultado
x1y1	z1	r1
x1y2	z1	r2
x2y1	z1	r3
x2y2	z1	r4
x3y1	z1	r5
x3y2	z1	r6
x1y1	z2	r7
x1y2	z2	r8
x2y1	z2	r9
x2y2	z2	r10
x3y1	z2	r11
x3y2	z2	r12
x1y1	z3	r13
x1y2	z3	r14
x2y1	z3	r15
x2y2	z3	r16
x3y1	z3	r17
x3y2	z3	r18

Tabla 3.3 Combinación de tres variables
Fuente: Elaboración Propia

Aquella técnica es la que se aplica a cada variable lingüística de entrada, de tal forma que al realizar las combinaciones va formando reglas difusas de las cuales en la parte de anexos se pretende mostrar las combinaciones halladas.

Se aplica la técnica mencionada y se observa los pros y contras que presenta, además de tener datos atrayentes al momento de aplicar las reglas difusas, a continuación se muestran estos detalles:

- La cantidad de variables hace la diferencia para eliminar la incertidumbre e imprecisión observando que una buena cantidad de variables mejora el grado de imprecisión.

- Al realizar las reglas se observa que si se realiza una actividad con mayor frecuencia de manera positiva, suponiendo que se realiza otra actividad con frecuencia de manera negativa puede llegar a un equilibrio en la edad biológica.
- Si la “variable1” y “variable2” entonces indica que el resultado es “resultadoY”. Si la “variable1” y “variable3” entonces indica que el resultado es “resultadoY”.
- Acorde a la observación la mayoría de las reglas se tiene la variable “Alimentox” como variable importante para la edad biológica.
- Acorde a la observación, si en las preguntas con mayor peso se realizan acciones positivas no importa realizar acciones negativas en preguntas de menor peso, ya que no afecta con mayor magnitud a la edad biológica.
- En ocasión el orden de las reglas puede alterar el resultado. Ejemplo, {variable1, variable2} ≠ {variable2, variable1}.
- Según la observación una persona puede tener una edad biológica de -16.5 a 23.5 años de diferencia.
- Acorde a la observación si se cambia una variable del conjunto de reglas por otra variable puede ocasionar 0.5 años de diferencia.

Se observa en la tabla 3.4 que se despliega la interpretación de las reglas difusas expresadas en forma teórica con respecto a los hábitos negativos y positivos que una persona puede presentar, la tabla completa puede ser observada en Anexo D y las reglas difusas en Anexo C.

VALOR	SI	ENTONCES
-16.5	Se hace ejercicios físicos como caminata de tal forma que existe buena condición física, con una alimentación adecuada sin consumir alimentos de fábrica aunque en ocasiones se brinde, sienta mucho afecto a los demás y no fuma.	Se tiene una edad perfecta para el cuerpo aunque brinde muy rara vez no afecta a su edad.
-16	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empalagado con la alimentación adecuada sin gaseosas y la bebida solo para	Se tiene una edad perfecta para su cuerpo aunque no haga constantemente caminata y se

	brindar, teniendo físico adecuado, no sentirse cansado, tener mucho afectivo y no fuma.	abstenga de brindar.
-15.5	Se hace ejercicio además de caminata, teniendo una alimentación adecuada sin gaseosa, ni beber solo brindar y sentirse nada cansado con una muy buena flexibilidad teniendo un buen estado físico y ser muy afectivo.	Se tiene una edad perfecta a pesar de que la alimentación no sea cien por ciento light.
1	Se hace en ocasiones ejercicios y caminata, no se siente empachado, ni toma gaseosas, no fuma, solo brinda, tiene un peso ideal, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad aceptable a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta cansado y la contextura física de su cuerpo no sea lo ideal.
1.5	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empachado, no se toma gaseosas, no se fuma, solo se brinda, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad aceptable a pesar de que se consuma alimentos prefabricados, y tenga un ligero peso.
13	A veces se hace ejercicio, a veces esta empachado, a veces bebe, dejo de fumar y es muy afectivo.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se podría mejorar si realiza caminata, toma menos gaseosas, una alimentación light, tener momentos de relajación, tener un físico ideal y flexible.
13.5	A veces hace ejercicio, no toma gaseosas, a veces alimentos prefabricados, toma poco y la contextura física del cuerpo es redonda.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se puede mejorar si realiza caminata, se sintiese menos empachado, deja de fumar, tener un peso ideal, ser flexible y afectivo.
14	A veces se hace ejercicio, a veces alimentos prefabricados, a veces cansado, su estómago redondo y es en ocasiones flexible.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se puede mejorar si realiza caminata, se sintiese menos empachado, menos gaseosas, se deja de beber, fumar, un peso ideal y afectivo.

Tabla 3.4 Interpretación de Hábitos Negativos y Positivos de un Determinado Valor

Fuente: Elaboración Propia

3.5 CUARTA FASE DEL DESARROLLO

3.5.1 INFERENCIA BORROSA

El resultado de las variables de salida del consecuente THEN, se obtiene por un conjunto difuso de salida de cada regla, que junto con las demás salidas de reglas se obtiene la salida del sistema. Para ello la función de pertenencia del conjunto de salida es utilizada con la técnica de Mamdani Mínimun Inference. Agregando esta información a la reglas difusas se utiliza el programa Rstudio para el sistema de control difuso, a continuación se presenta el desarrollo.

3.5.1.1 DEPENDENCIA DE VARIABLES

Las variables lingüísticas ya mencionadas son dependientes a una variable en particular, esta variable es la variable lingüística de salida llamada “DiferenciaEdad” ya que se necesita de cada una de las variables lingüísticas de entrada para interpretar a cada uno de los gráficos dependientes. Las variable “DiferenciaEdad” determinan cuál es el grado de importancia para la edad biológica, el desarrollo de otras tablas se muestra en Anexo D.

Se sabe que cada variable de entrada genera un grado de importancia para cada pregunta del test y cada pregunta tiene múltiples respuestas de las cuales cada respuesta tiene su valor numérico que le corresponde, sabiendo ello se podrá graficar la dependencia de las variables y el grado de importancia para la edad biológica.

Se vio regresión lineal con el uso de la herramienta de Rstudio, el cual permite observar la variable “Ejercicio” con respecto al grado de importancia que genera, no obstante el grafico que le representa tiene su interpretación. A continuación en la tabla 3.5 se muestra el desarrollo de esta variable.

Call:
lm (formula = Ejercicio ~ DiferenciaEdad, data = reglasC)

Residuos:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.08182	-0.26362	0.05907	0.35003	0.87727

Coefficientes:

	Estimate	Std. Error	t	Pr(> t)
(Interpretar)	-0.786371	0.057463	-13.69	<2e-16
DiferenciaEdad	0.081820	0.004709	17.38	<2e-16

Error estándar residual: 0.4954 en 79 grados de libertad
(1 observation suprimida debido a ausencia)
R – cuadrado múltiple: 0.7926, ajustado: 0.79
Estadística F: 301.9 en 1 y 79 DF, valor p: < 2.2e-16

Tabla 3.5 Dependencia de la variable Ejercicio
Fuente: Elaboración Propia

La observación que se muestra con la dependencia de la variable “Ejercicio” genera la fórmula $Y = -0.786371 + 0.081820 X$.

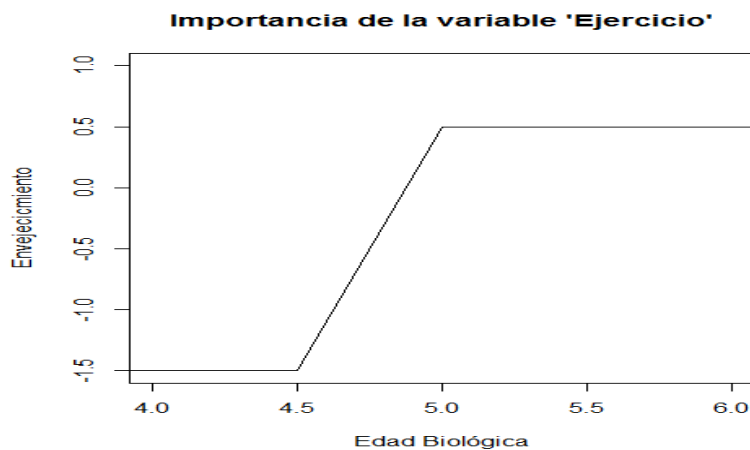


Figura 3.1 Envejecimiento medio
Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la Figura 3.1 que el envejecimiento fisiológico se hace presente cuando una persona tiene una edad biológica de 5 años a causa de falta de ejercicio. En la Figura 3.2 se

observa que el envejecimiento a causa del ejercicio no produce efecto a las personas que tienen una edad biológica de -16.5 a 4.5 años.

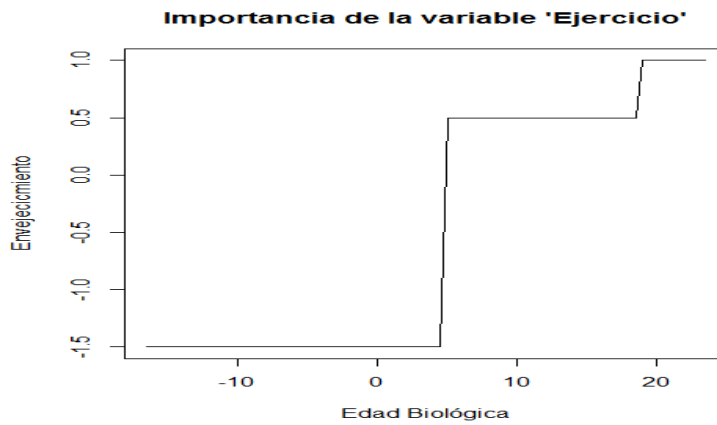


Figura 3.2 Envejecimiento menor
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.3 se observa que el envejecimiento fisiológico se hace presente a causa de falta de ejercicio en personas con edad biológica de 19 años causando importancia para la actividad física en las personas.

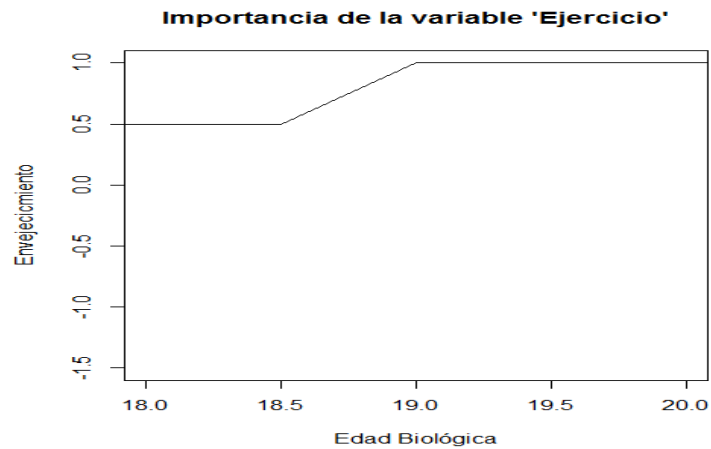


Figura 3.3 Envejecimiento mayor
Fuente: Elaboración Propia

Se debe realizar el mismo procedimiento para cada una de las variables dependientes, el desarrollo para cada variable y la interpretación que genera cada gráfico se muestra como resumen en la tabla 3.6, el mismo procedimiento se aprecia en Anexo E.

VARIABLE	DEPENDENCIA	OBSERVACIÓN
Caminata	$Y = -0.533179 + 0.069444 X$	Se observa que la variable "caminata" se encuentra presente en las personas que tiene una edad biológica de -16.5 años a 0 años de su edad cronológica y también se puede apreciar que se encuentra entre 10 a 20 años de su edad cronológica.
Empachado	$Y = -0.386100 + 0.115605 X,$	Se observa que las personas que tienen una edad biológica de -16.5 años a una edad aproximada de hasta 2 años son propensos a sentirse empachado, no obstante las personas que tienen 2 años de edad biológica para adelante también pueden sentirse de la misma manera pero no tanto ya que pueden influir otras variables para que su edad biológica aumente.
Gaseosa	$Y = -0.327383 + 0.077665 X$	Se observa que las personas que tienen una edad biológica de -16.5 años hasta 5 años son propensas, no obstante hay una pequeña población de personas que tienen una edad mayor a 20 años que su edad cronológica que no consumen mucha gaseosa pero que el aumento de su edad es causado por otra variable importante.
Alimentox	$Y = 1.63226 + 0.02394 X$	Se observa que la variable "Alimentox" puede afectar a cualquier persona cuya edad biológica sea de -10 años aproximado a 23.5 años, pero se puede apreciar que el "Alimentox" es notorio en las personas cuya edad biológica es superior a 20 años.
Bebida	$Y = 0.227597 + 0.035501 X$	Se observa que las personas que tienen una edad biológica de -16.5 hasta aproximadamente 7 años son personas que en la mayoría de las ocasiones la "Bebida" ya sea mucho o poco ocasiona una variación muy importante a su edad biológica, por otra parte el resto de personas son otros hábitos que alteran su edad cronológica.
Fumar	$Y = -1.85014 + 0.17940 X$	Se observa que un gran tanto de personas que tienen una edad de -16.5 hasta 7 años de edad biológica aproximadamente son afectados por la variable "Fumar" y ello afecte a su edad cronológica, un porcentaje mínimo esta entre 7 a 15 años de edad biológica y los que tienen una edad superior a 20

		años en gran parte no son afectados.
Cansancio	$Y = 1.073739 + 0.051242 X$	Se observa que en la figura x la variable “Cansancio” se encuentra en diferentes edades biológicas pero se puede apreciar en las personas cuyo valor es 1.5, lo cual este valor indica que sienten cansancio después de realizar una cierta actividad en particular.
Estomago	$Y = 0.476204 + 0.024435 X$	Se observa que la contextura física del estómago se puede encontrar en cualquiera de las edades biológicas pero donde es relevante es personas de edad biológica de 17 años aproximadamente para adelante.
Cuerpo	$Y = 0.73341 + 0.13613 X$	Se observa que el sobrepeso se puede encontrar en varias edades pero en donde se encuentra es en las personas que tienen entre 8 a 23.5 años de edad biológica.
flexibilidad	$Y = -0.08872 + 0.09237 X$	Se observa que las personas cuya edad biológica va de -16.5 hasta 1.5 años de edad biológica aproximadamente pueden hacer flexiones sin ningún problema, no obstante hay otro porcentaje que también puede realizar flexiones a pesar de tener 10 años aproximadamente, como también los que tienen 20 años pueden realizar alguna flexión.
Abrazo	$Y = -0.146786 + 0.059575 X$	Se observa que el recibir abrazos esta en cualquiera de las edades biológicas aunque se podría decir que se encuentra presente en las personas cuya edad biológica es de -5, -14 y 19 años promedio.
Compartir	$Y = -0.328004 + 0.0619 X$	Se observa que la variable “Compartir” se encuentra en diferentes edades biológicas pero se puede apreciar en -7 y 20 años promedio.

Tabla 3.6 Dependencia de las Variables en el Test de Edad Biológica

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2 OBTENCIÓN DE LOS DATOS ANALIZADOS

Los años obtenidos en la edad biológica se realizó con las reglas difusas, de tal manera se aprecia que la edad mínima que puede presentar el evaluado es de -16.5 años y la edad máxima que puede presentar es de 23.5 años de edad biológica, como bien se conoce no todas las preguntas tienen un mismo valor numérico ya que algunas preguntas son de mayor

relevancia que otras. El uso del “método por puntos”, entre la variable “Edad Biológica” y el “valor de las preguntas” ha obtenido los valores de la tabla 3.7.

Nº	Edad Biológica (años)	Habito Desfavorable (%)
1	-16,5	0.00
2	-16	0.00
3	-15,5	0.00
4	-15	0.00
5	-14,5	0.00
6	-14	17.50
7	-13,5	50.00
8	-13	50.00
9	-12,5	50.00
10	-12	50.00
11	-11,5	50.00
12	-11	50.00
13	-10,5	50.00
14	-10	50.00
15	-9,5	50.00
16	-9	50.00
17	-8,5	50.00
18	-8	50.00
19	-7,5	50.00
20	-7	50.00
21	-6,5	57.00
22	-6	20.50
23	-5,5	50.00
24	-5	50.00
25	-4,5	50.00
26	-4	50.00
27	-3,5	50.00

Nº	Edad Biológica (años)	Habito Desfavorable (%)
28	-3	50.00
29	-2,5	50.00
30	-2	50.00
31	-1,5	50.00
32	-1	50.00
33	-0,5	50.00
34	0	50.00
35	0,5	50.00
36	1	50.00
37	1,5	67.75
38	2	67.75
39	2,5	67.75
40	3	67.75
41	3,5	67.75
42	4	67.75
43	4,5	13.00
44	5	85.50
45	5,5	59.50
46	6	52.00
47	6,5	13.00
48	7	57.00
49	7,5	85.50
50	8	85.50
51	8,5	63.50
52	9	35.00
53	9,5	44.16
54	10	57.00

Nº	Edad Biológica (años)	Habito Desfavorable (%)	Nº	Edad Biológica (años)	Habito Desfavorable (%)
55	10,5	35.00	69	17,5	80.25
56	11	35.00	70	18	80.25
57	11,5	35.00	71	18,5	70.16
58	12	35.00	72	19	70.16
59	12,5	65.00	73	19,5	80.25
60	13	67.75	74	20	70.16
61	13,5	80.25	75	20,5	70.16
62	14	75.00	76	21	70.16
63	14,5	67.75	77	21,5	70.16
64	15	80.25	78	22	70.16
65	15,5	85.50	79	22,5	70.16
66	16	67.75	80	23	80.25
67	16,5	80.25	81	23,5	70.16
68	17	70.16			

Tabla 3.7 Valor de las Preguntas en una Determinada Edad

Fuente: Elaboración Propia

Se utiliza Rstudio para graficar la tabla 3.7, de tal forma hallar la interpretación en la figura 3.4 que presenta la relación de edad biológica con los hábitos desfavorables que presenta una persona al momento de tener una determinada edad.

Se observa en la figura 3.4, que la edad biológica presenta variaciones significativas cuando se tiene un mal hábito arriba del cincuenta por ciento, ocasionando que esta variación sea causante de múltiples variables de malos hábitos, en la tabla 3.8 se observa el grado de importancia en un determinado rango, sabiendo que del -16.5 al -7 es una “excelente” edad, del -6 al -2 es una “muy buena” edad, del -1 al 3 es “buena” edad, del 4 al 8 es una edad “aceptable”, del 9 al 13 es una “mala” edad, del 14 al 18 una edad “muy mala” y del 19 al 23.5 una edad peligrosa, estos son datos analizados con un experto humano.

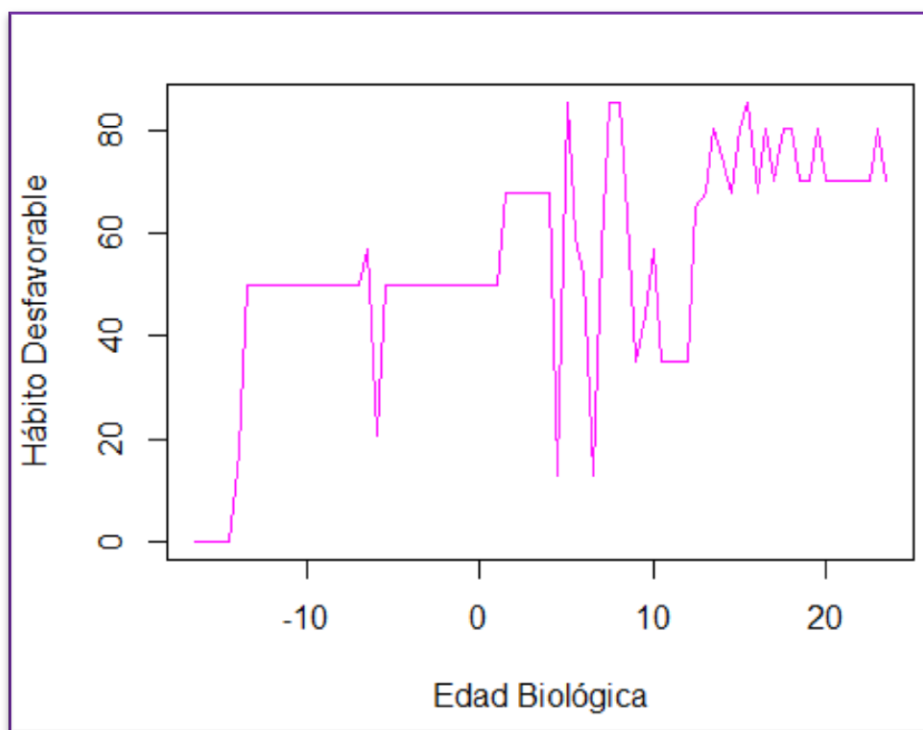


Figura 3.4 Edad Biológica y Hábito Desfavorable

Fuente: Elaboración Propia

Las desviaciones significativas presentadas en la figura 3.4 se aprecia como un breve análisis en la tabla 3.8.

EDAD APROXIMADA	PORCENTAJE DE MALOS HÁBITOS	OBSERVACIÓN
-16.5 al -14.5	0	El hábito es “Excelente”.
-14.5 al -13.5	0 - 50	El dato obtenido se dispara, teniendo una variable que afecta como máximo 50%.
-13.5 al -7	50	El hábito es “Excelente”.
-7 al -6.5	0 - 57	El dato obtenido se dispara, teniendo una variable que afecta como máximo 57%.
-6.5 al -6	20 - 57	El dato obtenido se dispara, teniendo una variable que afecta como máximo 57%.
-6 al -5.5	20 - 50	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 50%.
-5.5 al 1	50	El hábito es “Muy bueno”.
1 al 1.5	50 - 68	El dato obtenido se dispara teniendo una

		variable que afecta como máximo un 50%.
1.5 al 4	68	El hábito es “Bueno”.
4 al 4.5	68 - 13	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 68%.
4.5 al 5	13 - 85	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 85%.
5 al 6.5	85 - 13	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 85%.
6.5 al 7.5	13 - 85	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 85%.
7.5 al 8	85	El hábito es “Aceptable”
8 al 9	85 - 35	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 85%.
9 al 10	35 - 55	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 55%.
10 al 10.5	55 - 35	El dato obtenido se dispara teniendo una variable que afecta como máximo un 55%.
10.5 al 12	35	El hábito es “Malo”.
12 al 12.5	35 al 65	El dato obtenido se dispara a un 65%.
12.5 al 13.5	55 - 80	El dato obtenido se dispara a un 80%.
13.5 al 14.5	80 - 68	El dato obtenido se dispara a un 80%.
14.5 al 15.5	68 - 85	El dato obtenido se dispara a un 85%.
15.5 al 16	85 - 68	El dato obtenido se dispara a un 85%.
16 al 16.5	68 - 80	El dato obtenido se dispara a un 80%.
16.5 al 17	80 - 68	El dato obtenido se dispara a un 80%.
17 al 17.5	68 - 80	El dato obtenido se dispara a un 80%.
17.5 al 18	80	El hábito es “Muy malo”.
18 al 18.5	80 - 70	El dato obtenido se dispara a un 80%.
18.5 al 19	70	El hábito es “Peligroso”.
19 al 19.5	70 - 80	El dato obtenido se dispara a un 80%.
19.5 al 20	80 - 70	El dato obtenido se dispara a un 80%.
20 al 22.5	70	El hábito es “Peligroso”.
22.5 al 23	70 - 80	El dato obtenido se dispara a un 80%.
23 al 23.5	80 - 70	El dato obtenido se dispara a un 80%.

Tabla 3.8 Verificación de Puntos de Desviación en el Test de Edad Biológica

Fuente: Elaboración Propia

Acorde a la observación de la tabla 3.8 se observa que existe linealidad a la edad de -16.5 al -14.5; -13.5 al -7; -5.5 al 1; 1.5 al 4; 7.5 al 8; 10.5 al 12; 17.5 al 18; 18.5 al 19 y 20 al 22.5,

ello indica que a pesar de que exista diferencias en las variables el grado de malos hábitos es el mismo.

3.5.2 GRAFICA DE DISPERSIÓN

Se aprecia que la forma gráfica que presentan las variables es de forma trapezoidal, utilizando el método de inferencia de Mandani minium se halla los resultados de control difuso apreciando cuan efectivo es tener una determinada edad y en que edades existe variaciones a causa de los malos hábitos que se realizan.

El grado de las preguntas a evaluar dependen de los valores que se le da a cada variable lingüística de entrada para posteriormente ser evaluada, estas puedan generar un grado de importancia para las variables lingüísticas de salida, a continuación en la figura 3.5 y en la figura 3.6 se muestra los pares de dispersión por variable, de esta manera se observa la linealidad que forman, teniendo en cuenta que si forma una línea entre variables quiere decir que es de gran importancia para el desarrollo.

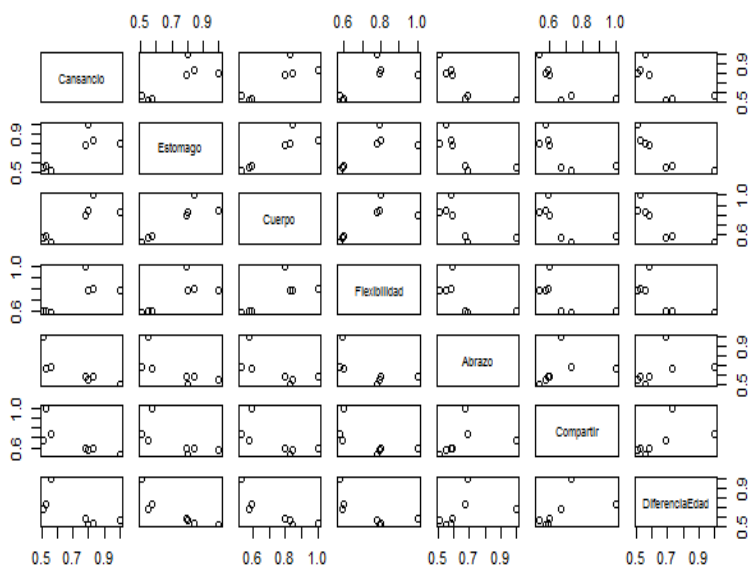


Figura 3.5 Grafica de Dispersión de 7 variables
Fuente: Elaboración Propia

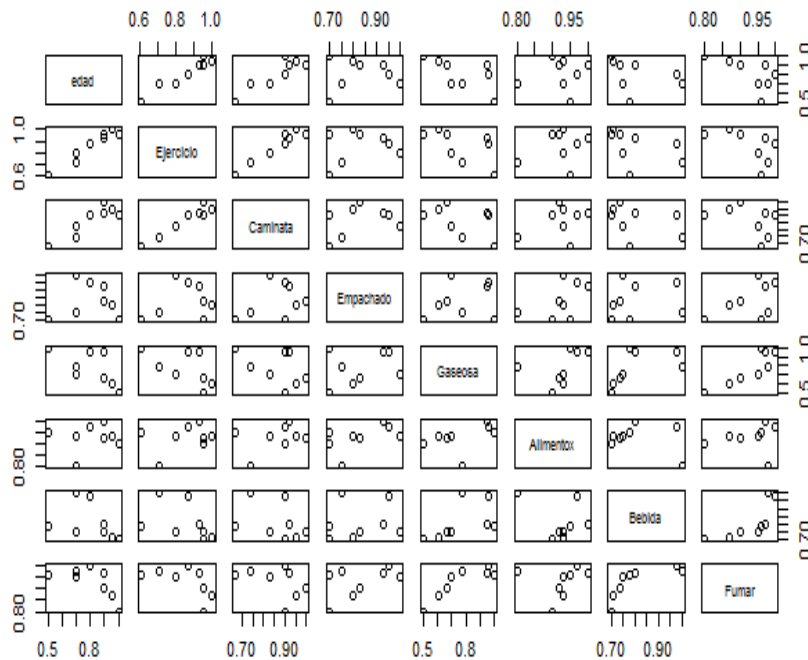


Figura 3.6 Gráfica de Dispersión de 8 variables
Fuente: Elaboración Propia

Se observa en los gráficos la linealidad que las variables forman entre sí, no obstante estos valores se lograron obtener con el valor de las preguntas que fueron investigadas.

3.6 QUINTA FASE DEL DESARROLLO

3.6.1 DEFUSIFICACIÓN

Defusificación por centro de área, esta técnica es empleada con las variables lingüísticas de entrada, y la dependencia de las variables que se obtuvieron con la herramienta Rstudio utilizando los métodos de `dataframe()` y `lm()` como valores importantes para hallar $\mu(y_i)$, y_i .

Se utiliza el punto de balance de Klir y Yuan quienes publicaron en 1995 la siguiente ecuación que se pretende emplear para la defusificación.

$$COA = \frac{\sum_i^n y_i \mu(y_i)}{\sum_i^n \mu(y_i)}$$

Se obtiene la sumatoria de cada una de estas fórmulas utilizando la función lm() de Rstudio para hallar Y y μ de todas las variables, en la tabla 3.9 se muestra los resultados de cada variable.

$y_i \mu(y_i)$	$\mu(y_i)$
-0.464	0.590
-0.003	0.005
0.016	-0.041
-0.04	0.12
1.37	0.84
-0.007	-0.029
-0.102	0.056
0.004	0.004
-0.018	-0.038
-0.169	-0.231
-0.001	0.0123
-0.007	-0.049
0.098	-0.300

Tabla 3.9 Valor de las variables
Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en la Tabla 3.10 la sumatoria y el resultado para tener una buena edad sabiendo que con 81 casos se halló el punto de balance.

$\sum_i^n y_i \mu(y_i)$	$\sum_i^n \mu(y_i)$	COA
-0.677	0.9393	0.72

Tabla 3.10 Resultado para el Balance
Fuente: Elaboración Propia

Se conoce que para tener una edad aceptable, buena o excelente la edad biológica debe disminuir, por este motivo a un valor de 0.72 indicando la disminución de la edad biológica a un 72%, ya que realizando las reglas difusas se observa que con 81 casos el 72% logra disminuir, gracias a los consejos que se pretende informar.

3.7 TOMA DE DECISIÓN

3.7.1 EFECTIVIDAD DE LOS HÁBITOS POSITIVOS Y NEGATIVOS

El rango de edad biológica que presentan las personas se hallan con los hábitos desfavorables para las personas, ello se pudo realizar con las reglas difusas y ahora se muestra en la tabla 3.11 el porcentaje que genera con la utilización de los valores de cada pregunta, sabiendo que la puntuación que se le da es de 0 a 10 donde cada punto identifica el grado de importancia de los hábitos en las personas.

Nº	Edad Biológica	Habito Desfavorable (%)	Mal Hábito	Buen Hábito
1	-16,5	0.00	0	10
2	-16	0.00	0	10
3	-15,5	0.00	0	10
4	-15	0.00	0	10
5	-14,5	0.00	0	10
6	-14	17.50	1.75	8.25
7	-13,5	50.00	5	5
8	-13	50.00	5	5
9	-12,5	50.00	5	5
10	-12	50.00	5	5
11	-11,5	50.00	5	5
12	-11	50.00	5	5
25	-4,5	50.00	5	5

Nº	Edad Biológica	Habito Desfavorable (%)	Mal Hábito	Buen Hábito
13	-10,5	50.00	5	5
14	-10	50.00	5	5
15	-9,5	50.00	5	5
16	-9	50.00	5	5
17	-8,5	50.00	5	5
18	-8	50.00	5	5
19	-7,5	50.00	5	5
20	-7	50.00	5	5
21	-6,5	57.00	5.7	4.3
22	-6	20.50	2.05	7.95
23	-5,5	50.00	5	5
24	-5	50.00	5	5
53	9,5	44.16	4.416	5.584

Nº	Edad Biológica	Habito Desfavorable (%)	Mal Hábito	Buen Hábito
26	-4	50.00	5	5
27	-3,5	50.00	5	5
28	-3	50.00	5	5
29	-2,5	50.00	5	5
30	-2	50.00	5	5
31	-1,5	50.00	5	5
32	-1	50.00	5	5
33	-0,5	50.00	5	5
34	0	50.00	5	5
35	0,5	50.00	5	5
36	1	50.00	5	5
37	1,5	67.75	6.775	3.225
38	2	67.75	6.775	3.225
39	2,5	67.75	6.775	3.225
40	3	67.75	6.775	3.225
41	3,5	67.75	6.775	3.225
42	4	67.75	6.775	3.225
43	4,5	13.00	1.3	8.7
44	5	85.50	8.55	1.45
45	5,5	59.50	5.95	4.05
46	6	52.00	5.2	4.8
47	6,5	13.00	1.3	8.7
48	7	57.00	5.7	4.3
49	7,5	85.50	8.55	1.45
50	8	85.50	8.55	1.45
51	8,5	63.50	6.35	3.65
52	9	35.00	3.5	6.5

Nº	Edad Biológica	Habito Desfavorable (%)	Mal Hábito	Buen Hábito
54	10	57.00	5.7	4.3
55	10,5	35.00	3.5	6.5
56	11	35.00	3.5	6.5
57	11,5	35.00	3.5	6.5
58	12	35.00	3.5	6.5
59	12,5	65.00	6.5	3.5
60	13	67.75	6.775	3.225
61	13,5	80.25	8.025	1.975
62	14	75.00	7.5	2.5
63	14,5	67.75	6.775	3.225
64	15	80.25	8.025	1.975
65	15,5	85.50	8.55	1.45
66	16	67.75	6.765	3.235
67	16,5	80.25	8.025	1.975
68	17	70.16	7.016	2.984
69	17,5	80.25	8.025	1.975
70	18	80.25	8.025	1.975
71	18,5	70.16	7.016	2.984
72	19	70.16	7.016	2.984
73	19,5	80.25	8.025	1.975
74	20	70.16	7.016	2.984
75	20,5	70.16	7.016	2.984
76	21	70.16	7.016	2.984
77	21,5	70.16	7.016	2.984
78	22	70.16	7.016	2.984
79	22,5	70.16	7.016	2.984
80	23	80.25	8.025	1.975
81	23.5	70.16	7.016	2.984

Tabla 3.11 Hábitos positivos y negativos
Fuente: Elaboración propia

La importancia de la edad biológica en la tabla 3.11 se halla con los hábitos positivos que presenta la persona cuando cumplen una determinada edad biológica por tal razón es que la variable “Edad Biológica” es el eje X para la evaluación y la variable “Buen habito” es el eje Y.

La correlación lineal está determinada a ver estadísticamente la dependencia que existe entre variables es por esta razón que el análisis se toma entre la variable “DiferenciaEdad” que también es llamado “Edad Biológica” y “Buen habito”, este análisis determina el grado de importancia de las preguntas del test de edad biológica. En la tabla 3.12 se muestra los valores que se debe hallar para poder interpretar la fuerza, el sentido y la forma de la correlación.

X	Y	X*Y	X^2
-16,5	10	-165	272,3
-16	10	-160	256
-15,5	10	-155	240,3
-15	10	-150	225
-14,5	10	-145	210,3
-14	8,3	-116	196
-13,5	5	-68	182,3
-13	5	-65	169
-12,5	5	-63	156,3
-12	5	-60	144
-11,5	5	-58	132,3
-11	5	-55	121
-10,5	5	-53	110,3
-10	5	-50	100
-9,5	5	-48	90,25
-9	5	-45	81
-0,5	5	-2,5	0,25
0	5	0	0
0,5	5	2,5	0,25

X	Y	X*Y	X^2
-8,5	5	-43	72,25
-8	5	-40	64
-7,5	5	-38	56,25
-7	5	-35	49
-6,5	4,3	-28	42,25
-6	8	-48	36
-5,5	5	-28	30,25
-5	5	-25	25
-4,5	5	-23	20,25
-4	5	-20	16
-3,5	5	-18	12,25
-3	5	-15	9
-2,5	5	-13	6,25
-2	5	-10	4
-1,5	5	-7,5	2,25
-1	5	-5	1
12	6,5	78	144
12,5	3,5	43,8	156,3
13	3	41,9	169

X	Y	X*Y	X^2
1	5	5	1
1,5	3	4,84	2,25
2	3	6,45	4
2,5	3	8,06	6,25
3	3	9,68	9
3,5	3	11,3	12,25
4	3	12,9	16
4,5	8,7	39,2	20,25
5	1,5	7,25	25
5,5	4,1	22,3	30,25
6	4,8	28,8	36
6,5	8,7	56,6	42,25
7	4,3	30,1	49
7,5	1,5	10,9	56,25
8	1,5	11,6	64
8,5	3,7	31	72,25
9	6,5	58,5	81
9,5	6	53	90,25
10	4,3	43	100
10,5	6,5	68,3	110,3
11	6,5	71,5	121
11,5	6,5	74,8	132,3

X	Y	X*Y	X^2
13,5	2	26,7	182,3
14	2,5	35	196
14,5	3	46,8	210,3
15	2	29,6	225
15,5	1,5	22,5	240,3
16	3	51,8	256
16,5	2	32,6	272,3
17	3	50,7	289
17,5	2	34,6	306,3
18	2	35,6	324
18,5	3	55,2	342,3
19	3	56,7	361
19,5	2	38,5	380,3
20	3	59,7	400
20,5	3	61,2	420,3
21	3	62,7	441
21,5	3	64,2	462,3
22	3	65,6	484
22,5	3	67,1	506,3
23	2	45,4	529
23,5	3	70,1	552,3

Tabla 3.12 Resultados para la correlación

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3.13 presenta la sumatoria de los 81 casos puestos a prueba, para la defusificación cada resultado se pretende utilizar para la correlación, planteando el grado de importancia del test de edad biológica con respecto a las preguntas.

TOTAL				
X	Y	X*Y	X^2	Y^2
283,5	372	-5,5	12062	2070

Tabla 3.13 Sumatoria total

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene los valores para la correlación, para luego hallar el promedio de X,Y para seguir con la evaluación.

$$\bar{X} = \frac{283.5}{81} = 3.5 \quad \bar{Y} = \frac{372}{81} = 4.59$$

Los cálculos de \bar{X} y \bar{Y} se puede operar con la covarianza.

$$\sigma_{xy} = \frac{-5.5}{81} - (3.5 * 4.59) = -16.13$$

La sumatoria de X^2 , Y^2 , \bar{X} y \bar{Y} se encuentra en las desviaciones típicas de X, Y, obteniendo lo siguiente:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{12062}{81} - 3.5^2} = 11.69 \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{2070}{81} - 4.59^2} = 2.12$$

Conociendo la covarianza y las desviaciones típicas el coeficiente de correlación lineal se puede decir que es:

$$r = \frac{-16.13}{11.69 * 2.12} = -0.65$$

Por tanto la covarianza es cercana a -1 y la correlación es **fuerte e inversa**, se puede decir que las preguntas que genera el test son importantes para determinar la edad fisiológica que se tiene.

3.8 LÓGICA DIFUSA Y LA CODIFICACIÓN

La lógica difusa es utilizada para ver el grado de incertidumbre que presenta, de tal forma disminuir aquello, se utilizó la correlación lineal para disminuir las variables que presenta el test de edad biológica, de tal forma que solo quede dos variables para analizar la importancia de las preguntas.

La solución de todas las variables de entrada y salida que genera el test se puede apreciar teóricamente en los consejos que cada variable proporciona, cuyos consejos se muestra en la aplicación a desarrollar, no obstante se verá el grado de incertidumbre y estimación que genera el test con la obtención de pruebas de campo.

3.9 MANEJANDO JUSTINMINDPROTOTYPER

El prototipo se hará con un boceto con Justinmind con el propósito de crear una interfaz que pueda ser observada antes de ser aplicada, ver el detalle del desarrollo para concretar el diseño final, de tal forma no exista equivocación ni cambios radicales al momento de codificar.

3.9.1 PRIMER CICLO

Se inicia con la aplicación lo cual necesita tener una introducción a lo que se pretende manejar, obteniendo conocimientos para el manejo de la aplicación e indicando el objetivo de la aplicación por ello en el primer ciclo se empleara una breve información de qué es Edad Biológica y la lógica difusa y cómo estas dos se complementan y por qué se utilizan ambos. La implementación del test debe ser clara, no debe existir confusión ni dudas por la importancia de responder con claridad y certeza para un buen análisis. Este paso es importante con respecto a que el evaluador y el evaluado puedan comunicarse sin ningún

problema de comunicación. Se conoce el objetivo de la aplicación que es entender el test con claridad de tal forma obtener la edad biológica que el evaluado presente, ello deberá tener un grado de certeza para que el test sea preciso.

3.9.2 SEGUNDO CICLO

El desarrollo del prototipo se mostrara con actividades principales que deben ser creadas para la implementación de lógica difusa con edad biológica. Se necesita comprender la importancia de las actividades al momento de desarrollar para así no crear confusión al momento de aplicar la codificación de lógica difusa con edad biológica al sistema experto.



Figura 3.7 Ventana Principal
Fuente: Elaboración Propia

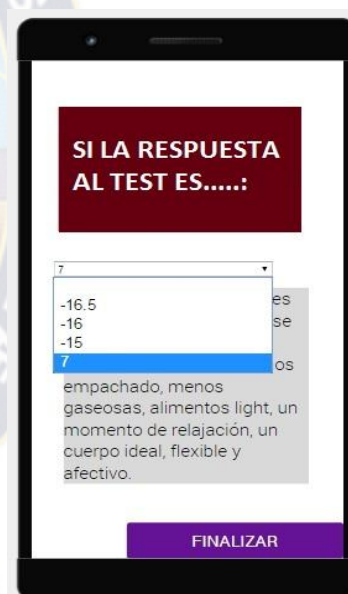


Figura 3.8 Ventana Final
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.7 se muestra las partes importantes que debe tener la aplicación al momento del desarrollo de lógica difusa con edad biológica y en la figura 3.8 se muestra el resultado de las reglas difusas expresada en palabras, teniendo consejos positivos para la realización de hábitos saludables.

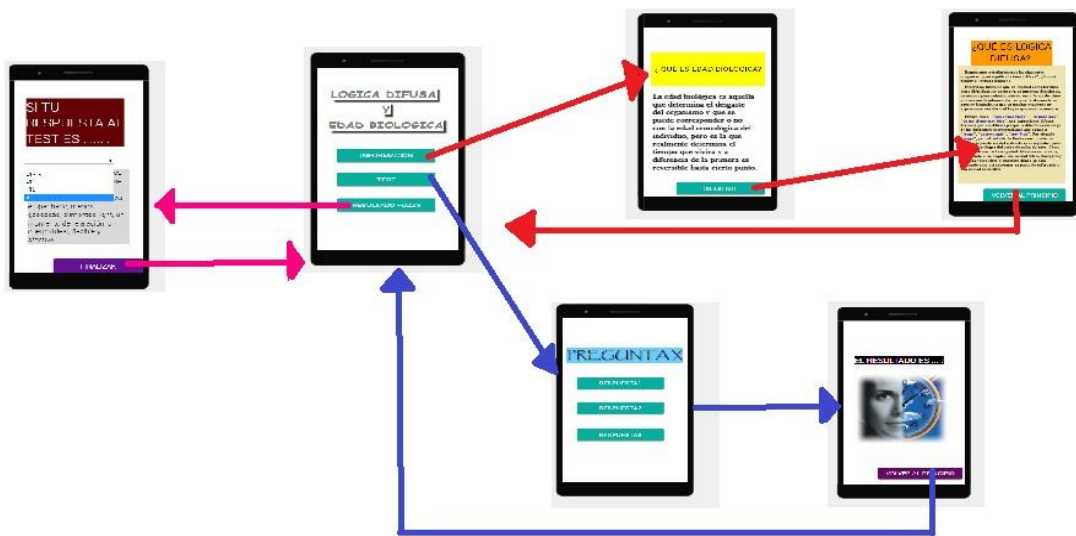


Figura 3.9 Diseño Navegacional
Fuente: Elaboración Propia

En figura 3.9, se expresa el diseño navegacional que debe presentar la aplicación, como se observa es una secuencia de pasos que se debe seguir para entender la creación de la lógica difusa para el test. Las flechas rojas presentan la primera secuencia de pasos, las flechas azules presentan la segunda secuencia de pasos y las flechas rosadas presentan el tercer paso a seguir y el ultimo, la aplicación presenta una comunicación fácil de entender.

3.10 DESARROLLO ANDROID

La aplicación presenta tres opciones, la primera es referente a la información teórica, la segunda es referente al test y la tercer es la implementación de consejos dependiendo a la edad que obtenga, estos consejos se obtuvieron con las reglas difusas.

Se entiende que para utilizar la aplicación debe existir un concepto de edad biológica y lógica difusa se realizó, lo cual se encuentra en el botón información.

Posteriormente se debe ir al botón test para empezar a evaluar a la persona y así saber cuánto de edad biológica se obtuvo y el rango de variación que puede presentar dependiendo a la edad que obtenga.

Finalizado el test, si se quiere saber qué consejos nos proporciona las reglas difusas transformadas en consejos se debe volver a la ventana principal e ir a resultados difusos una vez dentro de esta opción se observa una lista desplegable que se encuentra inicialmente con el número -16.5 la cual tiene unas edades predeterminadas que puede sacar el evaluado, también se observa un buscador el cual al darle clic obtiene el consejo de un buen hábito saludable dependiendo de la edad que se tenga. A continuación se pretende mostrar la ventana principal del desarrollo y la ventana de finalización de la aplicación.



Figura 3.10 Pantalla principal
Fuente: Elaboración Propia

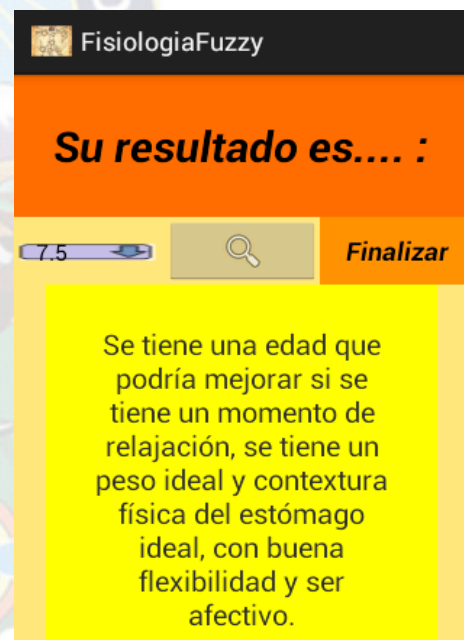


Figura 3.11 Pantalla Final
Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1 COMPROBACIÓN DE LA LABOR

El método se formaliza con operaciones matemática y las pruebas efectuadas con el uso del software propuesto Rstudio no obstante también se realizara operaciones matemáticas para hallar la estimación e incertidumbre del problema planteado, de tal forma responder a la hipótesis que se planteó anteriormente “Se puede implementar lógica difusa a un sistema experto para un seguimiento de buenos hábitos saludables en las personas”.

4.2 VALIDACIÓN

La validación del test con lógica difusa utiliza la herramienta Rstudio para obtener operaciones matemáticas que verifiquen la situación en la que se presenta el problema estudiado, demostrando la veracidad del test de edad biológica. La técnica a emplear es utilizando el paquete FRBS³ conjuntamente con el paquete MASS⁴ como operación matemática, la encuesta a personas para el grado de certeza, y las pruebas estadísticas para eliminar desviaciones.

Se aprecia en la tabla 4.1 la interpretación que se le da al algoritmo stepwise⁵ (StepAIC) que indica que si se inicia con un “Buen Hábito” de 83.959 % la “Edad biológica” puede llegar es 125.3 años pero en el momento de aplicar Step⁶ y Anova⁷ se muestra la desviación

³ Algoritmos basados en reglas difusas para tratar con las tareas de clasificación y regresión.

⁴ Calcula intervalos de confianza para uno o más parámetros en un modelo ajustado.

⁵ Se utiliza como el modelo en la búsqueda escalonada.

⁶ Funciones genéricas orientadas a objetos de clase ajustada

⁷ Compara un submodelo con un modelo externo y produce una tabla de análisis de la varianza.

que puede presentar y esto es de 217.3786 años fisiológicos de un hábito saludable del 84%.

```

> Ajuste <- lm(BuenHabito ~ DiferenciaEdad, data = reglasC)
> Paso <- stepAIC(fit, direction = "both")
inicio: AIC=83.96
BuenHabito ~ DiferenciaEdad

Df Suma de Sq  RSS  AIC
<ninguno>217.37 83.959
- DiferenciaEdad 1 153.81 371.17 125.300
>step$anova
Camino del modelo Stepwise
Análisis de la tabla de desviación

Step Df Deviance Resid. DfResid. Dev  AIC
1          79 217.3686 83.95877

```

Tabla 4.1 Validación
Fuente: Elaboración Propia

4.3 ESTIMACIÓN

El valor "estimante", se obtiene con el uso de la desviación típica, según los datos obtenidos de la covarianza.

TOTAL				
X	Y	X*Y	X^2	Y^2
283,5	372	-5,5	12062	2070

Tabla 4.2 Total de la Variable Edad y Buen Hábito
Fuente: Elaboración Propia

Se utiliza la tabla 4.2 que se desarrolló en el capítulo 3 en el cual se halla la media y la desviación típica $\sigma = 2.12$, colocando valores a la estimación puntual $e_p = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = 0.95 \frac{2.12}{\sqrt{80}} = 0.22$. Entonces $\mu \in |\bar{X} \pm e_p|_{\text{buen hábito}} \rightarrow \mu \in |3.5 \pm 0.22|_{0.95} = |3.28; 3.72|_{0.95}$

Se observa que el grado de desviación de μ va de 3.3 años promedio de edad biológica hasta un aumento de 3.7 años de edad biológica.

4.4 CAMPO DE PRUEBA CON LÓGICA DIFUSA

Se verifica la disminución de la incertidumbre de la edad biológica realizando encuesta a 30 personas de diferentes edades para verificar si las reglas difusas que se utilizaron son compatibles con evaluados además de ver si la validación y estimación son coherentes con las pruebas que se realizó, teniendo a continuación los siguientes resultados:

Se observa en la evaluación que el cincuenta por ciento tienden a colocar en el test datos erróneos o falsos, observando que algunos tienden a autoevaluarse de manera positiva o negativa con respecto a los hábitos que realizan, estos casos se dieron con respecto al peso, la textura física del cuerpo, el ejercicio físico que se realiza y las flexiones que una persona puede realizar, también se observa que la mayoría de las personas no tienden a fumar, eso es un aspecto positivo a tomar en cuenta y otro dato importante a observar es que la mayoría de las personas tienden a cansarse cuando realizan una actividad, la edad biológica revisa estos factores y lo que se puede rescatar de la encuesta realizada es dar importancia a la relajación del cuerpo de tal forma disminuir la edad biológica además se halla otra manera para que el evaluador pueda responder de manera correcta y así evitar que responda de manera incorrecta.

Nº	Edad	Compartir	Abrazo	Flexión	Cuerpo	Estomago	Cansancio	Fumar	Bebida	Alimento	Refresco	Lleno	Caminata	Ejercicio	DifEdad
1	21	4 o más	siempre	fácil	ligero sobre peso	casi Plano	a veces	no	no	a veces	a veces	a veces	mayoría	mayoría	-6.0
2	26	ninguno	a veces	fácil	ideal	Casi plano	A veces	Una vez	en ocasión	A veces	A veces	A veces	mayoría	mayoría	-2.5
3	50	ninguno	A veces	fácil	ideal	redondo	A veces	si	ocasión	A veces	A veces	nunca	A veces	A veces	1
4	28	ninguno	siempre	fácil	ideal	Casi plano	Casi todos Los días	Una vez	no	A veces	mayoría	A veces	siempre	mayoría	-2.5
5	35	ninguno	siempre	fácil	ideal	redondo	Después De una actividad	Una vez	no	A veces	A veces	A veces	mayoría	mayoría	-2
6	56	ninguno	ninguno	No pudo	Excesivo	Muy grande	Después de una actividad	no	evento	siempre	mayoría	A veces	A veces	nunca	12.5
7	45	1 a 3	A veces	casi	ideal	Casi plano	Después De una actividad	no	No	A Veces	A veces	nunca	siempre	A veces	-6.5
8	25	1 a 3	siempre	Empujando	ideal	Casi plano	Después De una actividad	no	Evento festivo	nunca	no	A veces	siempre	A veces	-6.5
9	18	ninguno	ninguno	Empujando	Por debajo	plano	Después De una actividad	no	No	A veces	A veces	A veces	mayoría	A veces	-0.5
10	20	1 a 3	a veces	casi	Sobre peso	redondo	A veces	no	No	mayoría	A veces	A veces	A veces	A veces	2.5
11	22	ninguno	ninguno	Empujando	Ligero Sobre peso	redondo	A veces	no	ocasión	A veces	nunca	A veces	A veces	A veces	1
12	28	4 o más	siempre	casi	Sobre peso	redondo	Después De una actividad	no	ocasión	A veces	A veces	Mayoría	A veces	A veces	2.0
13	46	4 o mas	A veces	fácil	Por debajo	plano	A veces	no	Evento festivo	A veces	A veces	nunca	siempre	A veces	-8.5
14	25	4 o mas	siempre	casi	Excesivo	redondo	A veces	no	ocasión	A veces	mayoría	Mayoría	A veces	A veces	2.5
15	63	4 o mas	siempre	fácil	ideal	Casi Plano	Después de una actividad	no	ocasión	A veces	nunca	A veces	mayoría	mayoría	-8.5
16	58	1 a 3	siempre	Empu	Sobre	redondo	Después	no	Evento	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	1.5

Tabla 4.3 Prueba del test
Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia que en la tabla 4.3 solo se encuentra 16 pruebas realizadas, por ello que en la tabla 4.4 se pretende mostrar la continuación de las 30 pruebas, este número de pruebas se realiza con una distribución normal con el fin de calcular la probabilidad de ocurrencia de distintos sucesos con una variable aleatoria continua.

				jando	peso		De una actividad		festivo						
17	19	ninguno	ninguno	A veces	Empu_jando	Sobre_peso	redondo	A veces	no	evento	A veces	A veces	A veces	A veces	14.5
18	48	1 a 3	A veces	fácil	ideal	Casi plano	A veces	si	ocasión	A veces	A veces	nunca	A veces	mayoría	-3
19	40	1 a 3	siempre	Empu_jando	Ligero Sobre_peso	redondo	A veces	no	ocasión	A veces	A veces	A veces	siempre	A veces	-2.5
20	62	ninguno	A veces	fácil	ideal	Casi plano	A veces	no	ocasión	A veces	siempre	A veces	siempre	Mayoría	-1
21	28	ninguno	siempre	fácil	Ligero Sobre_peso	Casi plano	A veces	no	ocasión	A veces	mayoría	A veces	mayoría	A veces	-1
22	51	1 a 3	A veces	Empu_jando	Ligero Sobre_peso	Casi plano	A veces	no	Evento festivo	siempre	A veces	nunca	mayoría	mayoría	-1.5
23	20	1 a 3	ninguno	Empu_jando	Ligero Sobre_peso	redondo	A veces	Una vez	no	mayoría	A veces	A veces	A veces	A veces	5.5
24	34	4 o más	A veces	fácil	ligero	redondo	A veces	Una vez	evento	A veces	mayoría	Mayo_ría	mayoría	mayoría	0.5
25	26	1 a 3	A veces	Casi puede	ideal	Casi plano	Casi todos Los días	no	no	A veces	A veces	A veces	nunca	Nunca	-1
26	24	1 a 3	A veces	fácil	Por debajo	plano	A veces	Una vez	no	A veces	mayoría	A veces	siempre	mayoría	-5
27	40	1 a 3	siempre	Empu_jando	Sobre_peso	redondo	A veces	no	evento	A veces	A veces	Mayo_ría	siempre	A veces	0
28	23	ninguno	A veces	casi	ligero	redondo	Después De una actividad	si	ocasión	A veces	A veces	A veces	A veces	A veces	8.5
29	56	ninguno	ninguno	No pudo	Exce_sivo	Muy grande	Después de una actividad	no	evento	siempre	mayoría	A veces	A veces	nunca	12.5
30	34	ninguno	A veces	casi	Sobre_peso	redondo	Casi todos Los días	si	mayoría	mayoría	A veces	A veces	A veces	nunca	13

Tabla 4.4 Prueba2 del test
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.4 se aprecia las pruebas ejecutadas con la aplicación “fisiología fuzzy” el cual se elaboró, con los datos de edad biológica que presentaron los evaluados; con las edades obtenidas se conocerá estadísticamente la variación que presenta ya que como se observa las personas tienden a equivocarse con respecto a los hábitos que tienen o en algunos casos no aceptan el hábito que presentan. De este conjunto de pruebas que se realizó se tomara la edad y el resultado, tomando los valores de X como la edad, Y como el valor obtenido de las preguntas y respuestas que se dio. En la siguiente tabla 4.5 se muestra la edad real que tienen y cuánto pueden aumentar o disminuir con respecto a su fisiología.

Nº	Edad	Valor
1	21	-6
2	26	-2,5
3	50	1
4	28	-2,5
5	35	-2
6	56	12,5
7	45	-6,5
8	25	-6,5
9	18	-0,5
10	20	2,5
11	22	1
12	28	2
13	46	-8,5
14	25	2,5
15	63	-8,5
16	58	1,5
17	19	14,5
18	48	-3
19	40	-2,5
20	62	-1
21	28	-1
22	51	-1,5
23	20	5,5
24	34	0,5
25	26	-1
26	24	-5
27	40	0
28	23	8,5
29	56	12,5
30	34	13

Tabla 4.5 Edad Real y Biológica con Lógica Difusa
Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la figura 4.1 que la mayoría de las personas encuestadas se encuentran a una edad biológica cercana a su edad cronológica, cabe mencionar que estos datos tienen un margen de error que posteriormente serán evaluadas para eliminar la incertidumbre que presentan, de tal manera hallar una solución que disminuya la difusidad del test de edad biológica y así obtener datos precisos.

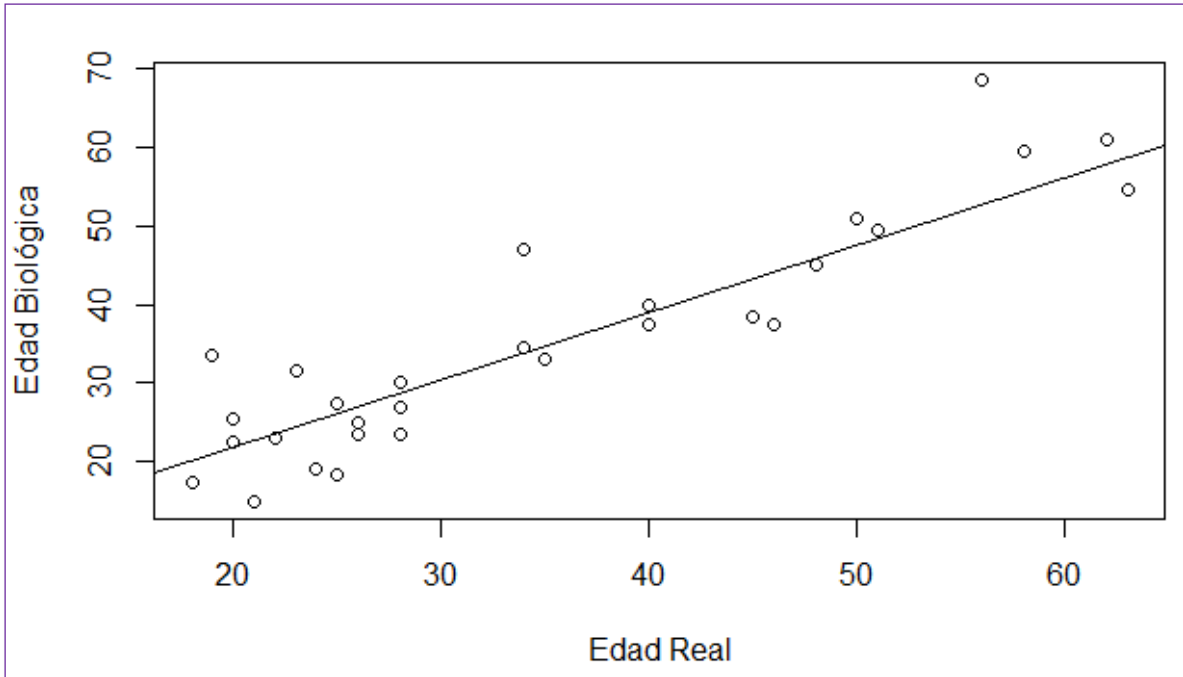


Figura 4.1 Edad Real y Biológica con Lógica Difusa
Fuente: Elaboración Propia

Se utiliza los datos de la estimación para logra la media que es $\bar{X} = \frac{x_i}{n} = \frac{1037}{30} = 34.56$, la desviación típica se halla con $\sigma = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - \bar{y}^2} = \sqrt{\frac{1142.5}{30} - 0.63^2} = 6.1$. Con la estimación puntual se pretende hallar un 95% de certeza, para tal caso la fórmula es la siguiente:

$$e_p = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = 0.95 \frac{6.12}{\sqrt{30}} = 1.06$$

Se puede decir que $\mu \in |\bar{X} \pm e_p|_{\text{buen hábito}} \rightarrow \mu \in |34.56 \pm 1.06|_{0.95} = |33.5; 35.62|_{0.95}$. Ello quiere decir que la desviación que genera va desde 33.5 hasta 35.6 teniendo una edad promedio de 34.56 años de edad cronológica.

La incertidumbre del test disminuye a un 95%, teniendo como prueba de investigación que las personas tienden a subir un 6.1 años de edad biológica ya que en la actualidad existe sustancias que provocan el envejecimiento prematuro de la fisiología humana.

4.5 CAMPO DE PRUEBA SIN LÓGICA DIFUSA

Se realiza el test de edad biológica con 30 muestras, utilizando directamente la aplicación de edad biológica, Obteniéndose los resultados y su análisis de la edad biológica, en la tabla 4.6 se aprecia los valores obtenidos.

Nº	Edad Real	Edad Biológica
1	21	-4
2	26	-5
3	50	3
4	28	-1
5	35	-5
6	56	11
7	45	-4
8	25	3
9	18	1
10	20	6
11	22	5,5
12	28	7
13	46	-7
14	25	5
15	63	-6
16	58	5
17	19	10,5
18	48	-3,5
19	40	-3,5
20	62	-3,5
21	28	3,5
22	51	-7,5
23	20	7
24	34	7,5
25	26	3,5
26	24	-6,5
27	40	8,5

28	23	7
29	56	15,5
30	34	12

Tabla 4.6 Edad Cronológica sin Lógica Difusa
Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los presentes datos se observa en la figura 4.2, donde se utiliza la regresión lineal para ver el grado de dependencia que genera la variable “Edad Cronológica” y la variable “Edad Biológica”, permitiendo estudiar la utilidad del test sin el análisis difuso y apreciar la certeza que presenta.

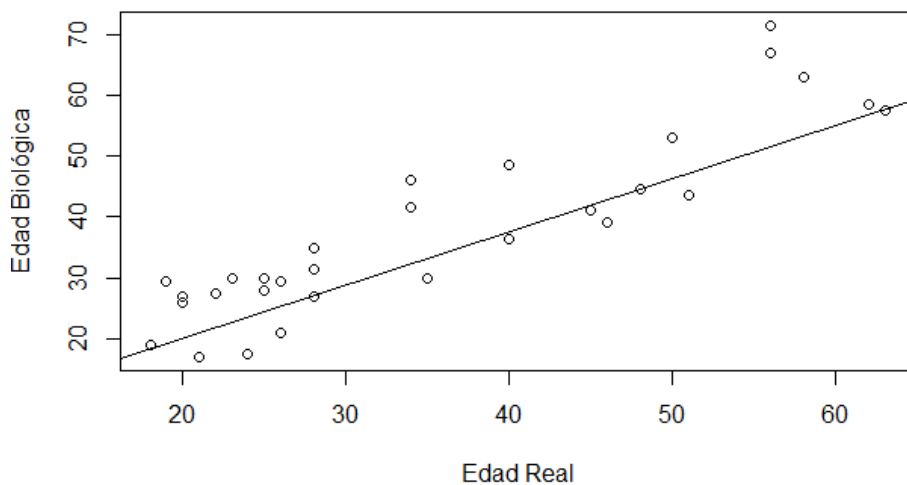


Figura 4.2 Edad real y Biológica sin Análisis Difuso
Fuente: Elaboración Propia

El método a emplear es la estimación donde la media es $\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1037}{30} = 34.56$, tal dato a emplear es con respecto a la edad real, con una población muestral de 30 personas, los evaluados son los mismos y la desviación típica es

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - \bar{y}^2} = \sqrt{\frac{2727.25}{30} - 98,75^2} = 6.6 .$$

Con la estimación puntual se pretende utilizar un 95% de certeza, para tal caso la fórmula es la siguiente:

$$E^2 = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 5.47$$

Por tanto el error que produce es de 5.47 lo cual en la tabla de Gauss se puede encontrar al error con un valor de 0.23, buscando el valor de 0.23 en la tabla de Gauss se observa que el grado de certeza es de un 56%, posteriormente la estimación puntual se presenta por la fórmula $e_p = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = 1.96 \frac{6.12}{\sqrt{29}} = 2.04$

Se puede decir que $\mu \in |\bar{X} \pm e_p|_{\text{buen hábito}} \rightarrow \mu \in |34.56 \pm 2.04|_{0.95} = |32.52; 36.6|_{0.95}$. Ello quiere decir que la desviación que genera va desde 32.5 hasta 36.6 años de edad cronológica. Acorde a lo observado se puede concluir que el test presenta un grado de certeza a un 56% con un intervalo de desviación de 2.04 años de aumento sin la implementación de lógica difusa.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES GENERALES

- El uso de operaciones matemáticas ha facilitado el trabajo con respecto a cálculos de investigación lógica y estimaciones tediosas que puede presentar.
- Se observa que en algunos casos las desviaciones son notorias con respecto a la edad biológica de una persona, en la figura 3.4 del capítulo 3 se aprecia el cambio drástico de una determinada edad a causa de una variable que tiene mayor peso en las preguntas.
- Teniendo 81 pruebas se puede verificar que existe un grado de certeza con la dependencia de las variables, logrando indicar la disminución de la incertidumbre a un 72% con respecto a las variables a utilizar para el test de edad biológica.
- Al realizar la correlación se halla que la utilización de los datos es fuerte e inversa, es inversa por el motivo de que la edad biológica debe disminuir, observando ello como un factor positivo y es fuerte ya que las variables a utilizar son las adecuadas.
- El desarrollo de la aplicación fue de gran utilidad ya que para los cálculos de la edad biológica facilitaron la operación matemática.

5.2 ESTADO DE LOS OBJETIVOS

- Se pudo utilizar lógica difusa para eliminar la incertidumbre que generaba el test de edad biológica, utilizando el valor de cada variable y el valor de cada pregunta.
- La utilización de conjuntos difusos fue la adecuada para determinar el rango de difusidad y entender de manera gráfica la situación en la que se presentaba cada variable lingüística de entrada además de verificar el valor de cada pregunta y la

prioridad que tiene para el análisis dando a lugar a nuevas variables que se formaron para ser analizadas.

- La lógica difusa con sistemas de control se pudo realizar con operaciones lógicas para determinar el grado de certeza que presenta conseguir una mejora para el tratamiento de datos en la edad biológica.
- La inferencia difusa fue de gran ayuda ya que se pretende disminuir la edad fisiológica del cuerpo y el método de Mamdani Minium Inference fue la indicada para el análisis ya que este método indica obtener el valor mínimo de un conjunto.
- La estimación e incertidumbre se halló con las personas que fueron autoevaluadas con el test, no obstante se realizó dos pruebas, la primera prueba fue con todas las reglas difusas y la segunda prueba fue con algunas reglas que las mismas personas presentaron.

5.3 ESTADO DE LA HIPÓTESIS

- Con el uso de la validación se puede apreciar que un hábito saludable puede llegar a un 83.9% y llegar a 125 años de longevidad, no obstante utilizando los 81 casos que se obtuvo con lógica difusa se aprecia que la estimación puntual varia a ± 0.22 de su real aproximada.
- En el campo de prueba se aprecia que las personas tienden a colocar datos erróneos o falsos por tal motivo se vuelve a realizar los cálculos para disminuir a un 95% la incertidumbre y vaguedad de la edad biológica, dando como resultado que la edad varia a ± 1 año de edad fisiológica y la desviación que puede presentar es de 6.12 años de edad biológica.

5.4 RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar el test de edad biológica no solo para personas de la Ciudad de La Paz, sería aconsejable que este test sea para personas que se encuentran en otra situación ambiental, en donde el vivir sea distinto a la Ciudad de La Paz.
- La utilización del test es aconsejable para personas mayores de edad ya que no sufren drásticos cambios hormonales que alteren la autoevaluación. Las personas menores constantemente se encuentran en desarrollo es por ello que aplicar el test no es de relevancia por los constantes cambios que presentan ya sea emocional, físico o actividad.
- Se recomienda considerar una edad biológica de un aumento de siete años dependiendo al resultado de la autoevaluación ya que al realizar el campo de prueba se aprecia que las personas tienden a colocar datos erróneos con respecto a tener una buena salud.
- Se observa que si se realiza un hábito positivo y esta es de gran importancia para la salud no es de gran relevancia realizar hábitos negativos que no afecten a la edad biológica, ya que un hábito positivo de gran importancia puede contrarrestar a los hábitos negativos de menor peso y así tener una edad biológica igual que la cronológica. Si se desea disminuir la edad biológica obviamente realizar hábitos saludables es de gran importancia.

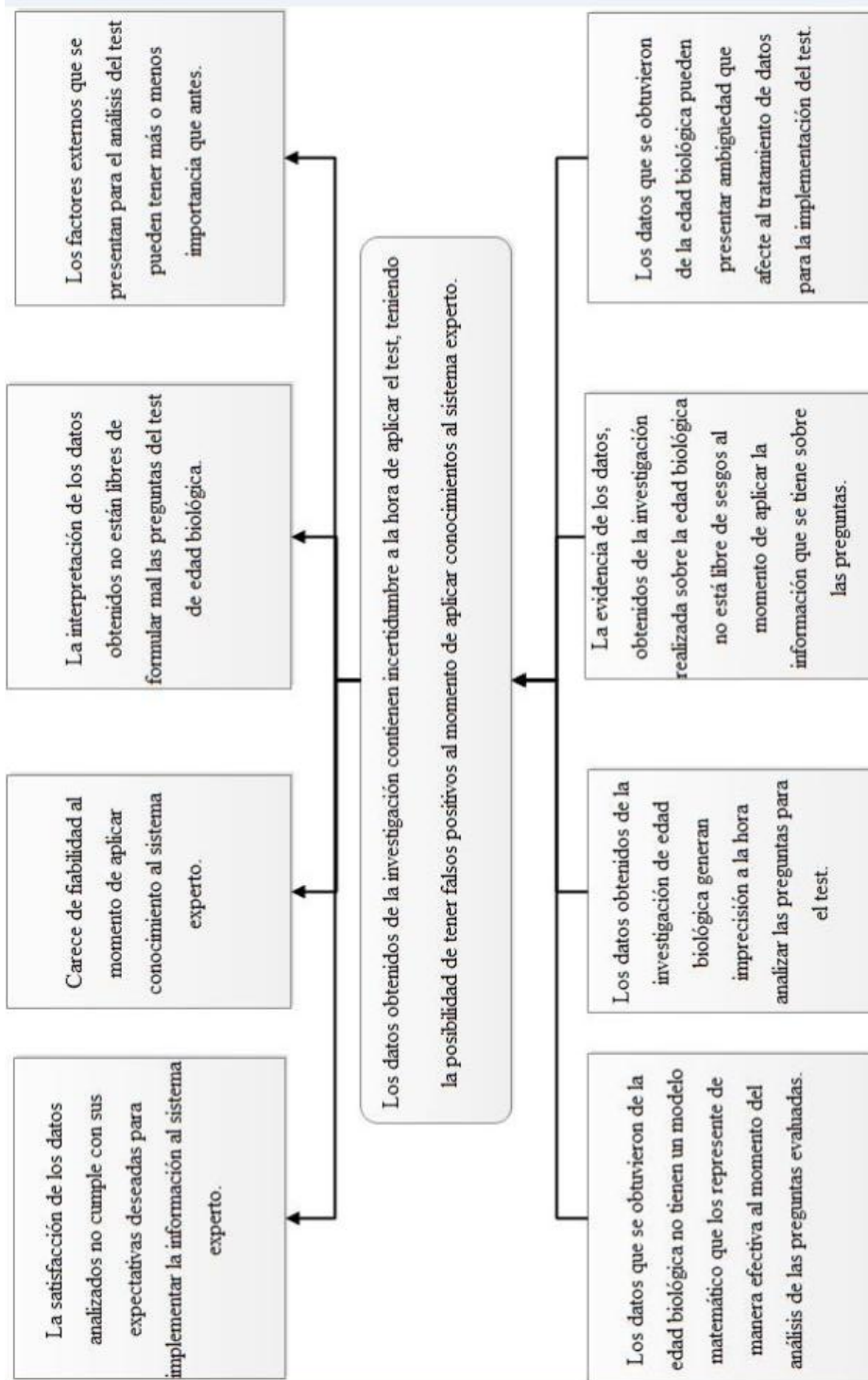
BIBLIOGRAFÍA

- L.S. Riza, C. Bergmeir, F. Herrera, J. M. Benítez (2013). Constructing Fuzzy Rule-Based Systems with the R Package “Frbs”. Canada.
- Lala Septem Riza (2015). Data Science And Big Data Processing In R: Representations And Software. Para Optar el Grado de Doctor en Tecnologías de la Información y la Comunicación, Universidad de Granada.
- Bahareh Atoufi And Hamed Shah-Hosseini (2010). Bio-Inspired Algorithms For Fuzzy Rule-Based Systems. Model, Applications & Research, Vol. 1 (7), Pp 126 – 159.
- Francesc Carmona (2007). Curso Básico de R. México.
- David V. Conesa Guillén (2011). Curso Introducción R. Roma: Depto. De Estadística e Investigación Operativa.
- Manuel Febrero Bande, Pedro Galeano San Miguel, Julio González Díaz, Beatriz Pateiro López (2007). Prácticas de Estadística en R Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (1a. Ed.). Santiago.
- Dpto. Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (2013). Gráficos de Puntos, Líneas E Histogramas En R. Universidad De Sevilla: Romero Campero.
- Carlos Balsalobre (2012). Taller de Gráficos. Murcia: Fundamentos Estadísticos Para Investigación.
- Dra. Diana M. Kelmansky (2010). Introducción al Lenguaje R. Dpto. De Matemática - Instituto De Cálculo 2do. Cuatro. 2007.
- Joaquín Ortega Sánchez (2009). Gráficos Y Programación. Mexico: Cimat.
- Yohn Daniel Amaya Balaguera (2014). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles. Colombia: Investigación Científica Y Tecnológica Terminada.
- Tomas Leon Quintanar (2009). “Sistemas Expertos y sus Aplicaciones”. Para obtener el Título de Licenciado en Computación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: Pachuca de Soto.

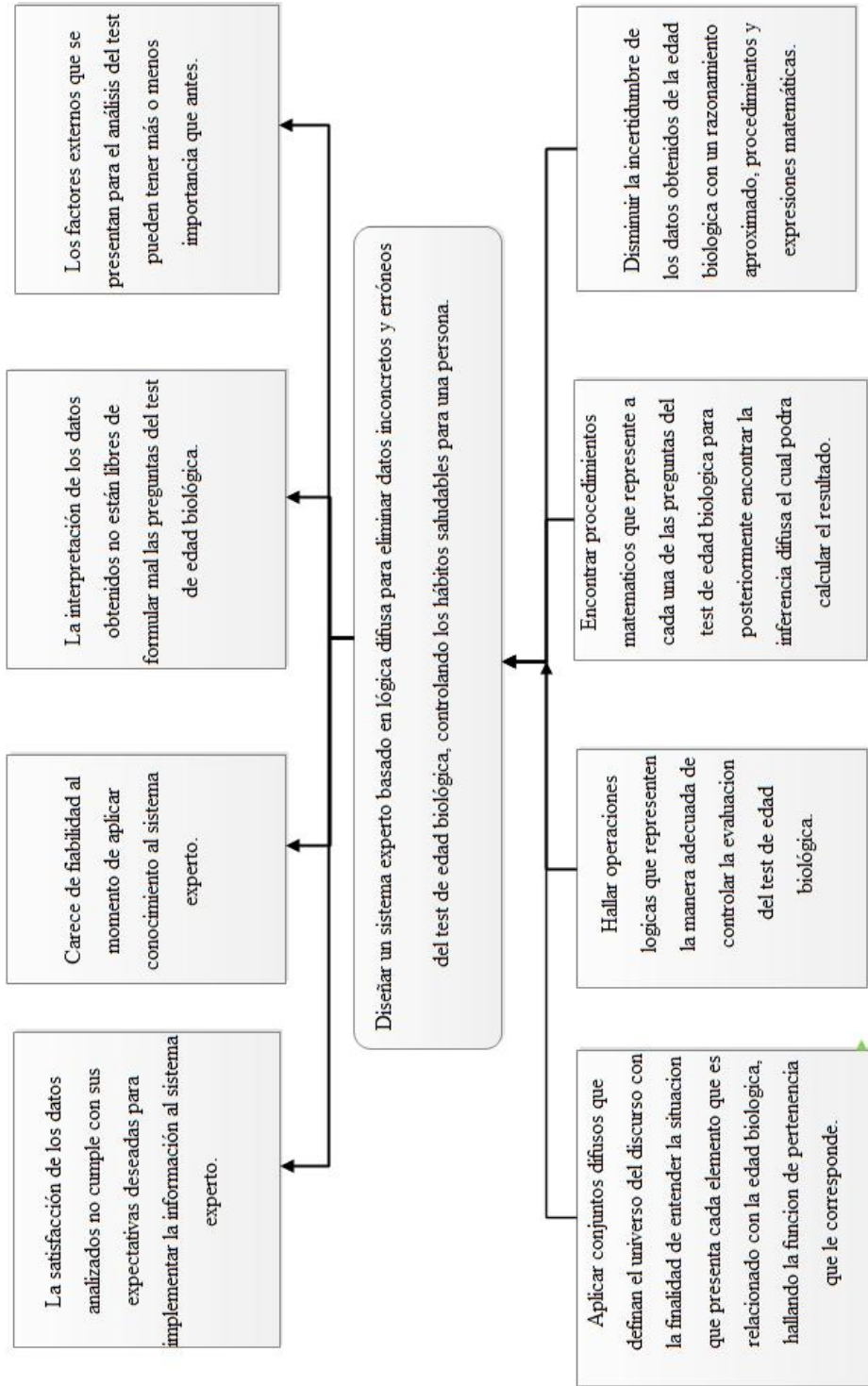
- Yeicy Juliana Molina Rivera, Jonathan Sandoval Cardona, Santiago Alberto Toledo Franco (2012). Sistema Operativo Android: Características y Funcionalidad para Dispositivos Móviles. Universidad Tecnológica De Pereira. Facultad de Ingenierías: Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación, Programa: Ingeniería de Sistemas y Computación. Pereira, 2012.
- Montalvo Toro, Jessica (2015). La Vejez y el Envejecimiento desde la perspectiva de la Síntesis Experimental del Comportamiento Revista Latinoamericana de Psicología, Vol. 29, Núm. 3, 1997, Pp. 459-473. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia.
- Robert Ramírez Vique (2011). Métodos para el desarrollo de Aplicaciones Móviles. Universidad Oberta De Catalunya.
- Pedro José Salinas (2011). Metodología de la Investigación Científica. Venezuela: Merida.
- José Luis Pino V., Claudio Díaz H., Miguel Ángel López E. (2011). Construcción y Validación de un Cuestionario para Medir Conductas y Hábitos Alimentarios En Usuarios de la Atención Primaria De Salud. Chile: Rev Chil Nutr Vol. 38, N°1, Marzo 2011.
- Itext Paulo (2008). Estimación de Parámetros, Validación de Modelos y Análisis de Sensibilidad. (1a. Ed.) Cap. 06, Pág. 61 -66.
- Francesc Carmona (2006). Ejercicios de Análisis de la Varianza Con R. Departamento De Estadística.
- C.M. Cuadras, Problemas De Probabilidades y Estadística. Vol.2: Inferencia Estadística. Eub, 2000.
- Amparo Baíllo (2008). Regresión Múltiple. Regresión Múltiple, Cap. 6.
- Luis Cayuela (2010). Modelos Lineales: Regresión, Anova y Ancova. Universidad de Granada: Junta de Andaluca.
- Guillermo Tejada Muñoz (2001). Tutorial de Lógica Fuzzy. Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Mayor de San Marcos de Lima – Perú.

- Jose A. Egea, Mathieu Kessler (2010). Regresión Lineal Con R Commander. Universidad Politécnica de Cartagena: Departamento de Matemática Aplicada y Estadística.
- Brian Ripley (2016). Package 'Mass'. Functions and Datasets to Support Venables and Ripley, Modern Applied Statistics with' (4th Edition, 2002).
- Bruno López Takeyas (2005). Lógica Difusa. Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo.
- Riza LS, Bergmeir C, Herrera F, Ben_tez JM (2015). frbs: Fuzzy Rule-Based Systems for Classification and Regression Tasks. R package version 3.1-0, URL <http://CRAN.R-project.org/package=frbs>.
- Rmetrics Core Team, Wuertz D, Setz T (2014). fRegression: Regression Based Decision and Prediction. R package version 3011.81, URL <http://CRAN.R-project.org/package=fRegression>.
- Zhou SM, Lyons RA, Brophy S, Gravenor MB (2012). "Constructing Compact Takagi-Sugeno Rule Systems: Identification of Complex Interactions in Epidemiological Data." PLoS ONE, 1(12), 1-14.
- Jorge López Puga (2013). Análisis Estadístico con R Uso de programas estadísticos en la investigación. Universidad Católica San Antonia.
- R Development Core Team (2000). Introducción a R. Notas sobre R: Un entorno de programación para Análisis de Datos y Gráficos Versión 1.0.1
- Bonifacio Martín del Brio, Alfredo Sanz Molina (2002). "Redes neuronales y sistemas difusos". 2º Edición. © RA-MA Editorial.
- Ambalal V. Patel (2004), "Transformation Functions for Trapezoidal Membership Functions", International Journal of Computational Cognition <http://www.YangSky.com/yangijcc.htm> Volume 2, Number 3, Pages 115–135.
- Manuel Báez, Miguel González, Francisco Hernández (2012). Introducción a Android. Universidad Complutense de Madrid: E.M.E. Editorial.

ANEXO A – ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO B – ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO C

REGLAS DIFUSAS EN EXCEL

COMPARTIR	ABRAZO	V_CO	V_AB	COMBINACION	SUB_A
niniguno	ninguno	1	1	2	a1
niniguno	a veces	1	-0,5	0,5	a2
niniguno	siempre	1	-1	0	a3
1 a 3	ninguno	-0,5	1	0,5	a4
1 a 3	a veces	-0,5	-0,5	-1	a5
1 a 3	siempre	-0,5	-1	-1,5	a6
4 o mas	ninguno	-1	1	0	a7
4 o mas	a veces	-1	-0,5	-1,5	a8
4 o mas	siempre	-1	-1	-2	a9

Tabla C.1 Combinación de Compartir y Abrazo

FLEXIBILIDAD	V_FL	SUB_A	COMBINACION	SUB_B
facilmente	-1	2	1	b1
facilmente	-1	0,5	-0,5	b2
facilmente	-1	0	-1	b3
facilmente	-1	0,5	-0,5	b4
facilmente	-1	-1	-2	b5
facilmente	-1	-1,5	-2,5	b6
facilmente	-1	0	-1	b7
facilmente	-1	-1,5	-2,5	b8
facilmente	-1	-2	-3	b9
empujando	0	2	2	b10
empujando	0	0,5	0,5	b11
empujando	0	0	0	b12
empujando	0	0,5	0,5	b13
empujando	0	-1	-1	b14
empujando	0	-1,5	-1,5	b15
empujando	0	0	0	b16
empujando	0	-1,5	-1,5	b17
empujando	0	-2	-2	b18
casi	0,5	2	2,5	b19
casi	0,5	0,5	1	b20

Tabla C.2 Combinación de Flexible y Abrazo

CUERPO	V_CU	SUB_B	COMBINACION	SUB_C
excesivo sobrepeso	3	1	4	c1
excesivo sobrepeso	3	-0,5	2,5	c2
excesivo sobrepeso	3	1	4	c3
excesivo sobrepeso	3	-0,5	2,5	c4
excesivo sobrepeso	3	2	5	c5
excesivo sobrepeso	3	-2,5	0,5	c6
excesivo sobrepeso	3	-1	2	c7
excesivo sobrepeso	3	-2,5	0,5	c8
excesivo sobrepeso	3	-3	0	c9
excesivo sobrepeso	3	2	5	c10
excesivo sobrepeso	3	0,5	3,5	c11
excesivo sobrepeso	3	0	3	c12
excesivo sobrepeso	3	0,5	3,5	c13
excesivo sobrepeso	3	-1	2	c14
excesivo sobrepeso	3	-1,5	1,5	c15
excesivo sobrepeso	3	0	3	c16
excesivo sobrepeso	3	-1,5	1,5	c17
excesivo sobrepeso	3	-2	1	c18

Tabla C.3 Combinación de Cuerpo y Bebida

ESTOMAGO	V_ES	SUB_C	COMBINACION	SUB_D
muy grande	1	4	5	d1
muy grande	1	2,5	3,5	d2
muy grande	1	4	5	d3
muy grande	1	2,5	3,5	d4
muy grande	1	5	6	d5
muy grande	1	0,5	1,5	d6
muy grande	1	2	3	d7
muy grande	1	0,5	1,5	d8
muy grande	1	0	1	d9
muy grande	1	5	6	d10
muy grande	1	3,5	4,5	d11
muy grande	1	3	4	d12
muy grande	1	3,5	4,5	d13
muy grande	1	2	3	d14

Tabla C.4 Combinación de Estomago con Cuerpo

ALIMENTOX	SUB_AL	SUB_G	COMBINACION	SUB_H
siempre	3	4	7	h1
siempre	3	2,5	5,5	h2
siempre	3	4	7	h3
siempre	3	2,5	5,5	h4
siempre	3	5	8	h5
siempre	3	0,5	3,5	h6
siempre	3	2	5	h7
siempre	3	0,5	3,5	h8
siempre	3	0	3	h9
siempre	3	5	8	h10
siempre	3	3,5	6,5	h11
siempre	3	3	6	h12
siempre	3	3,5	6,5	h13
siempre	3	2	5	h14

Tabla C.5 Combinación de Alimentox y Gaseosa

FUMAR	SUB_FU	SUB_E	COMBINACION	SUB_F
nunca	-3	7	4	f1
nunca	-3	5,5	2,5	f2
nunca	-3	7	4	f3
nunca	-3	5,5	2,5	f4
nunca	-3	8	5	f5
nunca	-3	3,5	0,5	f6
nunca	-3	5	2	f7
nunca	-3	3,5	0,5	f8
nunca	-3	3	0	f9
nunca	-3	8	5	f10
nunca	-3	6,5	3,5	f11

Tabla C.6 Combinación de Fumar y Estomago

Como se observa, el mismo procedimiento es aplicado a todas las variables lingüísticas de entradas que tienen un respectivo valor que los identifica.

ANEXO D

REGLAS DIFUSAS EXPRESADAS TEÓRICAMENTE

N°	SI	ENTONCES
-16.5	Se hace ejercicios físicos como caminata de tal forma que existe buena condición física, con una alimentación adecuada sin consumir alimentos de fábrica aunque en ocasiones se brinde, sienta mucho afecto a los demás y no fuma.	Se tiene una edad perfecta para el cuerpo aunque brinde muy rara vez no afecta a su edad.
-16	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empalagado con la alimentación adecuada sin gaseosas y la bebida solo para brindar, teniendo físico adecuado, no sentirse cansado, tener mucho afectivo y no fuma.	Se tiene una edad perfecta para su cuerpo aunque no haga constantemente caminata y se abstenga de brindar.
-15.5	Se hace ejercicio además de caminata, teniendo una alimentación adecuada sin gaseosa, ni beber solo brindar y sentirse nada cansado con una muy buena flexibilidad teniendo un buen estado físico y ser muy afectivo.	Se tiene una edad perfecta a pesar de que la alimentación no sea cien por ciento light.
-15	Se hace ejercicio y a veces caminata, teniendo una alimentación adecuada sin gaseosas y solo brindar y no sentirse empachado ni cansado teniendo muy buena flexibilidad, estado físico y ser afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que no es constante la caminata.
-14.5	Se hace ejercicio y a veces caminata, se tiene físico muy bueno, en la alimentación es saludable sin gaseosa y solo brindar, no se fuma y es afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que la caminata no sea constante y la textura física del estómago no sea tan plano.
-14	Se hace ejercicio y caminata, sin gaseosas, no se siente empachado, no fuma y solo brinda, el cuerpo es ideal, se tiene flexibilidad y es afectivo.	Se tiene muy buena edad a pesar de que en ocasiones no tenga alimentación light y en ocasiones se sienta cansado.
-13.5	Se hace ejercicio y caminata además de que no se siente empachado, ni cansado y no toma gaseosas, no fuma y solo brinda teniendo buen físico, flexibilidad y muy afectivo.	Se tiene muy buena edad a pesar de que tenga alimentación prefabricada y el estómago no sea tan plano.
-13	Se hace ejercicio y caminata, no se siente empachado, ni toma gaseosas, no fuma y solo brinda, no se está cansado, con buen físico y muy afectivo.	Se tiene buena muy buena edad a pesar de que no tenga alimentación light y el estómago no sea tan plano.
-12.5	Se hace ejercicio y caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda no se está cansado, buen peso, con buena flexibilidad y ser muy afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que no tenga una alimentación light y el estómago tenga una textura física redonda.
-12	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, ni gaseosas, solo se brinda, no se fuma, un físico adecuado, siento flexible y muy afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que no tenga una alimentación light y en ocasiones se sienta cansado.
-11.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, solo brinda, no fuma, no se siente cansado, se tiene un físico adecuado, flexibilidad y muy afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que consuma un buen tanto de alimentos prefabricados.
-11	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, solo brinda, no fuma, no se siente cansado, peso ideal, buena flexibilidad y muy afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados y su estómago no sea plano.
-10.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado ni cansado, no toma gaseosa, solo brinda, no fuma, peso	Se tiene muy buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados y que la textura del

	ideal con buena flexibilidad y muy afectivo.	estómago sea redondo.
-10	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado ni cansado, no toma gaseosas, no se fuma, solo se brinda, un peso ideal, flexible y muy afectivo	Se tiene una edad muy buena a pesar de que tenga consuma alimentos prefabricados y su estómago no sea plano.
-9.5	Se hace ejercicio, caminata, no se toma gaseosa, solo se brinda, no se fuma, con un peso ideal y flexibilidad y ser muy afectivo, no se siente empachado.	Se tiene una edad muy buena a pesar de que consuma alimentos prefabricados y en ocasiones se sienta cansado y su estómago no sea tan plano.
-9	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, solo brinda, no fuma tiene buen físico, flexible y muy afectivo.	Se tiene una muy buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados y se sienta cansado en ocasiones.
-8.5	Se hace ejercicio, caminata no se toma gaseosas y no se está empachado, solo brinda, no fuma, buen físico, flexible y muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados y en ocasiones se sienta cansado demás.
-8	Se hace ejercicio, caminata, no se está empachado, no toma gaseosas, solo brinda, no fuma, peso ideal, flexible y muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta cansado demás y su contextura física del estómago no sea tan plano.
-7.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no se toma gaseosas, solo brinda, no fuma con peso ideal, flexible y muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados y en ocasiones se sienta cansado demás y la contextura física de su estómago sea redondo.
-7	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda, tiene un físico ideal y sea un poco afectivo	Se tiene buena edad aunque a veces se coma alimentos prefabricados, tenga un ligero sobrepeso y su estómago no sea tan plano.
-6.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosa, no fuma, solo brinda y es un poco afectivo	Tiene buena edad a pesar de que a veces consuma alimentos prefabricados, a veces se sienta cansado, no tenga muy buen físico.
-6	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no gaseosas, solo brinda, no fuma, es un poco flexible y en ocasiones es afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que a veces coma alimentos prefabricados, se sienta cansado y tenga un ligero sobrepeso.
-5.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, ni toma gaseosas, solo se brinda, no fuma tiene un peso adecuado, es flexible y es afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta muy cansado y el estómago no sea plano.
-5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, ni toma gaseosas, solo se brinda, no fuma tiene un peso ideal, es flexible y es afectivo.	Se tiene una edad buena a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta muy cansado, y la contextura física del estómago no sea tan plano.
-4.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosa, no fuma, solo brinda, en ocasiones es afectivo y es flexible en ocasiones.	Se tiene buena edad a pesar de que se consuma alimentos de prefabricación y se sienta muy cansado en ocasiones, no tenga un cuerpo ideal.
-4	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda, es flexible y muy afectivo.	Se tiene una buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, se sienta en ocasiones muy cansado, y no tenga un físico ideal.
-3.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, solo brinda, no fuma, es flexible y muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta cansado, y su físico no se dé lo más adecuado.
-3	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda es flexible y es muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, y no tenga un físico ideal.
-2.5	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda, es flexible y es muy	Se tiene una buena edad a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta

	afectivo.	muy cansado y no tenga un físico adecuado.
-2	Se hace ejercicio, caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, bebe solo en ocasión, es flexible y la mayor parte es afectivo.	Se tiene una edad buena a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta muy cansado, y su físico no sea lo más adecuado.
-1.5	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo en ocasiones toma, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad buena a pesar de que se consuma alimentos prefabricados, se sienta cansado demás en ocasiones, y su peso no sea lo ideal.
-1	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma, solo brinda, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene buena edad a pesar de que se consuma alimentos prefabricados, el cuerpo no sea lo adecuado y en ocasiones se sienta cansado.
-0.5 < x < 0.5	Se hace, ejercicio, caminata, no se consume bebidas, ni gaseosas, no se siente empachado, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad aceptable a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta muy cansado y no tenga la contextura física perfecta.
1	Se hace en ocasiones ejercicios y caminata, no se siente empachado, ni toma gaseosas, no fuma, solo brinda, tiene un peso ideal, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad aceptable a pesar de que consuma alimentos prefabricados, en ocasiones se sienta cansado y la contextura física de su cuerpo no sea lo ideal.
1.5	Se hace ejercicio, en ocasiones caminata, no se siente empachado, no se toma gaseosas, no se fuma, solo se brinda, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad aceptable a pesar de que se consuma alimentos prefabricados, y tenga un ligero peso.
2	Se hace ejercicio, a veces caminata, no se siente empachado, no se consume gaseosas, no se fuma, solo se brinda, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si no consume muchos alimentos prefabricados, disminuye su peso, la contextura física.
2.5	Se hace ejercicio, a veces caminata, no tomar gaseosas, no se fuma, solo se brinda, es flexible y es muy afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si no se consume muchos alimentos prefabricados, se descansa, se tiene un peso ideal.
3	Se hace ejercicio, a veces caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, ni bebe, ni fuma y en ocasiones es afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si se consume menos alimentos prefabricados, se descansa, se obtiene un peso ideal, y se es flexible.
3.5	Se hace ejercicio, a veces caminata, no se siente empachado, no toma gaseosas, no fuma ni bebe.	Se tiene una edad que podría mejorar si consume menos alimentos prefabricados, si se descansa, si se obtiene un peso ideal y se es muy afectivo.
4	Se hace ejercicio, no se siente empachado, no toma gaseosas, no bebe, ni fuma y es flexible.	Se tiene una edad que podría mejorar si se realiza caminata, consume alimentos light, descansa, un peso ideal y es afectivo.
4.5	Se hace ejercicio, en la mayoría caminata, a veces empachado, a veces gaseosa, en ocasiones alimentos prefabricados, a veces se toma.	Se tiene una edad que podría mejorar si se tiene una alimentación light, un peso ideal, ser flexible, y más afectivo.
5	A veces se hace ejercicio, caminata, se toma gaseosas y se tiene una alimentación no adecuada. No se toma, ni se fuma.	Se tiene una edad que podría mejorar si se tiene mejor alimentación, se descansa, se tiene un peso ideal, flexible y se es afectivo.
5.5	A veces se hace ejercicio, en ocasiones caminata, a veces se siente empachado, a veces se toma gaseosa, a veces alimentos prefabricados, no se toma, ni se fuma.	Se tiene una edad que podría mejorar si se obtiene un peso ideal, si se tiene flexibilidad y se es afectivo.
6	A veces se hace ejercicio, a veces se siente empachado, a veces toma gaseosas, no bebe ni fuma, tiene un poco de flexibilidad.	Se tiene una edad que podría mejorar si se realiza caminatas, una alimentación light, tener un peso ideal y ser más afectivo.
6.5	A veces se hace ejercicio, más que a veces caminata, no se fuma ni se bebe y la contextura física del estómago es casi plana.	Se tiene una edad que podría mejorar si se trata de no estar empachado, no se toma mucha gaseosa, alimentación light, un peso ideal, ser

		flexible y afectivo.
7	A veces se hace ejercicio, a veces se siente empachado, no se bebe, ni se fuma y en ocasiones es afectivo	Se tiene una edad que podría mejorar si se hace caminata, menos gaseosa, mas alimento light, descansar, un peso ideal y flexible.
7.5	A veces se hace ejercicio, a veces caminata, a veces empachado, a veces gaseosa, a veces alimentos prefabricados, poco bebida, no fuma.	Se tiene una edad que podría mejorar si se tiene un momento de relajación, se tiene un peso ideal y contextura física del estómago ideal, con buena flexibilidad y ser afectivo.
8	A veces se hace ejercicio, más que a veces caminata, a veces gaseosas, no se bebe, ni se fuma.	Se tiene una edad que podría mejorar si no se sintiera empachado, una alimentación más light, se tiene un momento de relajación, un físico ideal, flexible y afectivo.
8.5	A veces se hace ejercicio, a veces empachado, a veces gaseosas, a veces se toma, no se fuma.	Se tiene una edad que podría mejorar si se realiza caminatas, si se tiene un momento de relajación, un estado físico ideal, ser flexible y afectivo.
9	A veces se hace ejercicio, más que a veces caminata, a veces se bebe, no se fuma, la contextura física del estómago es redonda y en ocasiones es flexible.	Se tiene una edad que podría mejorar si no se sintiese empachado, disminuye la gaseosa, una alimentación más light, tiene un momento de relajación, un peso ideal, y afectivo.
9.5	A veces se hace ejercicio, a veces caminata, a veces gaseosas, a veces alimentos prefabricados, a veces se toma, se dejó de fumar, tiene un estómago redondo y a veces es afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si se sintiese menos empachado, se tuviera una buena relajación, un cuerpo ideal, flexibilidad.
10	A veces se hace ejercicio, a veces empachado, dejo de fumar, su estómago es redondo, es un poco flexible y en ocasiones es afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si se realiza caminata, se toma menos gaseosa, alimentos light, tener un mejor descanso y un peso ideal.
10.5	A veces se hace ejercicio, a veces se toma gaseosa, a veces toma, dejo de fumar, tiene un estómago redondo, es un poco flexible y en ocasiones es afectivo.	Se tiene una edad que podría mejorar si se realiza caminata, se siente menos empachado, alimentos light y tener un momento de relajación.
11	A veces se hace ejercicio, a veces toma, dejo de fumar, a veces se cansa, su estómago es casi plano y es flexible.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se podría cambiar ello si realiza caminata, si disminuye sentirse empachado, menos gaseosas, alimentos light, un peso ideal y afectivo.
11.5	A veces hace ejercicio, a veces toma, dejo de fumar, en ocasiones es flexible y en ocasiones es afectivo.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se podría mejorar si realiza caminata, si se siente menos empachado, menos gaseosas, más alimentos light, tener mejor relajación y tener un físico ideal.
12	A veces se hace ejercicio, a veces se toma, dejo de fumar, a veces se siente cansado y su estómago es redondo	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero podría mejorar si realiza caminata, no se siente empachado, menos gaseosas, alimentación light, tener un peso ideal, ser más flexible y afectivo.
12.5	A veces se hace ejercicio, dejo de fumar, a veces cansado y la contextura física de su estómago es redonda.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se podría mejorar si realiza caminata, se siente menos empachado, toma menos gaseosas, menos bebida, obtiene un peso ideal, más flexible y afectivo.
13	A veces se hace ejercicio, a veces esta empachado, a veces bebe, dejo de fumar y es muy afectivo.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se podría mejorar si realiza caminata, toma menos gaseosas, una alimentación light, tener

		momentos de relajación, tener un físico ideal y flexible.
13.5	A veces hace ejercicio, no toma gaseosas, a veces alimentos prefabricados, toma poco y la contextura física del cuerpo es redonda.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se puede mejorar si realiza caminata, se sintiese menos empachado, deja de fumar, tener un peso ideal, ser flexible y afectivo.
14	A veces se hace ejercicio, a veces alimentos prefabricados, a veces cansado, su estómago redondo y es en ocasiones flexible.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se puede mejorar si realiza caminata, se sintiese menos empachado, menos gaseosas, se deja de beber, fumar, un peso ideal y afectivo.
14.5	A veces se hace ejercicio, a veces empachado, se dejó de fumar, una contextura del estómago redondo y es en ocasiones afectivo.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se podría mejorar si realiza caminata, menos gaseosas, alimentación light, se tenga relajación, peso ideal y flexible.
15	A veces se hace ejercicio, más que a veces caminata, a veces se siente empachado, la contextura del estómago es redonda y es afectivo.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se puede mejorar si disminuye la gaseosa, alimentos light, menos bebida, dejar de fumar, tener momento de relajación, peso ideal y flexible.
15.5	A veces se hace ejercicio, a veces bebe y dejo de fumar	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se puede mejorar si realiza caminata, se sintiese menos empachado, menos gaseosas, alimentos light, un momento de relajación, un cuerpo ideal, flexible y afectivo.
16	A veces se hace ejercicio, a veces empachado, no bebe y dejo de fumar	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero podría mejorar si realiza caminata, menos gaseosas, alimentos light, un momento de relajación, un cuerpo ideal, flexible y afectivo.
16.5	A veces hace ejercicio, a veces caminata, a veces empachado, a veces gaseosas y a veces toma.	Se tiene una edad que no es adecuada para su salud pero se podría mejorar si consume más alimentos light, deja de fumar, obtiene un momento de relajación, un físico ideal, flexible y afectivo.
17	A veces se hace ejercicio, a veces se siente cansado, una contextura del estómago redondo, en ocasiones es flexible y en ocasiones afectivo.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se podría mejorar si se realiza caminata, menos empachado, menos gaseosas, alimentos light, menos bebida, deja de fumar y un peso ideal.
17.5	A veces se hace ejercicio, a veces empachado y una contextura del estómago redondo.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero podría mejorar si se realiza caminata, se disminuye la gaseosa, alimentos light, menos bebida, deja de fumar, tiene momentos de relajación, un peso ideal, flexible y afectivo.
18	A veces se hace ejercicio, no se toma gaseosas, más que a veces consume alimentos prefabricados.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero se podría mejorar si se realiza caminata, se sintiese menos empachado, deja la bebida, deja de fumar, un momento de relajación, un físico ideal, flexible y afectivo.
18.5	A veces se hace ejercicio, a veces caminata, a veces empachado, a veces gaseosas, a veces se bebe y en ocasiones cansado.	Se tiene una edad que no es buena para su salud pero podría mejorar si tiene una alimentación light, deja de fumar, un físico ideal, flexible y afectivo.

19	A veces esta empachado, no consume gaseosas y la contextura del estómago es redonda.	Se tiene una edad alarmante, se aconseja realizar ejercicio, caminata, consumir alimentos light, dejar de beber, dejar de fumar, relajarse, peso ideal, flexible y afectivo.
19.5	A veces se realiza caminata y a veces gaseosas	Se tiene una edad alarmante, se aconseja realizar ejercicio, no sentirse empachado, menos gaseosa, mas alimento light, dejar de fumar, relajarse, cuerpo ideal, flexible y afectivo.
20	Más que a veces se realiza caminata y a veces empachado	Se tiene una edad alarmante, se aconseja realizar ejercicio, menos gaseosas, mas alimentos light, menos bebida, no fumar, relajarse, cuerpo ideal, flexible y afectivo.
20.5	A veces se realiza caminata, a veces gaseosas y en ocasiones se siente muy cansado.	Se tiene una edad alarmante, se aconseja realizar ejercicio, sentirse menos empachado, alimentos light, dejar de beber, dejar de fumar, cuerpo ideal, flexible y afectivo.
21	En ocasiones es afectivo.	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, caminata, menos empachado, menos gaseosa, alimentos light, dejar de fumar, dejar de beber, relajarse, tener un cuerpo ideal y ser flexible.
21.5	A veces se realiza caminata.	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, menos gaseosa, menos empachado, mas alimentos light, dejar de beber, dejar de fumar, relajarse, cuerpo ideal, flexible y afectivo.
22	A veces se consume gaseosa.	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, caminata, menos empachad, más alimentos light, dejar de beber, dejar de fumar, relajarse, un cuerpo ideal, flexible y ser afectivo.
22.5	A veces se realiza caminata.	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, menos empachado, menos gaseosa, mas alimentos light, dejar de beber, dejar de fumar, relajarse, un cuerpo ideal, flexible y ser afectivo.
23	Más que a veces esta empachado y en ocasiones se siente muy cansado	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, caminata, dejar la gaseosa alimentos más light, dejar de beber, dejar de fumar, cuerpo ideal, flexible y afectivo.
23.5	Más que a veces se siente empachado	Su edad es inadecuado, necesita cambiar urgente, se aconseja hacer ejercicio, caminata, menos gaseosa, dejar de beber, fumar, alimentos light, cuerpo ideal, flexible y ser afectivo

ANEXO E

TABLA DE LA DEPENDENCIA DE CADA VARIABLE

Call:
lm(formula = Ejercicio ~ DiferenciaEdad, data = reglasC)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-1.08182 -0.26362 0.05907 0.35003 0.87727

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.786371 0.057463 -13.69 <2e-16
DiferenciaEdad 0.081820 0.004709 17.38 <2e-16

Residual standard error: 0.4954 on 79 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.7926, Adjusted R-squared: 0.79 F-statistic: 301.9 on 1 and 79 DF, p-value: < 2.2e-16

Call:
lm(formula = Caminata ~ DiferenciaEdad, data = reglasC)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-1.3557 -0.4182 0.0054 0.3943 1.5401

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.533179 0.069721 -7.647 4.23e-11 ***
DiferenciaEdad 0.069444 0.005713 12.155 < 2e-16 ***

Residual standard error: 0.6011 on 79 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.651, Adjusted R-squared: 0.6472 F-statistic: 147.7 on 1 and 79 DF, p-value: < 2.2e-16

Call:
lm(formula = Empachado ~ DiferenciaEdad, data = reglasC)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-1.69193 -0.59368 -0.04161 0.59422 1.86588

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.386100 0.095247 -4.054 0.000117 ***
DiferenciaEdad 0.115605 0.007805 14.811 < 2e-16 ***

Residual standard error: 0.8212 on 79 degrees of freedom (1 observation deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0.7352, Adjusted R-squared: 0.7319 F-statistic: 219.4 on 1 and 79 DF, p-value: < 2.2e-16

GRAFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Se aprecia que la elaboración de cada variable independiente no produce resultados factibles para la investigación ya que produce desviaciones abismales, no obstante cada variable mide el grado de importancia para el test de edad biológica.

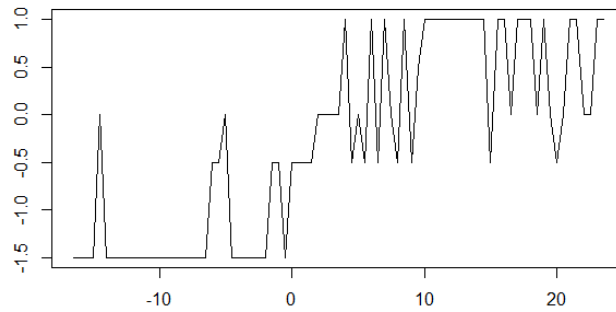


Tabla E.1 Desviación de Caminata

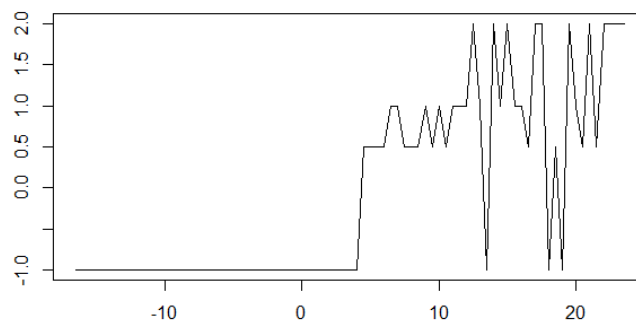


Tabla E.2 Desviación de Gaseosa

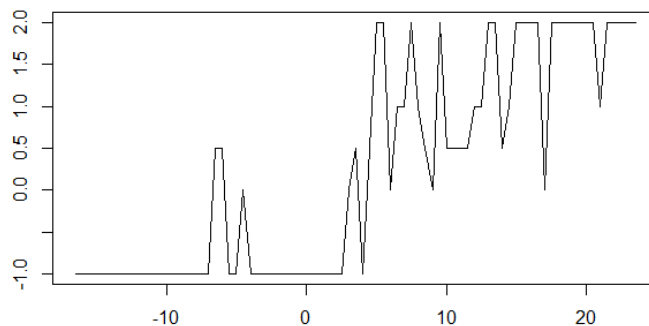


Tabla E.3 Desviación de flexible