



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“Diseño de intervenciones móviles de duración y
estructura óptima”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Presentado por:

ALEX RAÚL RODRÍGUEZ RUÍZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico especialmente a mis padres Raúl Rodríguez y Patricia Ruíz por sus consejos, su apoyo incondicional y palabras de aliento.

A la memoria de mi abuelito Oswaldo Ruíz y mi tía Rosalba Ruíz, por su apoyo y motivación para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por permitir este gran logro en mi vida y culminar de manera satisfactoria mi carrera universitaria.

A mis padres por enseñarme a nunca rendirme, a guiarme por el camino del bien y por ser pilares fundamentales en mi vida.

Gracias a todos los docentes que contribuyeron a mi formación como profesional especialmente al MSc. Carlos Salazar, a la Ing. Adriana Aguirre, al MSc. Franklin Kuonquí y al MSc. David Vaca que fueron guía y un vital apoyo en el desarrollo de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Alex Raúl Rodríguez Ruíz

EVALUADORES

MSc. David Alejandro Vaca Benavides

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Franklin Illinch Kuonquí Gaínza

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal estudiar el comportamiento de un usuario con respecto a la actividad física mediante modelos matemáticos que representan la planta o comportamiento del proceso en analogía al mundo industrial, cuya finalidad es reducir la tasa de mortalidad por enfermedades de tipo crónica como ansiedad, diabetes, accidentes cardiovasculares entre otras, para ello se usa una aplicación móvil que permitirá obtener información del usuario, ser analizadas y diseñar un sistema de control para mejorar esta respuesta.

La metodología que se usó para este fin, fue relacionar las variables de la teoría social cognitiva a través del coeficiente de correlación de Pearson, se obtuvieron las respectivas funciones de transferencias o modelos matemáticos mediante el Identificador de sistemas del software MATLAB, una vez que estos fueron hallados, se procedió a optimizarlos con estructuras OE o ARX y para mejorar la respuesta del modelo se aplicó un controlador PID.

Los resultados mostraron que las variables asociadas al modelo comportamental TSC tienen una estrecha relación comprobando la teoría de Albert Bandura, así también que los modelos matemáticos hallados si responden ante una entrada tipo escalón, y por medio de un controlador PID se pueden obtener mejores resultados en el menor tiempo posible con respecto a mejorar la salud mediante la actividad física.

Palabras claves: modelo matemático, actividad física, sistema de control, MATLAB.

ABSTRACT

The main objective of this project is to study the behavior of a user with respect to physical activity through mathematical models that represent the plant or behavior of the process in analogy to the industrial world, whose purpose is to reduce the mortality rate due to chronic diseases such as anxiety, diabetes, and cardiovascular accidents, among others. For this, a mobile application is used to obtain information from the user, which will be analyzed to further design a control system to improve this response.

The methodology used for this purpose is to relate the variables of the cognitive social theory model through the Pearson correlation coefficient, the respective transfer functions or mathematical models were obtained by means of the System Identifier of the MATLAB software, once these were found, they were optimized with OE or ARX structures and a PID controller was applied to improve the response of the model.

The results showed that the variables associated to the behavioral model TSC have a close relationship proving the Albert Bandura theory, as well as the mathematical models found if they respond to a step type input, and by means of a PID controller, better results can be obtained in the shortest possible time with respect to improving health through physical activity.

Keywords: mathematical model, physical activity, control system, MATLAB.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
EVALUADORES.....	v
RESUMEN.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ABREVIATURAS.....	x
SIMBOLOGÍA.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Marco teórico.....	4
CAPÍTULO 2.....	9
2. METODOLOGÍA.....	9
2.1 Teoría social cognitiva	9

2.1.1 Componentes de la TSC	10
2.2 Obtención de datos	13
2.3 Variables asociadas a la TSC y coeficiente de correlación de Pearson.	16
2.4 Variables del modelo TSC.	17
2.5 Identificación de sistemas.	19
CAPÍTULO 3.....	23
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	23
3.1 Relación de las variables.	23
3.2 Modelos matemáticos.	28
3.2 Respuesta de los sistemas a la entrada de referencia escalón.	36
3.1 Diseño de un controlador PID	41
CAPÍTULO 4.....	44
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
4.1 CONCLUSIONES	44
4.2 RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA:.....	47

ABREVIATURAS

OE:	Output Error.
ARX:	Auto Regressive with exogenous input.
PID:	Controlador Proporcional Integral Derivativo.
TSC:	Teoría Social Cognitiva.
ENSANUT:	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.
OMS:	Organización Mundial de la salud.
MSP:	Ministerio de Salud Pública.
ENT:	Enfermedades No Transmisibles.
ECV:	Encuesta de Condiciones de Vida.
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
DAQ:	Adquisición de datos

SIMBOLOGÍA

r	Coeficiente de correlación de Pearson.
Cov_{xy} :	La covarianza entre el valor "x" e "y".
σ_x :	Desviación típica de "x".
σ_y :	Desviación típica de "y".
k_p :	Constante proporcional.
k_i :	Constante integral.
k_d :	Constante derivativa.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Estructura ARX.....	6
Figura 1.2: Estructura OE.....	7
Figura 2.1: Modelo de comportamiento de la TSC.....	18
Figura 2.2: Selección y estimación de la estructura.....	21
Figura 2.3: Ajuste de la estructura.....	21
Figura 2.4: Representación de polos y ceros en el plano S.....	22
Figura 3.1: Diagrama de dispersión entre E1 y n1.....	24
Figura 3.2: Diagrama de dispersión entre E1 y n3.....	25
Figura 3.3: Diagrama de dispersión entre E1 y n4.....	25
Figura 3.4: Diagrama de dispersión entre E3 y n1.....	26
Figura 3.5: Diagrama de dispersión entre E3 y n3.....	26
Figura 3.6: Diagrama de dispersión entre E3 y n4.....	27
Figura 3.7: Diagrama de dispersión entre E5 y n1.....	27
Figura 3.8: Diagrama de dispersión entre E5 y n3.....	28
Figura 3.9: Diagrama de dispersión entre E5 y n4.....	28
Figura 3.10: Eficiencia del Modelo entre E1 y n1 con estructura OE.....	29
Figura 3.11: Eficiencia del Modelo entre E1 y n3 con estructura OE.....	30
Figura 3.12: Eficiencia del Modelo entre E1 y n4 con estructura OE.....	31
Figura 3.13: Eficiencia del Modelo entre E3 y n1 con estructura ARX.....	31
Figura 3.14: Eficiencia del Modelo entre E3 y n3 con estructura OE.....	32
Figura 3.15: Señal del Modelo entre E3 y n4 con estructura ARX.....	33
Figura 3.16: Señal del Modelo entre E5 y n1 con estructura OE.....	34

Figura 3.17: Señal del Modelo entre E5 y n3 con estructura OE.....	35
Figura 3.18: Señal del Modelo entre E5 y n4 con estructura ARX.....	36
Figura 3.19: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n1.....	37
Figura 3.20: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n3.....	37
Figura 3.21: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n4.....	37
Figura 3.22: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n1.....	38
Figura 3.23: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n3.....	38
Figura 3.24: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n4.....	39
Figura 3.25: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n1.....	40
Figura 3.26: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n3.....	40
Figura 3.27: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n3.....	41
Figura 3.28: Lazo de control PID aplicado a la función de transferencia entre variables E1 y n4.....	42
Figura 3.29: Bloque PID de Simulink.....	42
Figura 3.30: Control PID usando códigos en Matlab.....	43
Figura 3.31: Respuesta del controlador PID.....	43
Figura A.1: Encuesta o cuestionario para la obtención de datos.....	53
Figura B.1: Menú principal de la aplicación.....	54
Figura B.2: Información de la cuenta.....	55
Figura B.3: Pantalla de consulta.....	56
Figura B.4: Configuración de ubicación.....	57
Figura B.5: Contador de pasos.....	57
Figura B.6: ventana de logros.....	58
Figura B.7: ventana de cuestionario diabetes.....	58
Figura B.8: Formulario Framingham.....	59

Figura B.9: Ventana de status.....	60
Figura B.10: Pantallas de consejos.....	60
Figura B. 11: Icono de la aplicación.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Datos obtenido a través de las encuestas realizadas a pacientes con ENT.....	14
Tabla 2.2: relaciones de las variables del modelo TSC.....	17
Tabla 3.3: Relación de variables con sus respectivas estructuras.....	36

ÍNDICE DE ECUACIONES

Estructura de ecuación de error (1.1).....	5
Parámetros de ajuste theta (θ) (1.2).....	5
Polinomio A (q) (1.3).....	5
Polinomio B (q) (1.4).....	5
Ecuación que describe el sistema en el dominio del tiempo(1.5).....	6
Coefficiente de correlación de Pearson (1.6).....	7
Forma detallada del coeficiente de correlación de Pearson(1.7).....	8
Función de transferencia entre E1 y n1 (3.1).....	29
Función de transferencia entre E1 y n3 (3.2).....	30
Función de transferencia entre E1 y n4 (3.3).....	31
Función de transferencia entre E3 y n1 (3.4).....	32
Función de transferencia entre E3 y n3 (3.5).....	32
Función de transferencia entre E3 y n3 (3.6).....	33
Función de transferencia entre E5 y n1 (3.7).....	34
Función de transferencia entre E5 y n3 (3.8).....	35
Función de transferencia entre E5 y n4 (3.9).....	36

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

Los problemas de salud asociados al comportamiento, como la inactividad física, falta de actividad deportiva, el sedentarismo, etc. se encuentran entre las principales causas de la mortalidad a nivel mundial, la falta de actividad física incrementa la posibilidad del desarrollo de enfermedades crónicas como: cáncer, diabetes, accidentes vasculares, etc.

Aplicaciones de telefonía móviles en salud ofrecen en la actualidad la oportunidad de aplicar conceptos de ingeniería de control ya que mejoran la calidad de los resultados analíticos; para el presente proyecto se utiliza la aplicación para obtener datos concernientes a comportamiento y analizarlos mediante modelaciones matemáticas.

La OMS reporta que: “al menos un 60% de la población no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud”(OMS, s. f.). Por lo que es necesario intervenir en la población con algún sistema para lograr que se reduzcan los altos niveles de ansiedad y sedentarismo que en estos últimos tiempos es conocida como la enfermedad o mal del siglo.

La obesidad es un tema de mucha preocupación por parte de la OMS y se ha detectado que en el Ecuador, existe un alto índice de sobrepeso que empieza desde la niñez entre las edades de 5 a 11 años y en los adultos entre las edades de 19 a 59 años, esto es debido a la mala alimentación, falta de programas nutricionales y falta de actividad física (Encalada, 2017).

En el Ecuador, una de las enfermedades que más afectan a la población es la diabetes con cifras que van en aumento. Mediante encuestas realizadas por parte de la ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición), revela que la prevalencia de la diabetes en los ecuatorianos a partir de los 10 años a 59 años de edad es del 1.7%. Esta misma proporción va aumentando a partir de los 30 años de edad, y desde de los 50 años de edad, uno de cada diez ecuatorianos ya diagnostica diabetes, estas cifras revelan que es de vital importancia intervenir en la salud de la población para prevenir la diabetes.(Escobar et al., 2014).

Según el Ministerio de Salud Pública (MSP), señala que en el año 2015 se dieron 6.817 nuevos casos de obesidad en la provincia del Guayas, en ciudadanos de 20 hasta 49 años de edad, en la zona ocho, que comprende los cantones de Guayaquil, Durán y Zamborondón. Este número se duplicó al llegar a 13.303 casos de obesidad en el 2016, y estas cifras han ido en aumento.

En Guayaquil no todos los ciudadanos realizan actividad física o algún deporte, cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ubican a los guayaquileños entre los menos activos del país, en cuanto se refiere a practicar alguna actividad física. Según la reciente Encuesta de Condiciones de Vida (ECV), solo el 31,08% de los ciudadanos consultados aseguró que practicaba deporte, este porcentaje es muy bajo ya que al menos la gran mayoría

1.2 Justificación del problema

Lo que busca el presente proyecto es desarrollar un sistema de control e identificación del sistema donde se analizarán variables como estímulos internos y externos del comportamiento humano.

El proyecto permitirá identificar un sistema basado en comportamientos conductuales de una persona y cómo influye la actividad física para reducir la tasa

de mortalidad debido al sedentarismo, mejorar la salud y prevenir enfermedades crónicas.

Se implementará un modelo que permita analizar el comportamiento humano, para esto se hará la identificación de sistemas con varios datos y variables que afectan al comportamiento humano, los mismos que serán obtenidos a través de pacientes diagnosticados con enfermedades no transmisibles (ENT), a fin de obtener un modelamiento matemático y ser sometido a objeto de análisis para futuras investigaciones.

Se diseñará un sistema de control para mejorar la respuesta del sistema logrando así, obtener mejores resultados en el menor tiempo posible, esto se lo hará manipulando la variable proporcional, integral y derivativa de un controlador PID clásico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Validación de un modelo del cambio comportamental en la actividad física de un adulto en busca de la prevención de enfermedades crónicas, con los datos obtenidos se proponen diseños de identificación de sistemas que permitan mejorar el estado de salud de las personas.

1.3.2 Objetivos específicos

-Utilizar la plataforma MATLAB para la identificación de sistemas aplicando estructuras ARX y OE a fin de la obtención de un modelo matemático óptimo a partir de datos obtenidos de pacientes con ENT que involucre la teoría social cognitiva.

-Ajustar las señales provenientes de la recopilación de datos mediante la introducción de polos y ceros en la función de transferencia, para la adquisición de la mejor respuesta en la salida del sistema.

-Realizar la correlación de Pearson para analizar qué tan relacionados están las entradas con las salidas para la validación de modelos.

-Diseñar un controlador PID para análisis del comportamiento humano en la actividad física.

1.4 Marco teórico

Dado que este proyecto se centrará en la teoría social cognitiva, se empezará por una breve descripción de esta teoría (Furio, 2011) explica que: La conducta humana se basa en principios de interrelación entre factores personales, conductuales y ambientales, para esta teoría el aprendizaje por observación juega un papel importante a la hora de establecer el comportamiento del individuo.

Hay que mencionar además la identificación de sistemas, (Franco j. et al., 2005) nos afirma que son técnicas de estudio cuya finalidad es la de adquirir modelos matemáticos con mediciones realizadas en algún proceso, esto se logra con datos de entradas y salidas que intervienen en el sistema. Estos modelos no solo se aplican en el mundo industrial donde comúnmente se los utiliza, sino también en otras áreas, como por ejemplo en la presente tesina en donde se la aplicará en el área de la salud.

Se debe agregar que la diabetes hoy en día es una de las principales causas de mortalidad, La INH (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2016) aclara que: esta enfermedad puede aparecer a cualquier edad y principalmente se debe al exceso de glucosa en la sangre y causa muchas enfermedades. La glucosa en la sangre es fuente de energía, pero al estar en altos

niveles es dañina, inclusive mortal; por lo que es de suma importancia mantenerla en niveles bajos mediante una dieta balanceada, limitar el consumo de azúcar y hacer actividad física.

En cuanto a las ENT (enfermedades no transmisibles), son enfermedades de tipo no contagiosa pero de prolongada duración, por lo general estas enfermedades surgen como consecuencia de la obesidad, sedentarismo, consumo de tabaco y alcohol (Ramos et al., 2014).

Así mismo el modelo ARX, (Ljung, 1998) nos indica: “la relación entrada-salida más simple que se puede obtener proveniente de una descripción del sistema como una ecuación lineal en diferencias”.

$$y(t) + a_1 y(t-1) + a_2 y(t-2) + \dots + a_{n_a} y(t-n_a) = b_1 u(t-1) + b_2 u(t-2) + \dots + b_{n_b} u(t-n_b) + e(t) \quad (1.1)$$

El término $e(t)$ se refiere a la introducción del ruido blanco y entra como un error directo en la ecuación, el modelo (1.1) es también conocido como modelo o estructura de ecuación de error. En este caso los parámetros a ajustar θ serán:

$$\theta = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_{n_a} \ b_1 \ b_2 \ \dots \ b_{n_b}]^T \quad (1.2)$$

Si proponemos dos polinomios $A(q)$ y $B(q)$ de la forma, como se muestra en la ecuación 1.1:

$$A(q) = 1 + a_1 \cdot q^{-1} + a_2 \cdot q^{-2} + \dots + a_{n_a} \cdot q^{-n_a} \quad (1.3)$$

$$B(q) = b_1 \cdot q^{-1} + b_2 \cdot q^{-2} + \dots + a_{n_b} \cdot q^{-n_b} \quad (1.4)$$

Vemos que (1.1) se relaciona con (1.3), siendo:

$$y(t, \theta) = G(q, \theta) \cdot u(t) + H(q, \theta) \cdot e(t) \quad (1.5)$$

A continuación se obtiene la estructura ARX como muestra la figura (1.2), donde "AR" hace referencia a la parte autorregresiva $A(q) \cdot y(t)$ y "X" a la entrada extra (extra input) $B(q) \cdot u(t)$ también conocida como variable exógena.

$$G(q, \theta) = \frac{B(q)}{A(q)}, \quad H(q, \theta) = \frac{1}{A(q)}$$

$$y(t) = \frac{B(q)}{A(q)} u(t - nk) + \frac{1}{A(q)} e(t)$$

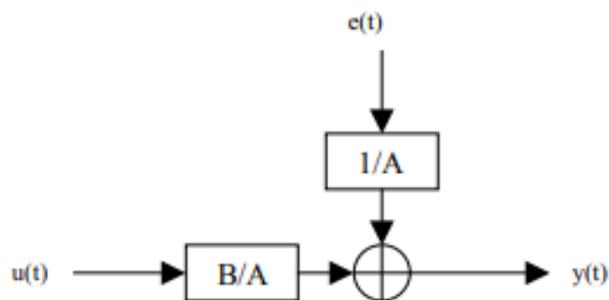


Figura 1.1: Estructura ARX.

No sólo se utilizó la estructura ARX, sino también la estructura OE (Output error) en el cual una de las ventajas de esta estructura es que independientemente se parametriza el modelo de la planta y del ruido. Y tampoco requiere una estructura para el modelo del ruido.

$$y(t) = \frac{B(z)}{F(z)}u(t - nk) + e(t)$$

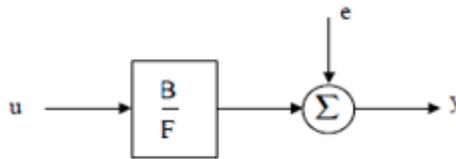


Figura 1.2: Estructura OE.

Por otra parte el coeficiente de correlación de Pearson es un indicador de que tan relacionados se encuentra una variable con respecto a la otra, mientras más cercano a uno, la relación será lo óptimo, en este caso la relación se dice que es perfecta, cabe señalar que está puede ser directamente proporcional cuando el valor va de cero a uno, esto se refleja en una recta con pendiente positiva; mientras que si es inversamente proporcional el valor va de cero a menos uno y se observa como una recta negativa, estas rectas la podemos observar mediante el diagrama de dispersión (Matias Riquelme, 2018).

Para calcular el coeficiente de correlación de Pearson se usa la siguiente la fórmula (1.4):

$$r = \frac{Covxy}{\sigma x \cdot \sigma y} \quad (1.6)$$

Siendo:

x: Primera variable

y: Segunda variable

Covxy: La covarianza entre el valor "x" e "y".

σx : Desviación típica de "x".

σy : Desviación típica de "y".

Otra forma de representar el coeficiente de relación de Pearson es como se muestra en la ecuación (1.5), \bar{y} \bar{x} e son las medias de cada variable respectivamente:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (1.7)$$

En donde:

Si $r = 0$ no existe correlación.

Si $r = 1$ se habla de correlación positiva perfecta.

Si $r = -1$ se habla de correlación negativa perfecta.

Cuando $r > 0$ se dice que hay correlación positiva.

Cuando $r < 0$ se dice que hay correlación negativa.

Finalmente se utiliza un controlador PID, este es el controlador más usado por las industrias, el cual introduce tres componentes básicas de control y de ahí sus siglas, la primera una acción Proporcional la misma que se introduce en el sistema para reducir el error, midiendo la diferencia entre el valor actual y el deseado o setpoint aplicando una acción correctiva con el parámetro k_p , la segunda acción es la Integral k_i , esta se aplica cuando el error no puede ser del todo atenuado en el controlador proporcional está acción disminuye el error en estado estacionario; mientras que la acción derivativa k_d se lo utiliza como una función predictiva. Para este control es necesario que se lo aplique en un sistema de retroalimentación por lazo cerrado (Villajulca, 2018).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se detalla el procedimiento llevado a cabo para el diseño e implementación de identificación de sistemas para introducirlos en un algoritmo de control, se analizará posteriormente el comportamiento de estas señales en el modelo de la teoría social cognitiva.

Se usó la alternativa de realizar encuestas directas para la obtención de datos y el diseño de un aplicativo móvil, el mismo que se usa para el seguimiento de un usuario o paciente, como el registro de datos personales, registro del número de pasos que da una persona, recomendaciones de tipo nutricional y el registro de variables como la glucosa, colesterol, triglicéridos, peso, entre otras. Cabe recalcar que en el presente proyecto es un prototipo y está en su fase inicial, por lo que el aplicativo móvil se usará en la siguiente fase para la obtención de datos.

Para la realización de este proyecto se prefiere la identificación de sistemas, debido a que las técnicas de identificación tienen una amplia área de aplicación en diferentes áreas de la ciencia, y por medio de este podemos analizar el comportamiento de las personas al realizar actividad física, mediante la obtención de la planta. Esto dará lugar al uso de ecuaciones matemáticas que se obtienen mediante datos de entradas y salidas, cabe recalcar que el modelo hallado mediante el método de identificación, no representa en sí el modelo real, pero se obtiene una muy buena aproximación, que es de particular interés para el análisis del comportamiento de una persona, mediante la metodología propuesta por Albert Bandura.

2.1 Teoría social cognitiva

Por parte de Albert Bandura es una de las teorías más influyentes en el comportamiento humano, esta teoría se basa en el aprendizaje mediante la observación, el individuo aprende cosas nuevas cuando observa la conducta

de otro individuo, además el apoyo social influye directamente en el desarrollo del aprendizaje, ya que para esta teoría el esfuerzo directo de uno mismo, no es el principal factor de enseñanza; por lo tanto esta teoría es muy útil para entender cómo las personas aprenden cosas nuevas y desarrollan nuevas conductas mediante la observación a otros individuos.

2.1.1 Componentes de la TSC

Según la teoría hay variables que ingresan en el modelo como estímulos para el ser humano, estos promueven o desalientan el comportamiento. Estas se consideran como entradas y pueden tratarse de tipo externo o interno al individuo, estas son:

Entrenamiento de habilidades (E1).- Son aquellas actividades que ayudan a una persona a disminuir o aumentar las habilidades de cada persona, como por ejemplo aprender a usar un podómetro, hacer constantemente actividad física o a través del aprendizaje observacional.

Comportamiento observado (E2).- Aquí el individuo observa los resultados obtenidos por otras personas y se incentiva a sí mismo o no a imitar el comportamiento de los demás, por lo que el auto aprendizaje también surge mediante la observación a los demás y analizando las consecuencias que tienen sus acciones en el logro o alcance de un objetivo.

Apoyo social percibido (E3).- Se refiere a la disponibilidad de los demás para realizar la actividad física con el individuo o para apoyar verbalmente al individuo, este puede darse en campañas que promueven la salud mediante el ejercicio o como mensajes de ánimo hacia una persona durante la actividad física.

Barreras y obstáculos percibidos (E5).- Son aquellas condiciones externas que no dependen del individuo e influyen directamente en el comportamiento, por ejemplo la reducción del tiempo empleado para la actividad física, el mal clima o el acceso limitado a las instalaciones deportivas o para hacer ejercicio e inclusive el terreno usado para la actividad.

Estados intrapersonales (E6).- Estos se dan como una consecuencia de una serie de estados físicos, mentales y emocionales que intervienen en una persona, como la felicidad o la tristeza, estos pueden aumentar o disminuir el comportamiento y la autoeficacia, como por ejemplo si se siente bien o no realizando la actividad física o si le produce motivación o desaliento.

Contexto ambiental (E7).- Estos influyen directamente sobre los resultados de comportamiento resultantes, un ejemplo de esta variables son las horas dedicadas al descanso por las noches, lo recomendable son ocho horas diarias.

Señales internas (E4) y señales externas (E8).- Estos influyen directamente en el comportamiento, la autoeficacia y las expectativas de resultados, un ejemplo de señal interna es percibir que la salud mejora o el cansancio propio del ejercicio y una señal externa puede ser que un amigo o por recomendación de un médico le pide que camine o practique algún deporte.

A continuación se muestran las componentes en la salida del modelo de la teoría social cognitiva (TSC), las mismas que se generan como consecuencia de la variación de estímulos internos o externos en el comportamiento humano:

Habilidades de autocontrol (n1).- Es el conjunto de habilidades que tiene como fin alcanzar las metas y los logros propuestos, en este caso la mejora de la salud mediante el entrenamiento de tipo físico o mediante la práctica de algún deporte.

Expectativas de resultados (n2).- Es la probabilidad de que la realización de un comportamiento dado, dará lugar a ciertos resultados. Este comportamiento puede ser positivo si la actividad física mejora la salud o por el contrario negativo si se produjo una lesión.

La autoeficacia (n3).- Es la capacidad percibida por un individuo para hacer lo que se requiere y a su vez realizar un determinado comportamiento, entendiéndose el comportamiento como la manera en el cual actúa un individuo o la forma de proceder que tienen las personas, esto es influenciado por el medio ambiente o el entorno en el cual se desenvuelve.

Comportamiento (n4).- Corresponde a una determinada métrica en la actividad física como por ejemplo la cantidad de pasos diarios tomados o los minutos dedicados a la actividad física, estos se pueden medir con el uso de un podómetro. Siendo un podómetro un dispositivo electrónico que sirve para contar el número de pasos que da una persona, medir su distancia recorrida y el tiempo que le toma hacerlo.

Resultados de comportamiento (n5).- Son aquellos resultados obtenidos de la participación de una persona en el comportamiento de interés, está influenciado directamente por las expectativas de resultados, es decir la persona hace actividad física por el bienestar de la salud.

Cabe señalar que para la fase inicial del presente proyecto se elegirán tres variables de entradas y tres variables de salida, acorde con el mejor valor de coeficiente de Pearson que se obtengan de la relación de todas las variables.

2.2 Obtención de datos

Se obtuvieron datos numéricos de tipo cuantitativo a través de encuestas realizadas a pacientes con enfermedades no transmisibles (ENT), entre las edades comprendidas de 18 a 64 años, la encuesta que se utilizó se encuentra en el anexo A, estos datos fueron asociados a las variables de la teoría social cognitiva (TSC) de Albert Bandura, tanto de entrada como de salida.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
n4	n4	n4		E1	n1	n4	n2	E3		n3	n3	E5	
PARM10	DSARM	TARMD	RAFALFRICAL	PEAFMA	RAFQCASA	VSCAMDEPR	TRMFAMICRAFMFAMI	IDEPR	VSAFAMI	HRDEPR	TDES	CRDPTDIAS	TTEH
0	0	0	0	2	2	0	2	1	1	0	2	240	
1	5	60	2	0	0	5	1	1	5	2	2	240	
1	5	30	2	2	2	5	2	1	5	0	2	480	
0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	2	1	720	
1	7	30	0	2	2	7	2	1	7	0	2	480	
1	1	30	1	2	1	1	1	1	0	0	1	480	
0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	2	2	480	
1	2	120	0	2	2	2	2	1	2	0	2	480	
0	0	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0	
1	2	20	0	2	0	2	2	1	0	0	2	480	
0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	2	2	480	
0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	480	
0	0	0	2	2	2	0	0	1	0	2	2	480	
0	0	0	2	2	2	0	2	1	0	0	2	480	
0	0	0	2	2	2	0	2	1	0	2	2	720	
0	0	0	2	2	2	0	2	1	0	2	2	240	
1	3	20	2	2	2	3	2	0	0	0	2	240	
0	0	0	2	2	2	0	2	1	0	2	2	480	
0	0	0	2	2	2	6	0	0	0	0	2	480	
1	4	30	2	2	2	1	2	1	1	2	0	480	
0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	0	
1	3	60	1	2	2	3	2	1	2	2	2	480	
0	0	0	2	2	2	3	2	1	0	2	2	240	
0	0	0	2	0	0	5	0	1	0	2	2	480	
1	7	30	0	2	2	7	2	0	0	0	2	480	
0	0	0	1	2	2	0	2	1	1	2	2	480	
0	0	0	0	1	2	5	2	1	0	2	1	0	
0	0	0	0	2	2	0	2	1	0	0	0	0	
0	0	0	1	2	2	3	1	1	0	1	0	360	
1	6	15	2	2	0	6	2	1	1	2	2	480	
1	3	30	2	2	2	3	2	1	0	0	0	480	
1	3	30	2	2	2	3	2	1	2	2	2	360	
1	1	60	1	2	2	1	2	1	1	2	0	720	
0	0	0	0	2	2	0	2	1	0	2	2	480	
1	1	15	1	2	2	1	2	1	0	2	2	360	
n4	n4	n4	D	E1	n1	n4	n2	E3	J	n3	n3	E5	
A	B	C		F	F	G	H	I		K	L	M	
si=1 / no=0	Días a la semana	Horas en minutos	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	Rango de 0 mín a 7 máx	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	si=1 / no=0	Rango de 0 mín a 7 máx	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	(si=2)/(talvez=1)/((no=0))	Horas en minutos	

Tabla 2.1: Datos obtenido a través de las encuestas realizadas a pacientes con ENT.

La tabla 2.1 muestra todas las variables que se asocian al modelo TSC tanto de entrada como de salida, cada fila representa un encuestado o paciente; a continuación se detallan cada una de las preguntas que se utilizaron para la descripción de cada una de las variables iniciando desde la columna uno de izquierda a derecha:

Practica alguna actividad recreativa de intensidad moderada al menos 10 minutos seguidos, se la asoció con la variable de salida n4 y donde el sí representa un uno y el no un cero.

Días en la semana en que realiza actividades recreativas de intensidad moderada, también asociada con la variable n4, en esta columna se observa el número de días por semana en que realizó la actividad.

Tiempo que pasa realizando actividades recreativas de intensidad mediana en un día corriente fue relacionada con la variable n4, aquí se detalla el tiempo en minutos.

¿Realizaría usted actividad física al aire libre aunque haya condiciones como calor o frío afuera?, pero fue descartada para el modelo TSC.

¿Cree usted que participar de eventos relacionados a la actividad física lo motivarían a ser más activo?, está fue asociada con la variable de entrada E1, aquí se tenían tres opciones: la primera sí que representa el dos, tal vez el uno y el no el cero.

¿Realizaría actividad física a pesar de quedarse en casa?, fue relacionada con la variable n1, así mismo se tenían las tres opciones: la primera sí que representa el dos, tal vez el uno y el no el cero.

¿Cuántas veces a la semana Ud., sale a caminar o hacer deporte?, fue asociada con la variable de salida n4, aquí se representa la variable con el número de días a la semana.

¿Considera usted que tener un amigo o familiar que lo ayude a ser más activo, o tener a alguien con quien caminar o hacer ejercicio contribuiría a que realice actividad física?, fue relacionada con la variable de salida n2.

¿El/ ellos lo han invitado a hacer actividades al aire libre o al gimnasio?, fue relacionado con la variable de entrada E3, en esta columna el sí es igual a uno y no es igual a cero.

¿Cuántas veces a la semana Ud., sale a jugar con sus amigos?, esta pregunta también fue descartada para el modelo.

¿Cree usted que posee la habilidad necesaria para practicar el deporte que desee o realizar ejercicio?, fue asociada con la variable de salida n3.

¿Es usted capaz de realizar una actividad física específica o un deporte de su preferencia todos los días?, también fue asociada con la variable n3.

Finalmente se preguntó por el Tiempo de trabajo en horas, esta fue relacionada con la variable de entrada E5, aquí el tiempo se lo convirtió en minutos.

2.3 Variables asociadas a la TSC y coeficiente de correlación de Pearson.

A continuación, se seleccionó las variables que más se relacionaban, para ello se trabajó con el coeficiente de correlación de Pearson, a continuación se muestra el coeficiente de correlación de Pearson para cada relación de variables, en la siguiente sección se detalla el significado de las variables.

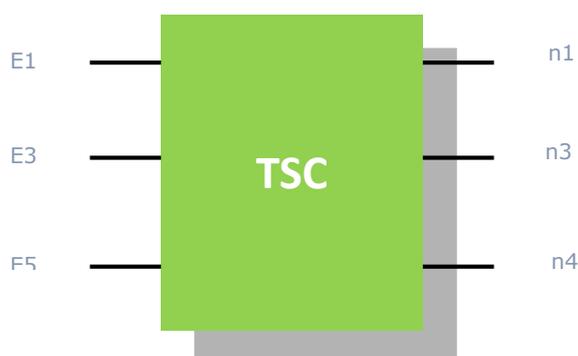
Variabes	Coef.Corr.Pearson	Preguntas
E1 con n1	0,476991435	E y F
E1 con n4	-0,37268205	E y G
E1 con n2	0,392406402	E y H
E1 con n3	-0,251679269	E y K
E1 con n3	-0,092791493	E y L
E3 con n1	-0,079080113	I y F
E3 con n4	0.182494848	I y G
E3 con n2	-0,045054874	I y H
E3 con n3	-0,093048421	I y K
E3 con n3	-0,048730073	I y L
E5 con n1	-0,057892773	N y F
E5 con n4	-0,125066511	N y G
E5 con n2	0,518314662	N y H
E5 con n3	0,155699789	N y K
E5 con n3	-0,081541009	N y L
E5 con n1	-0,104062358	O y F
E5 con n4	-0,061356934	O y G

E5 con n2	0,109396264	O y H
E5 con n3	-0,041077787	O y K
E5 con n3	0,042363488	O y L
E1 con n4	0,009775307	E y A
E1 con n4	-0,070441582	E y B
E1 con n4	0,009775307	E y C
E3 con n4	0,180701581	I y A
E3 con n4	0,054827325	I y B
E3 con n4	0,206720527	I y C
E5 con n4	0,188982237	N y A
E5 con n4	0,065940757	N y B
E5 con n4	0,192442667	N y C
E5 con n4	0,205570803	O y A
E5 con n4	0,132891699	O y B
E5 con n4	0,203283926	O y C
E1 con n4	0,009775307	E y A
E1 con n4	-0,070441582	E y B
E1 con n4	-0,089462704	E y C
E3 con n4	0,180701581	I y A
E3 con n4	0,054827325	I y B
E3 con n4	0,206720527	I y C
E5 con n4	0,188982237	N y A
E5 con n4	0,065940757	N y B
E5 con n4	0,192442667	N y C
E5 con n4	0,205570803	O y A
E5 con n4	0,132891699	O y B
E5 con n4	0,203283926	O y C

Tabla 2.2: relaciones de las variables del modelo TSC.

2.4 Variables del modelo TSC.

Una vez que se relacionaron los datos de las encuestas con las variables de la TSC, se fijó las variables que mejor correlación de Pearson presentaron.



Figuras 2.1: Modelo de comportamiento de la TSC.

Donde las entradas al modelo TSC son:

E1 (Entrenamiento de habilidades).- Son las actividades que realiza el individuo para aumentar su habilidad.

E3 (Apoyo social percibido).- Es la disponibilidad de otras personas para realizar la actividad física.

E5 (Barreras).- Son las condiciones externas que afectan al comportamiento del individuo.

Y para las salidas:

n1 (Habilidades de autocontrol).- Es el conjunto de habilidades que conlleva a alcanzar metas o logros.

n3 (Autoeficacia).- Es la capacidad de un individuo para cumplir con lo requerido.

n4 (Comportamiento).- Es el tiempo dedicado a la actividad física.

Seguidamente, se describe las encuestas realizadas a los pacientes con sus respectivas variables asociadas:

E1: ¿Cree usted que participar de eventos relacionados a actividad física lo motivarían a ser más activo?

E3: ¿El / ellos lo han invitado a hacer actividades al aire libre o al gimnasio?

E5: Tiempo de trabajo en horas

n1: ¿Realizaría actividad física a pesar de quedarse en casa?

n3: ¿Es usted capaz de realizar una actividad física específica o un deporte de su preferencia todos los días?

n4: ¿Practica alguna actividad recreativa de intensidad moderada al menos 10 minutos seguidos?

2.5 Identificación de sistemas.

Se usó el identificador de sistemas de MATLAB, esta herramienta sirve para la obtención de modelos matemáticos a partir de datos tanto de entrada como de salida, cuando no se dispone físicamente de la planta. Para la identificación de sistemas del presente proyecto, inicialmente se importaron los datos variables tanto de entrada como de salida desde Excel con el icono de importación de datos. Luego se almacenó estas variables en el espacio de trabajo (workspace), las mismas que sirvieron para la identificación de modelos matemáticos.

Una vez obtenidas todas las variables se procedió a simular en el identificador de sistemas de MATLAB, aquí inicialmente se introdujeron las variables del modelo TSC como por ejemplo E1 para Input y n3 para Output, el tiempo de inicio se lo ubica en cero, mientras que el intervalo de muestreo en 1.

A continuación, en modelos polinomiales, se eligió la estructura requerida OE o ARX y se manipularon las variables na que representa polos, nb representan los ceros y nk representa el retardo ver Figura 2.2; para obtener el mejor ajuste o aproximación al modelo como muestra la Figura 2.3.

En el modelo ARX lo que se busca es obtener las componentes na y nb, mientras que para el modelo OE las componentes nb que representan los polos y nf los ceros, nk significa el desplazamiento de la función de transferencia en el tiempo.

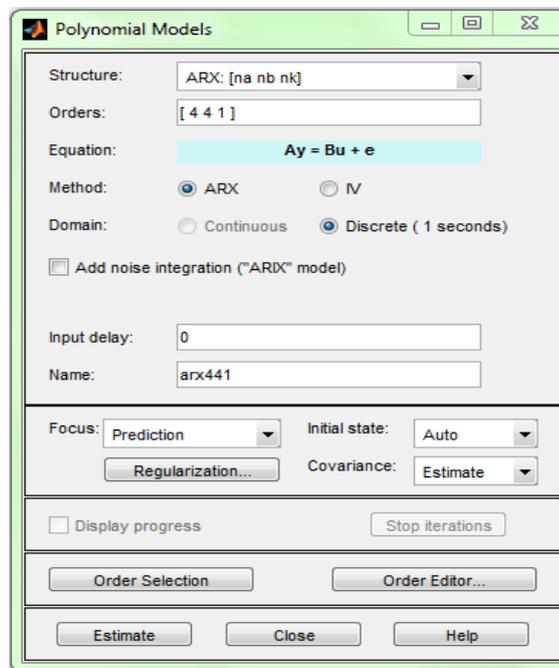


Figura 2.2: Selección y estimación de la estructura

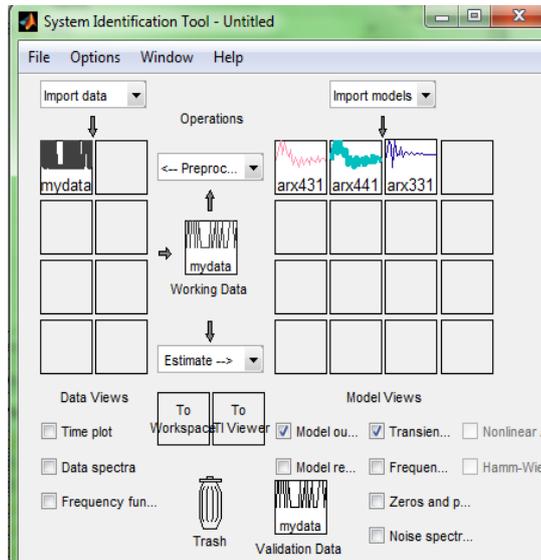


Figura 2.3: Ajuste de la estructura

Se debe tener en cuenta el criterio de la inserción de polos y ceros al sistema, ya que la adición de un polo en el sistema incrementará el sobrepaso y la respuesta se hace más prolongada en el tiempo, mientras que la adición de un cero mejora la respuesta en el tiempo pero incrementa el sobrepaso u oscilación.

Para obtener un buen diseño de un controlador debe tenerse en consideración la adición de polos y ceros al sistema, ya que un sistema es estable si todos sus polos se ubican del lado izquierdo del plano s , es decir los polos deben ser reales o en pares de complejos conjugados. Por otra parte, la ubicación de los ceros en la función de transferencia no tiene ningún efecto sobre la estabilidad del sistema. Las raíces de la ecuación característica se encuentran en el denominador, estos son los polos de la función de transferencia y afectan a las respuestas de los sistemas de control particularmente en su estabilidad.

Si se representa las posiciones de polos y ceros en el plano s, se obtiene el siguiente esquema general:

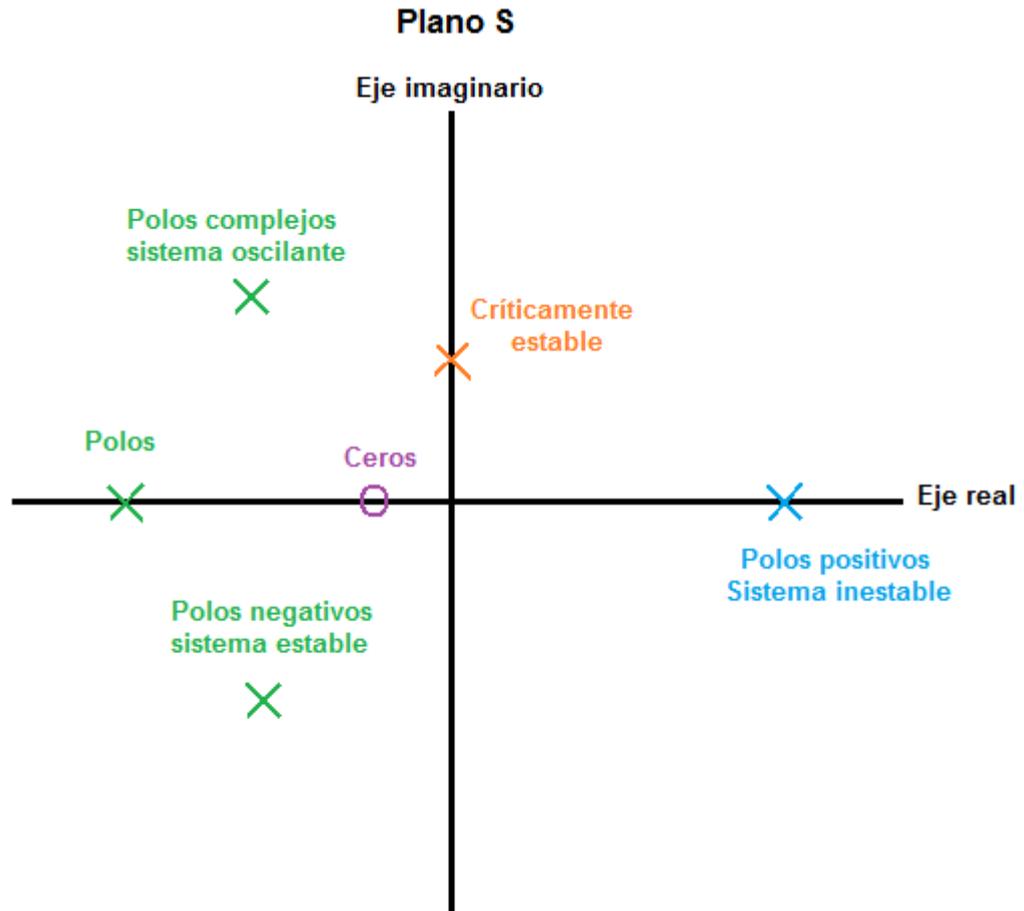


Figura 2.4: Representación de polos y ceros en el plano S.

Para el criterio de estabilidad se tiene que tomar en consideración, primero que el sistema es absolutamente estable cuando todos sus polos están en el semiplano izquierdo del plano S, segundo el sistema es críticamente estable cuando tiene al menos un polo sobre el eje imaginario del plano S, y finalmente el sistema es absolutamente inestable cuando tiene al menos 1 polo en el semiplano derecho del plano S. El criterio de estabilidad es fundamental cuando se analizan sistemas de control, ya que dependiendo de la ubicación de los polos en el plano s, el sistema que se esté analizando será estable, críticamente estable o inestable.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se habla de la obtención de las funciones de transferencia o modelos matemáticos, en el mundo industrial son conocidas también como la planta, las mismas que representan el comportamiento de un proceso; en este caso el comportamiento de un usuario con respecto a mejorar el estado de salud mediante la actividad física, basado en el modelo comportamental TSC.

Mediante el análisis de identificación de sistemas se da soporte a la aplicación telefónica, al analizarse cada uno de los factores que intervienen en el comportamiento humano, cuando el usuario realiza actividad física en busca de mejorar la salud, mediante un controlador podremos optimizar estos resultados que se obtengan de los modelos matemáticos, al obtener mejores resultados en el menor tiempo posible, así mismo el aporte para el área de salud y nutrición ayudan en el análisis de evolución de un paciente cuando mediante .

3.1 Relación de las variables.

En esta sección se muestra el diagrama de dispersión para cada relación de variables tanto de entrada como de salida, en el cual se grafica la recta de regresión, la misma que representa la recta de mejor ajuste de los datos, e indica si los datos se relacionan de manera directamente o inversamente proporcional.

En la tabla 2.2 del capítulo 2 se observa que el coeficiente de correlación de Pearson para las variables E1 y n1 fue de 0.47, lo cual representa una buena relación entre estas variables, observando la figura 3.1 se aprecia que a mayor entrenamiento de habilidades como por ejemplo el uso de un podómetro para contar los pasos dados en una caminata, se obtienen mayores logros o habilidades de autocontrol, para mejorar el estado de salud y prevenir enfermedades crónicas.

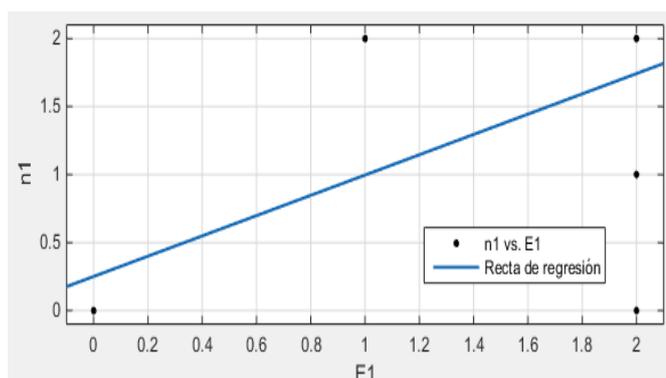


Figura 3.1: Diagrama de dispersión entre E1 y n1.

Luego se tienen las demás variables, como la relación entre E1 y n3 con un coeficiente de correlación de Pearson de $r=-0.25$, la figura 3.2 nos muestra que existe una relación inversamente proporcional, es decir a mayor entrenamiento de habilidades, se obtendrá una disminución en la autoeficacia, esta relación se toma en consideración cuando se analiza la capacidad de un individuo para realizar la capacidad física.

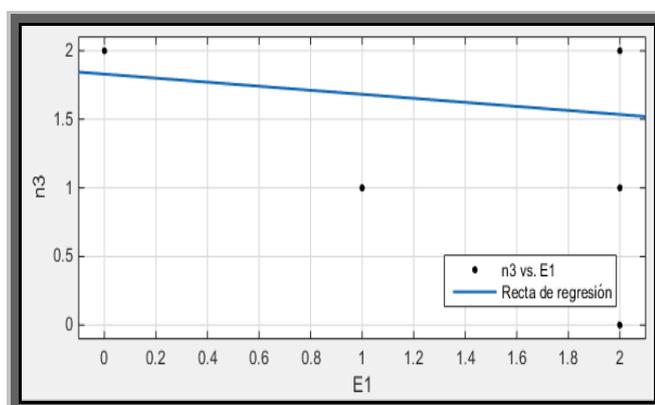


Figura 3.2: Diagrama de dispersión entre E1 y n3.

La Figura 3.3 muestra la relación entre E1 y n4 con un coeficiente de Pearson de $r= 0.009$, lo cual indica que existe una relación casi nula entre estas variables, es decir que el entrenamiento de habilidades no influye en el comportamiento y esta relación no se tomará en consideración.

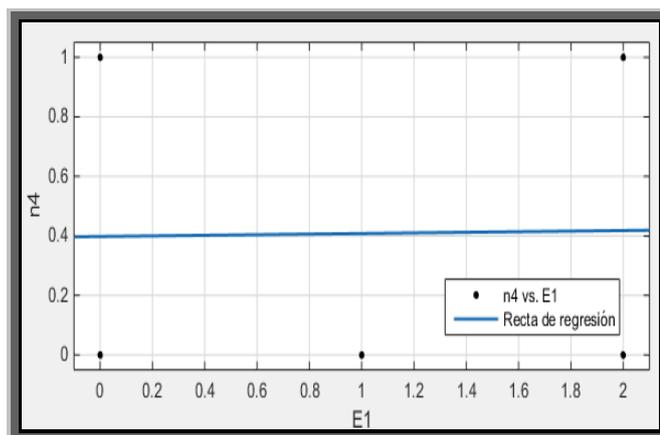


Figura 3.3: Diagrama de dispersión entre E1 y n4.

La relación entre E3 y n1 se muestra en la figura 3.4, con un coeficiente de Pearson de $r=-0.08$, denota que el apoyo social percibido no afecta a la autoeficacia.

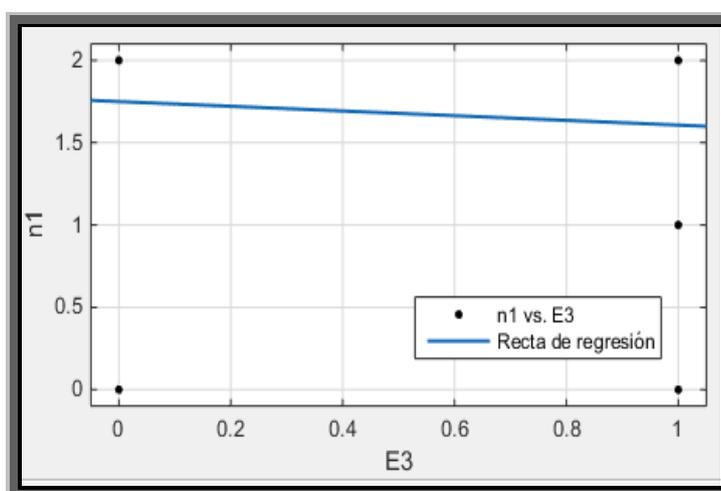


Figura 3.4: Diagrama de dispersión entre E3 y n1.

La relación entre E3 y n3 con $r=-0.09$ se observa en la figura 3.5, en donde apoyo social percibido tampoco influye en la autoeficacia, esta relación se la toma en cuenta en el análisis de la autoeficacia.

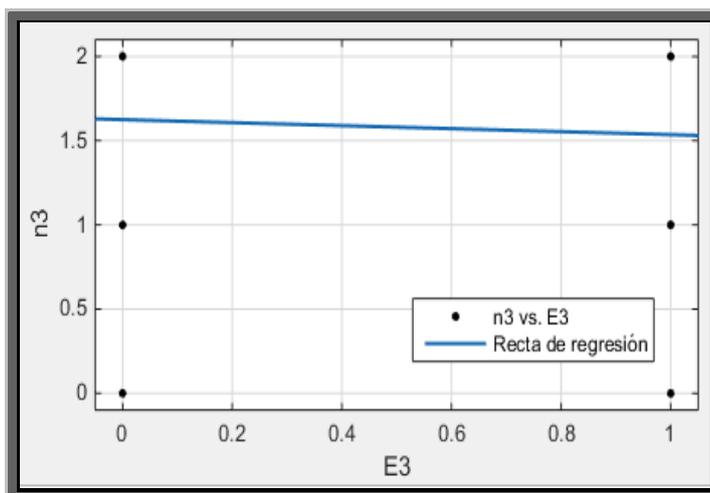


Figura 3.5: Diagrama de dispersión entre E3 y n3.

Para las variables E3 y n4 se tiene un coeficiente de Pearson de $r=0.18$, indica que mientras más apoyo social tiene una persona, se obtiene un mayor tiempo dedicado a la actividad física, ver figura 3.6, esta relación se toma en consideración, cuando se analiza el caso en que el apoyo de las personas, es fundamental para el individuo y actúa en la capacidad que posee una persona en hacer lo que se requiere en este caso a mejorar la salud.

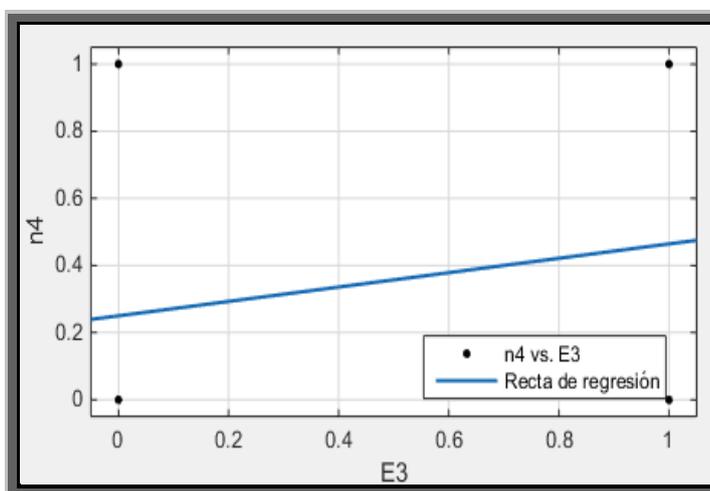


Figura 3.6: Diagrama de dispersión entre E3 y n4.

Entre las variables E5 y n1 se tiene un coeficiente de Pearson de $r=-0.10$, lo cual indica que mientras más barreras perciba el individuo, se obtiene una disminución en el logro, tal como muestra la figura 3.7, aquí se toma en cuenta

que las barreras tal como el mal clima si afecta al individuo cuando practica la actividad física o algún deporte.

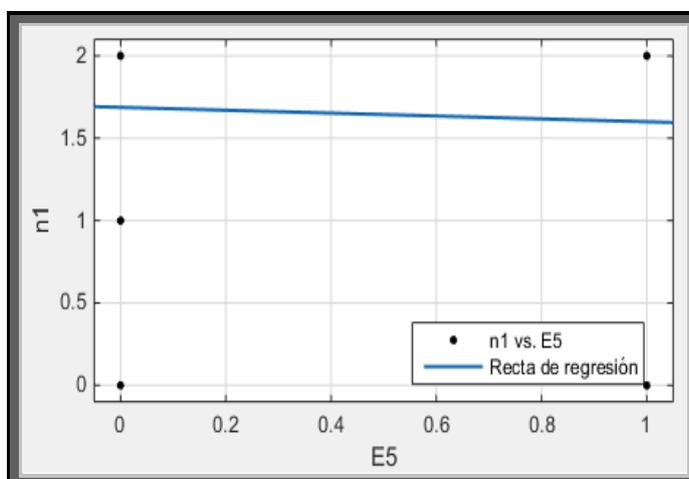


Figura 3.7: Diagrama de dispersión entre E5 y n1.

Para las variables E5 y n3 se tiene un coeficiente de Pearson de $r=-0.08$, en la figura 3.8 se observa que a mayor barrera percibida por la persona, se obtiene una menor autoeficacia, se toma en consideración cuando en el análisis de la autoeficacia intervienen factores externos al individuo como las barreras u obstáculos tal como la mala condición del terreno.

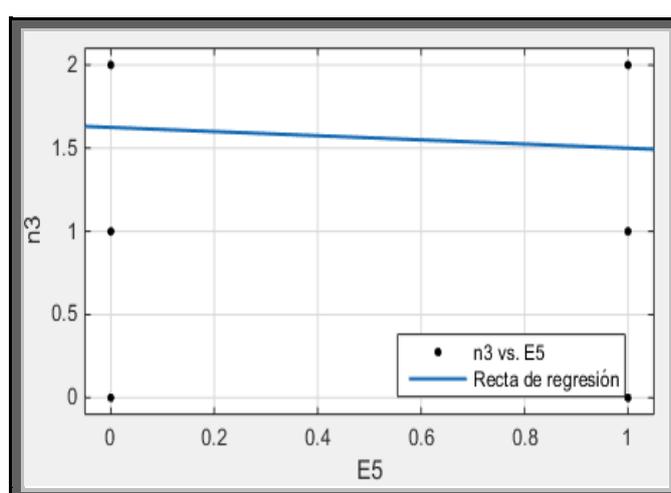


Figura 3.8: Diagrama de dispersión entre E5 y n3.

Finalmente para las variables E5 y n4 se tiene un coeficiente de Pearson de $r=0.20$, en la figura 3.9 se observa que a mayor barrera percibida por la persona,

se obtiene un mayor valor en el comportamiento, aquí se toma en consideración, cuando se analiza el comportamiento debido a las barreras percibidas por el individuo, en este caso los obstáculos o impedimentos, no influyen en el modo de ser o actuar de una persona de manera negativa.

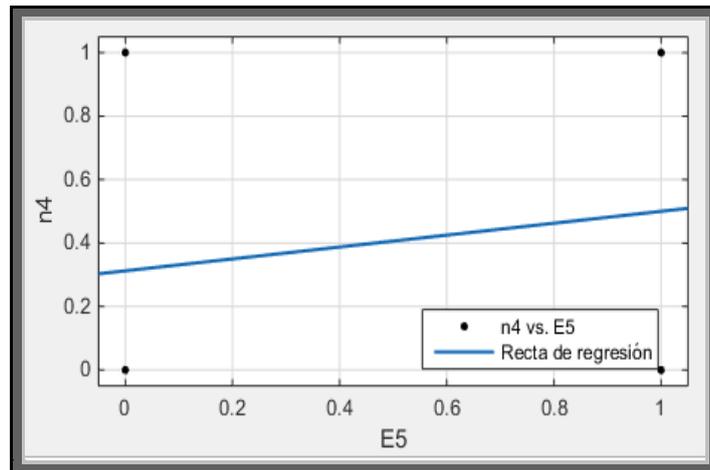


Figura 3.9: Diagrama de dispersión entre E5 y n4.

3.2 Modelos matemáticos.

Se obtuvieron los mejores modelos acorde con el mejor porcentaje de eficiencia (fit) y estructura OE o ARX, para cada una de las entradas E1, E3, E5 con cada una de las salidas n1, n3, n4 respectivamente. Cabe señalar que el orden de las funciones de transferencias se las fijó con orden máximo de cuarto orden en tiempo discreto y las señales de color negro que se observan en cada una de las gráficas obtenidas son las respuesta del sistema sin la implementación de las estructuras OE o ARX; a continuación, se detallan las 9 funciones de transferencias derivadas del modelo comportamental TSC.

En la figura 3.10 se observa la eficiencia del modelo de un 11.48% entre entrenamiento de habilidades E1 y n1 autocontrol ver Figura 3.10, además de su respectiva función de transferencia (3.1), la misma que contiene dos polos en el denominador y cuatro polos en el numerador.

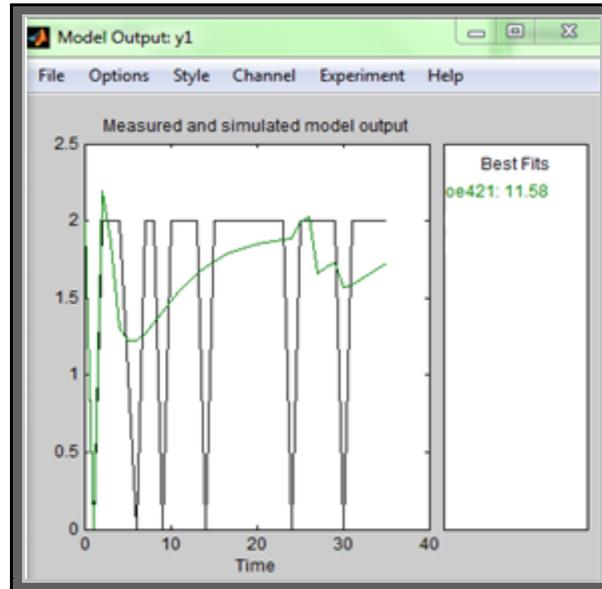


Figura 3.10: Eficiencia del Modelo entre E1 y n1 con estructura OE.

```
>> TF=tf(oe421)

TF =

From input "u1" to output "y1":
-0.0515 z^-1 + 0.007248 z^-2 + 0.1919 z^-3 - 0.08446 z^-4
-----
1 - 1.461 z^-1 + 0.5275 z^-2
```

(3.1) Función de transferencia entre E1 y n1.

La eficiencia del modelo entre entrenamiento de habilidades E1 y n3 autoeficacia fue de 14.94% ver Figura 3.11 y su respectiva función de transferencia (3.2), con cuatro polos en el denominador y cuatro ceros en el numerador.

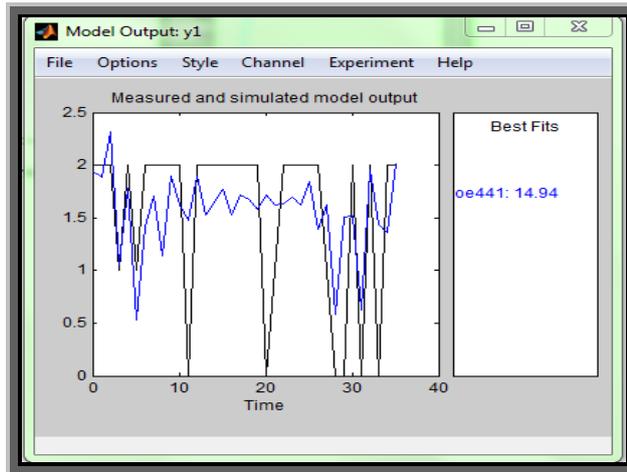


Figura 3.11: Eficiencia del Modelo entre E1 y n3 con estructura OE.

```
>> TF=tf(oe441)

TF =

From input "u1" to output "y1":
-0.09145 z^-1 + 0.1248 z^-2 + 0.03536 z^-3 + 0.6068 z^-4
-----
1 + 0.1206 z^-1 - 0.1555 z^-2 - 0.3919 z^-3 + 0.2445 z^-4
```

(3.2) Función de transferencia entre E1 y n3.

De similar forma la eficiencia obtenida del modelo entre entrenamiento de habilidades E1 y n4 comportamiento fue de 20.99% ver Figura 3.12 y su respectiva función de transferencia (3.3), con cuatro polos en el denominador y 1 cero en el numerador.

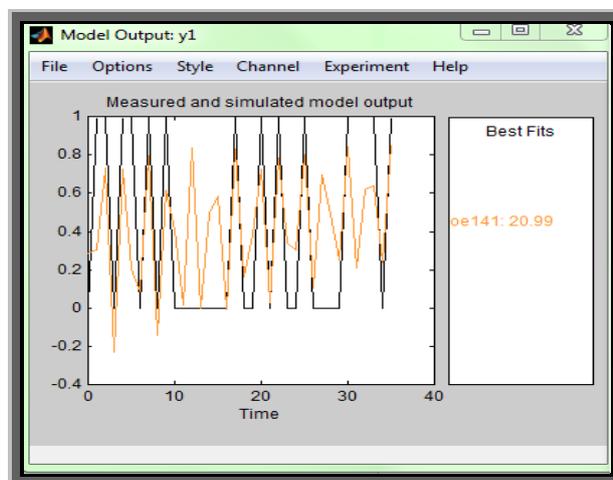


Figura 3.12: Eficiencia del Modelo entre E1 y n4 con estructura OE.

```
>> TF=tf(oe141)

TF =

From input "u1" to output "y1":
      0.009169 z^-1
-----
1 + 0.1758 z^-1 - 0.7171 z^-2 - 0.7873 z^-3 + 0.3295 z^-4
```

(3.3) Función de transferencia entre E1 y n4.

Para la eficiencia obtenida del modelo entre Apoyo social E3 y n1 Autocontrol se tuvo un 5.9% ver Figura 3.13 y su respectiva función de transferencia (3.4), con 3 polos y 3 ceros.



Figura 3.13: Eficiencia del Modelo entre E3 y n1 con estructura ARX.

```
>> TF=tf(arx331)

TF =

From input "u1" to output "y1":
      0.1231 z^-1 + 0.2434 z^-2 + 0.6868 z^-3
-----
1 - 0.2562 z^-1 - 0.09138 z^-2 - 0.2173 z^-3
```

(3.4) Función de transferencia entre E3 y n1.

La eficiencia resultante entre Apoyo social E3 y n3 Autoeficacia fue de 14.06% ver Figura 3.14 y su respectiva función de transferencia (3.5), con tres polos en el denominador y cuatro ceros en el numerador. Para lograr que el denominador sea igual o mayor que el numerador, en el sistema de control se introduce un integrador que multiplica a la función de transferencia (3.5), con esto se igualaría el numerador con el denominador.

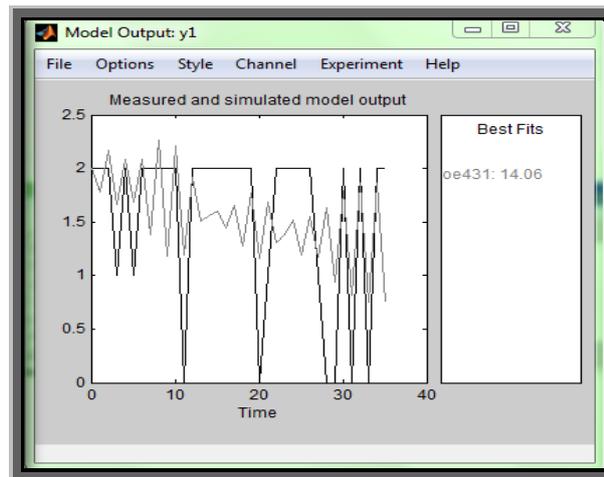


Figura 3.14: Eficiencia del Modelo entre E3 y n3 con estructura OE.

```
>> TF=tf(oe431)

TF =

From input "u1" to output "y1":
0.09123 z^-1 - 0.02086 z^-2 - 0.09775 z^-3 + 0.1467 z^-4
-----
1 + 0.8112 z^-1 - 0.932 z^-2 - 0.7757 z^-3
```

(3.5) Función de transferencia entre E3 y n3.

La eficiencia entre Apoyo social E3 y n4 Comportamiento fue de 26.48% ver Figura 3.15 y su respectiva función de transferencia (3.13) con cuatro polos y cuatro ceros.

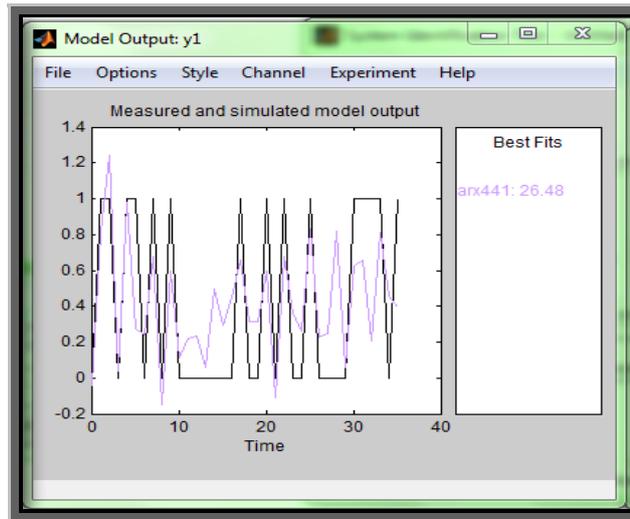


Figura 3.15: Señal del Modelo entre E3 y n4 con estructura ARX.

```
>> TF=tf(arx441)

TF =

From input "u1" to output "y1":
  0.08673 z^-1 + 0.3138 z^-2 - 0.093 z^-3 + 0.1286 z^-4
-----
  1 + 0.09041 z^-1 - 0.2081 z^-2 - 0.4443 z^-3 + 0.3924 z^-4
```

(3.6) Función de transferencia entre E3 y n3.

Así mismo la eficiencia entre barreras percibidas E5 y n1 autocontrol fue de 19.94% ver Figura 3.16 y su respectiva función de transferencia (3.7), con cuatro polos en el denominador y tres ceros en el numerador.

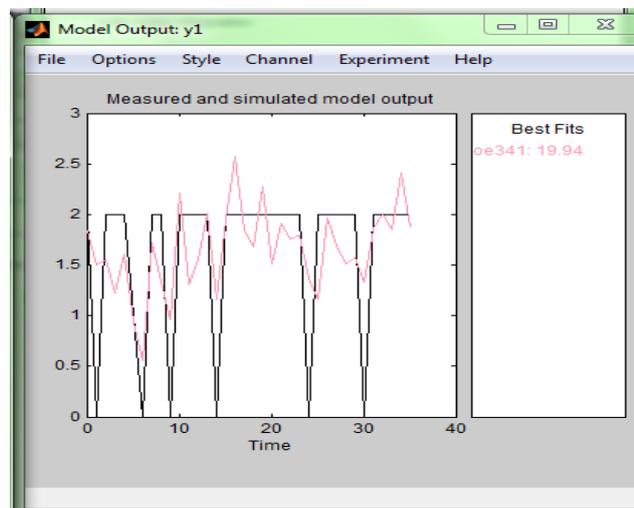


Figura 3.16: Señal del Modelo entre E5 y n1 con estructura OE.

```

>> TF=tf(oe341)

TF =

From input "u1" to output "y1":
      0.8359 z^-1 - 0.663 z^-2 + 0.1111 z^-3
-----
      1 - 1.026 z^-1 + 0.2403 z^-2 - 1.021 z^-3 + 0.8942 z^-4

```

(3.7) Función de transferencia entre E5 y n1.

De la misma forma la eficiencia obtenida entre barreras percibidas E5 y n3 autoeficacia fue de 14.94 ver Figura 3.17 y su respectiva función de transferencia (3.8), con cuatro polos en el denominador y cuatro ceros en el numerador.

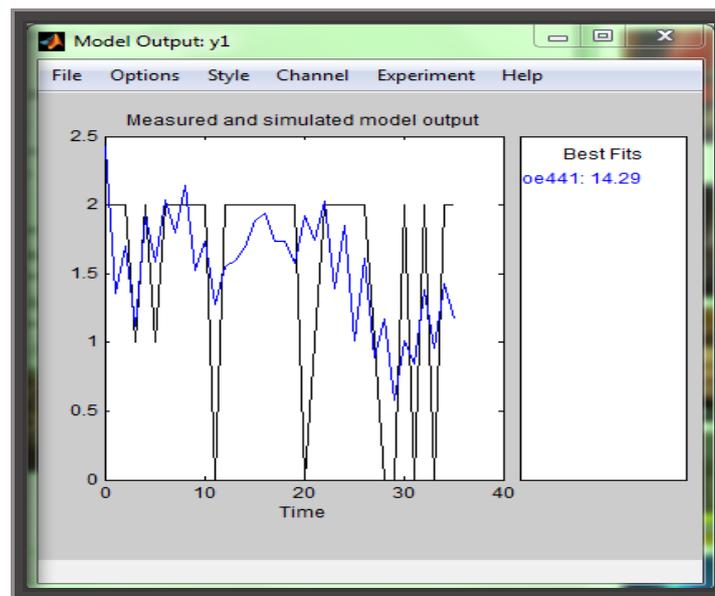


Figura 3.17: Señal del Modelo entre E5 y n3 con estructura OE.

```

>> TF=tf(oe441)

TF =

From input "u1" to output "y1":
      -0.06687 z^-1 + 0.09382 z^-2 - 0.2605 z^-3 + 0.4045 z^-4
-----
      1 - 1.369 z^-1 - 0.4088 z^-2 + 1.301 z^-3 - 0.4627 z^-4

```

(3.8) Función de transferencia entre E5 y n3.

Por último la eficiencia obtenida entre barreras percibidas E5 y n4 comportamiento fue de 14.42% ver Figura 3.18 y su respectiva función de transferencia (3.9), con 4 polos en el denominador y cuatro ceros en el numerador.

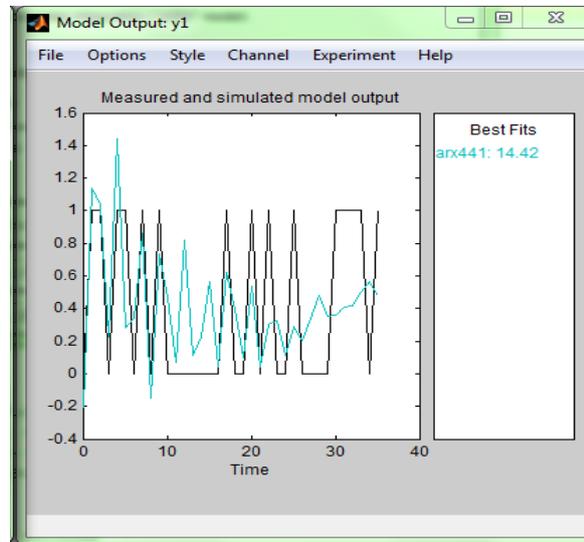


Figura 3.18: Señal del Modelo entre E5 y n4 con estructura ARX.

```
>> TF=tf(arx441)

TF =

From input "u1" to output "y1":
0.1107 z^-1 + 0.1705 z^-2 - 0.03475 z^-3 + 0.02657 z^-4
-----
1 - 0.141 z^-1 - 0.6065 z^-2 - 0.4521 z^-3 + 0.6163 z^-4
```

(3.9) Función de transferencia entre E5 y n4.

A continuación se muestra la tabla 3.3, la misma que muestra de manera resumida las estructuras que mejor se adaptaron a los modelos matemáticos hallados, para cada una de las relaciones de las variables tanto de entrada como de salida.

Relación de variables	Estructura
E1-n1	OE
E1-n3	OE
E1-n4	OE
E3-n1	ARX
E3-n3	OE
E3-n4	ARX
E5-n1	OE
E5-n3	OE
E5-n4	ARX

Tabla 3.3: Relación de variables con sus respectivas estructuras.

3.2 Respuesta de los sistemas a la entrada de referencia escalón.

Una vez obtenidas las funciones de transferencia se procedió a validarlas con una entrada escalón unitaria en la entrada, debido a que esta señal se utiliza para activar un proceso, es decir un sistema en reposo(0) pasa a estado de funcionamiento(1), a continuación se observan las respuestas de las respectivas plantas a una entrada escalón:

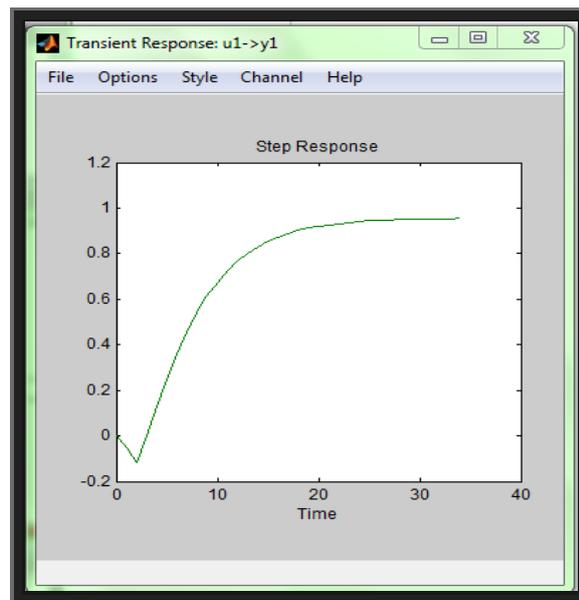


Figura 3.19: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n1.

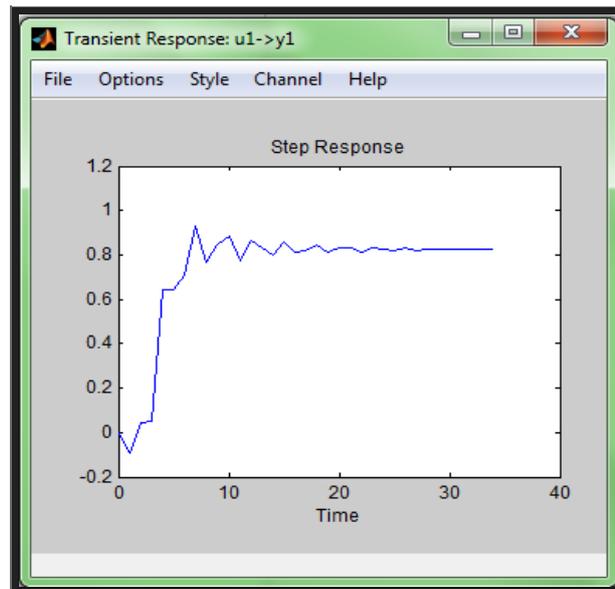


Figura 3.20: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n3.

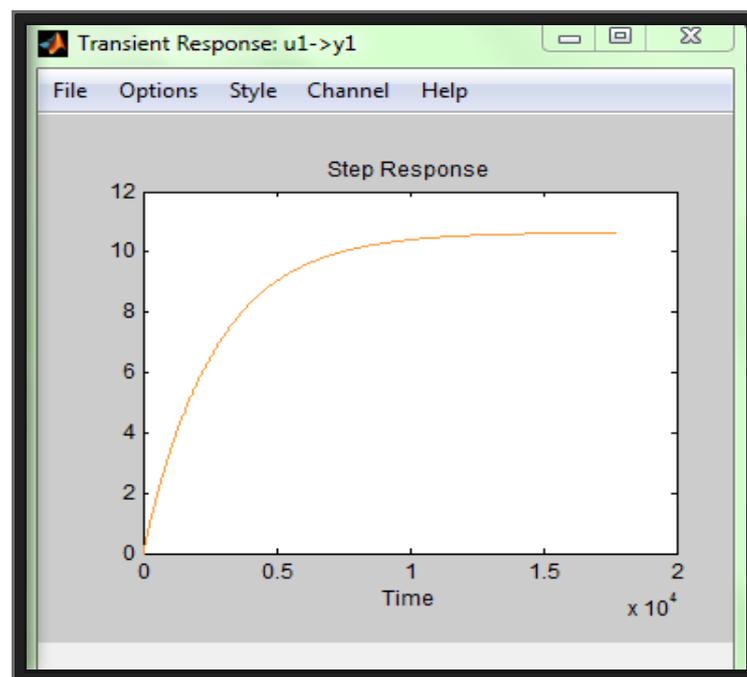


Figura 3.21: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E1 y n4.

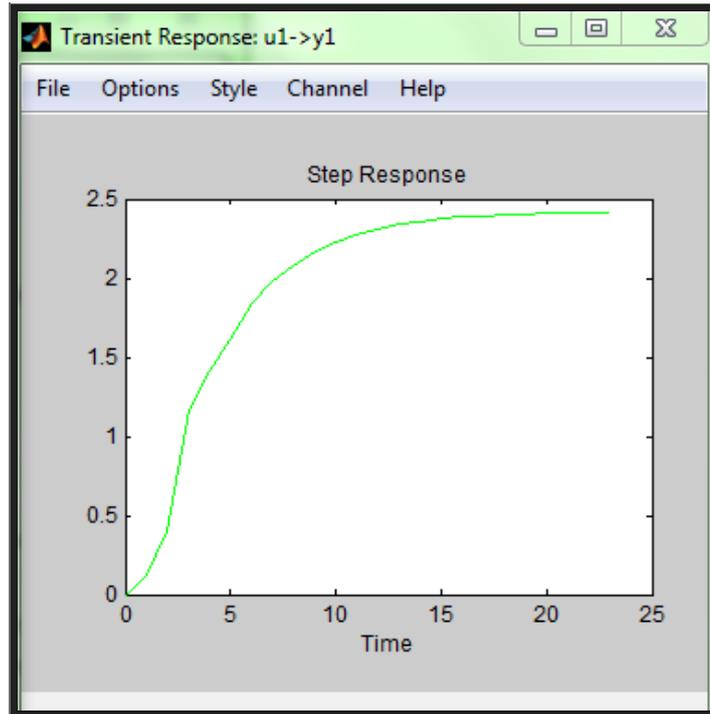


Figura 3.22: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n1.

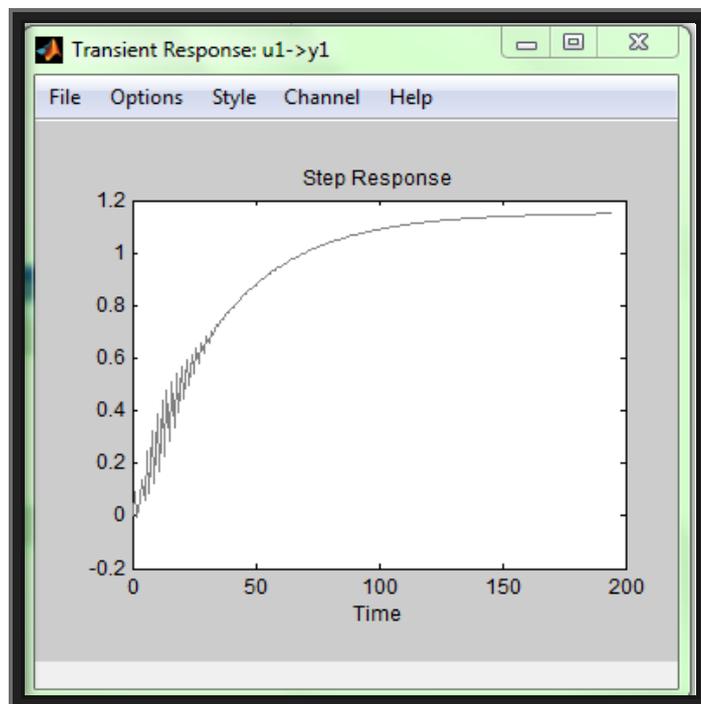


Figura 3.23: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n3.

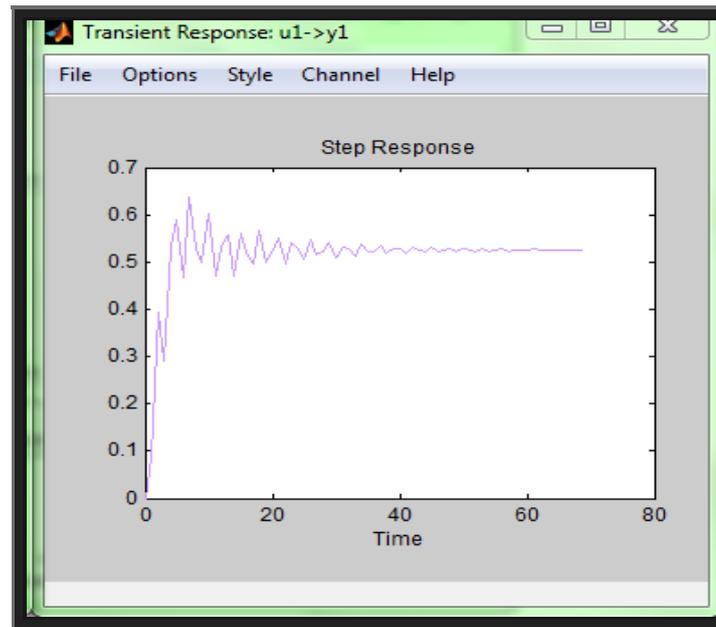


Figura 3.24: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E3 y n4.

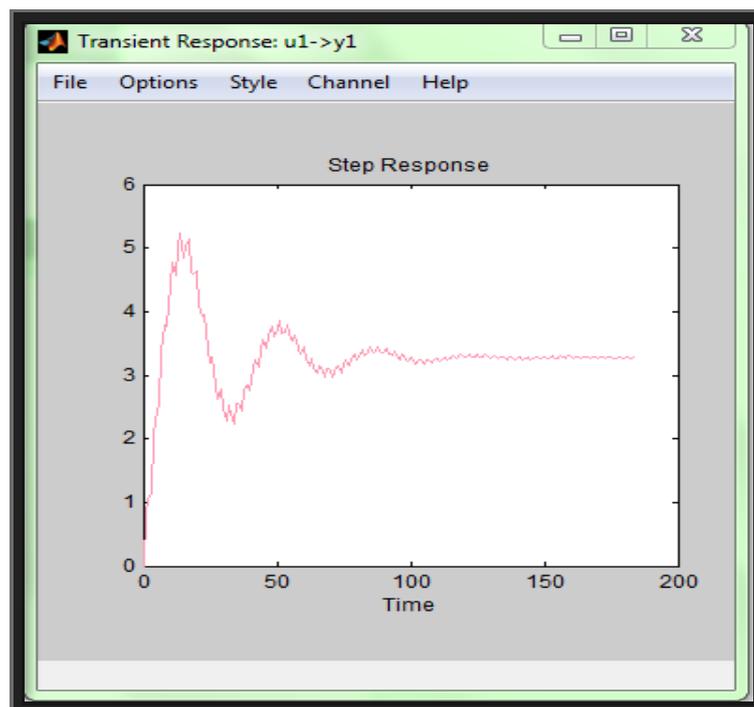


Figura 3.25: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n1.

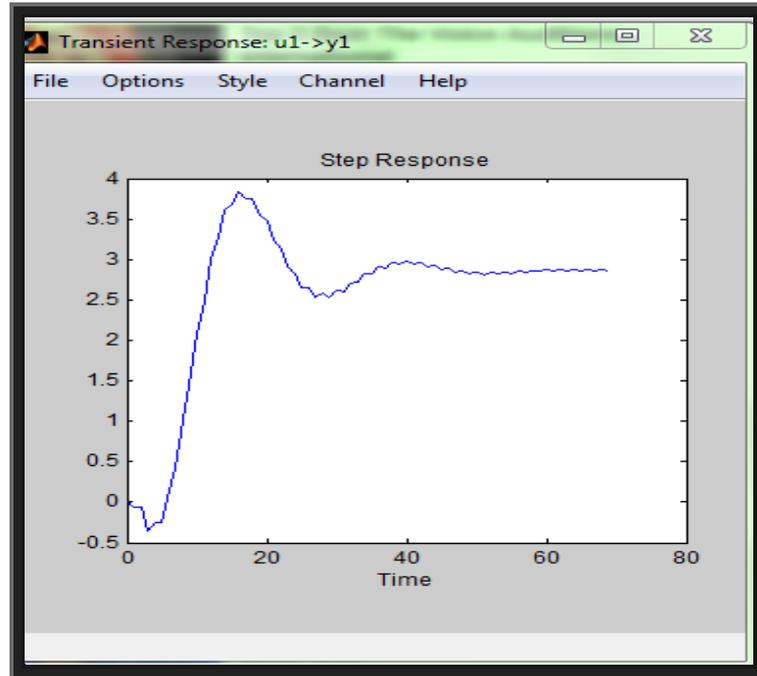


Figura 3.26: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n3.

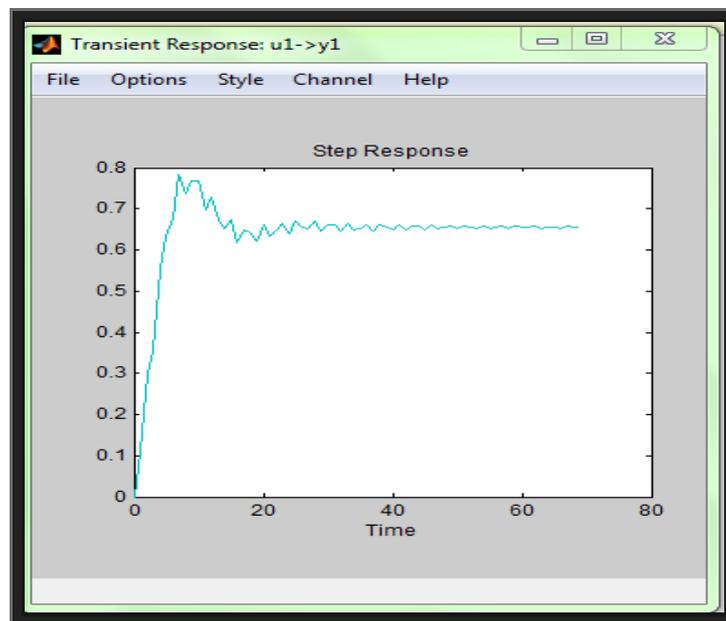


Figura 3.27: Respuesta a la entrada escalón del sistema entre E5 y n3.

Con estas validaciones podemos observar el comportamiento ante una entrada tipo escalón, en donde estas respuestas pueden ser mejoradas a través de un controlador tipo PID (proporcional integral derivativo) por ejemplo, para lograr suavizar la curva o reducir los sobre impulsos (overshoots) y también mejorar

la respuesta en el tiempo, es decir que el sistema llegue al punto de referencia estabilizándose en el menor tiempo posible.

3.1 Diseño de un controlador PID

Se logró implementar un lazo de control PID (Proporcional Integral Derivativo) con la herramienta Simulink de MATLAB, usando la función de transferencia entre entrenamiento de habilidades (E1) y el comportamiento (n4) ver figura 3.28, donde se ajustó la constante proporcional $K_p = 2$ (respuesta de color amarillo) y $k_p = 3$ (respuesta de color azul) ver Figura 3.31. Las variables K_i (constante integral) y K_d (constante derivativa), no se modificaron debido a que alteraban la señal por lo que estas se dejaron sin efecto tal como muestra la figura 3.29 y figura 3.30. Para realimentación del lazo de control y adquirir datos en la siguiente fase, se utilizará una tarjeta de adquisición de datos DAQ, a fin de extraer los datos de la aplicación móvil y poder ser utilizados por el software Labview, esta tarjeta presenta la ventaja de trabajar con sistemas abiertos, es decir puede adaptarse a la mayoría de dispositivos, equipos, sensores y software existentes en el mercado, las características principales de la tarjeta DAQ son: velocidad de lectura de datos 10000 muestras por segundo, proporcionan la adquisición de datos de forma confiable, lectura de datos estable, salida de voltaje de 0 a 5 voltios y corriente de salida 5 mA; finalmente en caso de requerir más eficiencia el paciente o usuario, se enviará a través de la aplicación móvil mensajes de texto de ánimo o motivacionales inclusive podría ser una recompensa, este controlador permitirá analizar el comportamiento del paciente en la actividad física.

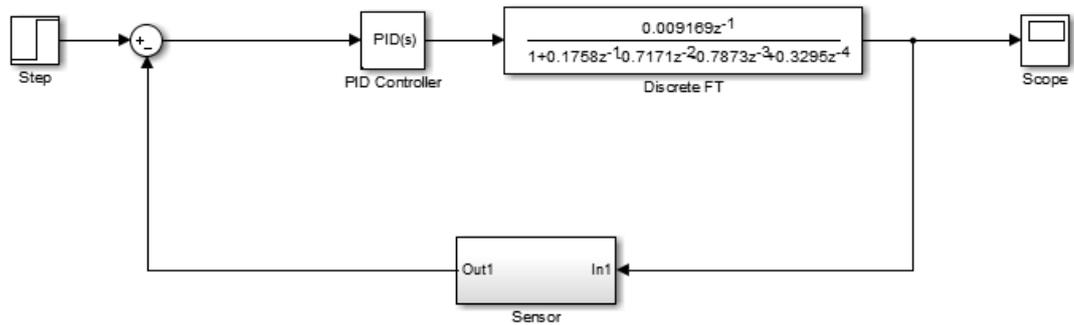


Figura 3.28: Lazo de control PID aplicado a la función de transferencia entre variables E1 y n4.

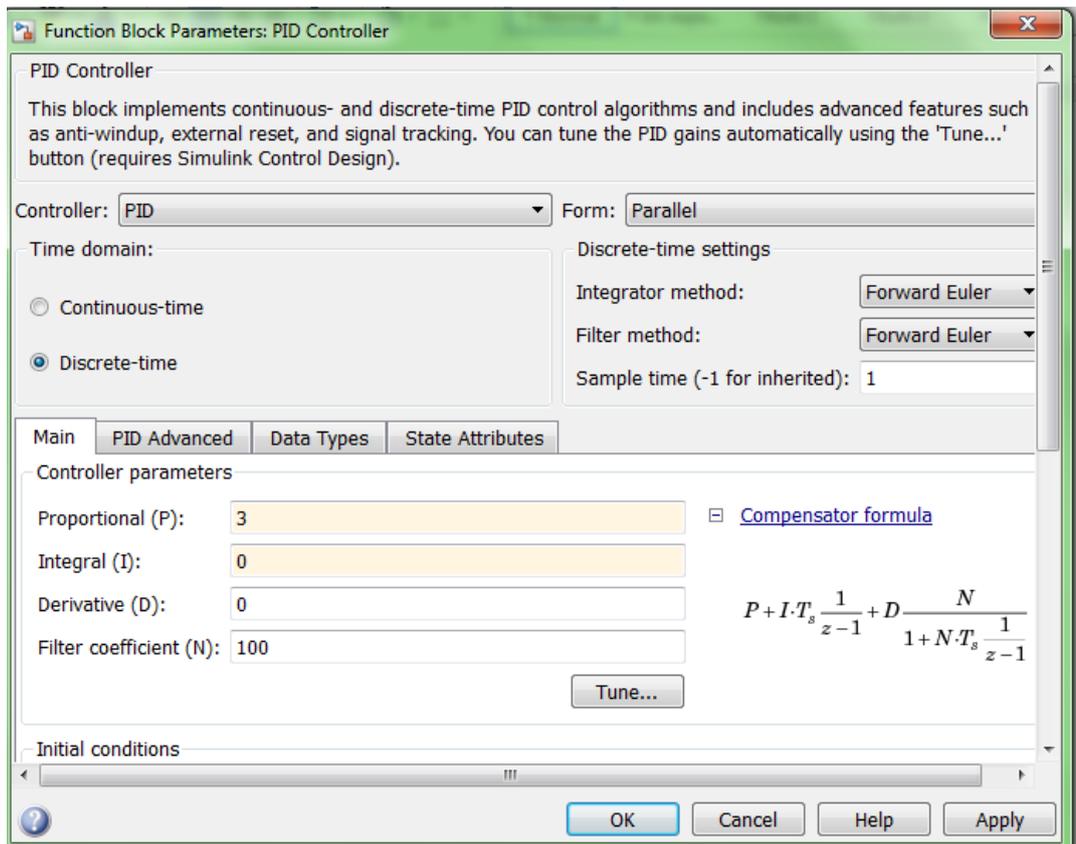
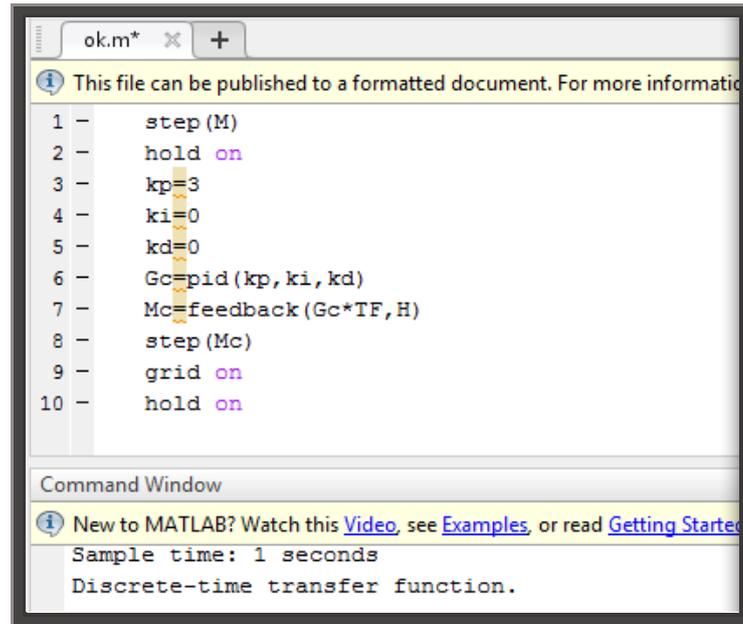


Figura 3.29: Bloque PID de Simulink.



```

1 - step(M)
2 - hold on
3 - kp=3
4 - ki=0
5 - kd=0
6 - Gc=pid(kp,ki,kd)
7 - Mc=feedback(Gc*TF,H)
8 - step(Mc)
9 - grid on
10 - hold on

```

Command Window

New to MATLAB? Watch this [Video](#), see [Examples](#), or read [Getting Started](#)

Sample time: 1 seconds
Discrete-time transfer function.

Figura 3.30: Control PID usando códigos en Matlab.

Se observa en la figura 3.31 la respuesta original de la función de transferencia entre E1 y n4 (gráfica de color negro), a la cual se le incorporó un controlador PID en donde la respuesta del sistema fue mejorando con respecto al tiempo con $k_p=2$ (gráfica amarilla) y finalmente se lo ajusto en $k_p=3$ (gráfica de color azul) en dónde se obtuvo un mejor resultado logrando minimizar el tiempo de estabilización.

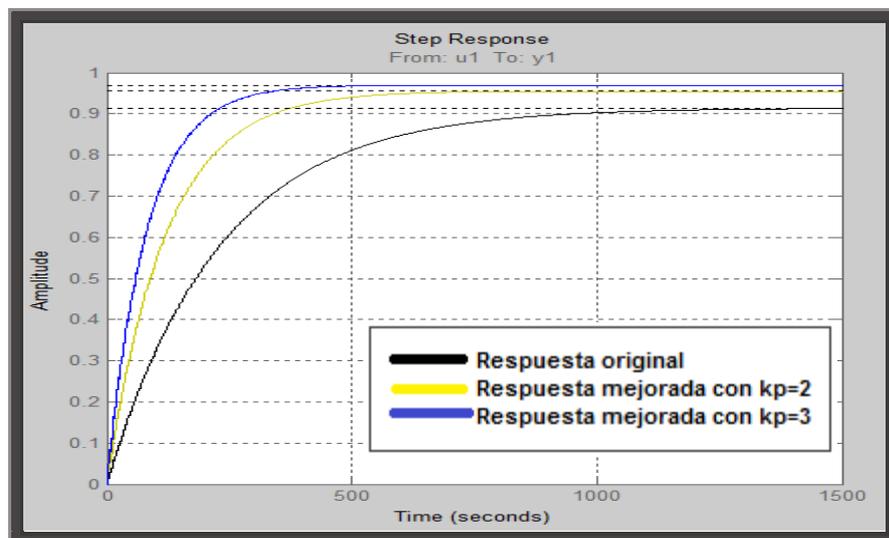


Figura 3.31: Respuesta del controlador PID.

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo que se logró en el presente proyecto, es obtener un sistema de prevención de enfermedades no transmisibles a través de una aplicación telefónica en donde se obtiene el registro de la actividad física midiendo el número de pasos, no solo de pacientes en busca de mejorar su salud, sino también de la ciudadanía en general en la prevención de la obesidad, enfermedades cardiovasculares y sedentarismo entre las principales enfermedades. En nuestro país cifras alarmantes del 2018 demuestran que la diabetes es la segunda causa de muerte en mujeres y la tercera en hombres, la obesidad conlleva muchas otras enfermedades y el sedentarismo propia de la era moderna están afectando a la población, por lo que es de mucha importancia que programas nutricionales como el complemento nutritivo en la alimentación, dietas balanceadas, reducción del consumo de sal y azúcar; así como la actividad física, sean promovidas mediante el uso de la aplicación telefónica realizada en este proyecto, como factor determinante en el control de niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, entre otras.

4.1 CONCLUSIONES

Debido a las características del presente proyecto se usó la identificación de sistemas para poder obtener las funciones de transferencias o modelos matemáticos, con el propósito de analizar la teoría del comportamiento de Albert Bandura con respecto a mejorar la salud de la población a través de la actividad física.

Se logró aplicar la teoría social cognitiva de Albert Bandura, ya que se evidenció la existencia de una relación entre los factores ambientales, emocionales, personales y conductuales; a través del coeficiente de correlación de Pearson, donde se comprobó que las variables se relacionaron entre sí.

Se logró integrar las carreras de Licenciatura en Nutrición, Ingeniería en Electrónica y Automatización e Ingeniería en Telemática, mediante el uso de encuestas directamente a pacientes con ENT, los mismos que sirvieron como datos de tipo cuantitativo, para la obtención de los respectivos modelos matemáticos, que representan el comportamiento de una persona ante la actividad física, asimismo se logró fortalecer estos modelos mediante las estructuras OE o ARX, además se diseñó un controlador clásico PID para análisis de la evolución de un usuario en el rendimiento de la actividad física, finalmente se diseñó una aplicación para la obtención de los datos más significativos de cada usuario y para el control de pasos que da una persona, esto como actividad física.

La implementación de actividad física como factor fundamental en la mejora de la salud, recomendaciones nutricionales, el análisis de las funciones de transferencia y la inclusión de un modelo a partir de la teoría de la teoría social cognitiva permitió fortalecer el diseño de la aplicación móvil.

En el presente trabajo se realizó la identificación de sistemas con datos reales mediante encuestas realizadas a pacientes con ENT, donde se demostró que el proceso de identificación de sistemas nos ofrece una buena alternativa práctica, funcional y eficaz para obtener un modelo satisfactorio al obtener una planta lo más cercano a la realidad posible, ya que su aplicación no solo se limita al mundo industrial sino también en otras áreas en este caso en el área de la salud y bienestar.

En el campo de la actividad física la relación más acorde al modelo fue la relación entre entrenamiento de habilidades y autocontrol, en donde se observó que a mayor entrenamiento de habilidades se obtienen mayores logros de objetivos en este caso mejorar el estado de salud y prevenir enfermedades de tipo crónicas tales como diabetes y enfermedades cardiovasculares.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar otras estructuras como Box Jenkins (BJ) y modelo auto regresivo de media móvil y variable exógena (ARMAX), para obtener más variantes del modelo, a fin de obtener las mejores opciones para el modelo comportamental TSC.

Se recomienda utilizar más datos de usuarios que se obtengan de la aplicación móvil, ya que permitirá que se adquieran más modelos y mejorarlos al producirse un mejor porcentaje de eficiencia y para un mayor análisis del comportamiento humano.

Se recomienda validar los modelos matemáticos hallados, ya que no solo depende del mejor porcentaje de eficiencia sino también del tipo de respuesta que finalmente se obtiene.

Replicar el experimento del grupo de investigación, logrando obtener más entradas del modelo TSC, a fin de generar nuevos análisis comportamentales del sistema.

Iniciar la implementación del modelo obtenido, a través de la aplicación móvil, para hacer seguimiento ON LINE con pacientes reales y monitorear la respuesta sobre si, que finalmente mejora los hábitos contra el sedentarismo en las personas.

Se recomienda que la aplicación sea evaluada periódicamente por expertos en el área de salud, para continuas mejoras tanto del diseño como en el contenido de la aplicación móvil.

BIBLIOGRAFÍA:

Ljung, L. (1998). *System Identification: Theory for the User*. Pearson Education.

Ogata, K. (2003). *Ingeniería de control moderna*. Pearson Educación.

Astrom, K. J., & Hagglund, T. (2009). *Control pid avanzado*. Pearson Educación.

Bandura, A. (1979). *Aprendizaje social y desarrollo de la personalidad*. Alianza.

Encalada, V. (2017). Sobrepeso en Ecuador, en la mira de la Organización Mundial de la Salud. Recuperado 23 de febrero de 2019, de <https://www.expreso.ec/actualidad/obesidad-sobrepeso-alimento-dieta-erikaalvarez-oms-inec-salud-YX1761427>

Escobar, N., (2014, noviembre 13). OPS/OMS Ecuador - La diabetes, un problema prioritario de salud pública en el Ecuador y la región de las Américas | OPS/OMS. Recuperado 23 de febrero de 2019, de https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1400:la-diabetes-un-problema-prioritario-de-salud-publica-en-el-ecuador-y-la-region-de-las-americas&Itemid=360

Franco j. , J. R. V. F. (2005). Introducción a la identificación de sistemas. Recuperado 12 de enero de 2019, de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-1408-introduccion-identificacion-sistemas.aspx>

Furio, E. (2011, julio 24). La teoría social cognitiva. Recuperado 1 de diciembre de 2018, de <https://kopher.wordpress.com/2011/07/24/la-teoria-social-cognitiva/>

Ljung, L. (1998). *System Identification: Theory for the User*. Pearson Education.

Matias Riquelme. (2018, mayo 14). ¿Qué es y cómo se interpreta el coeficiente de correlación de Pearson? Recuperado 3 de enero de 2019, de <https://www.webyempresas.com/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/>

- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2016). ¿Qué es la diabetes? | NIDDK. Recuperado 12 de enero de 2019, de <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es>
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de control moderna*. Pearson Educación.
- OMS. (s. f.). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Recuperado 15 de febrero de 2019, de https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_myths/es/
- Ramos, W., Venegas, D., Honorio, H., Pesantes, J., Arrasco, J., & Yagui, M. (2014). Enfermedades no transmisibles: efecto de las grandes transiciones y los determinantes sociales. *Revista Peruana de Epidemiología*, 18(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=203132677006>
- Villajulca, J. (2018). Resumen P , I , D: lo justo y necesario que debes saber (y que nunca entendiste) – Instrumentacion, Control y Automatizacion Industrial. Recuperado 23 de febrero de 2019, de <https://instrumentacionycontrol.net/resumen-p-i-d-lo-justo-y-necesario-que-debes-saber-y-que-nunca-entendiste/>

ANEXOS

Se observa la encuesta que se utilizó para la obtención de datos, se ha resaltado con amarillo las variables para el modelo de la teoría social cognitiva y las preguntas resaltadas con color púrpura que fueron utilizadas para análisis y obtención de las variables tanto de entrada como de salida.

Escuela Superior Politécnica del Litoral		
Facultad de ciencias de la vida (FCV)		
Método de vigilancia para la identificación de factores de riesgo de las enfermedades no transmisibles (ENT)		
Información sobre la encuesta		
Lugar y fecha		
01. Nombre del centro:	02. Departamento:	
03. Nombre del entrevistador:	04. Fecha de realización del cuestionario:	05. Hora:
Consentimiento, idioma de la entrevista		
06. Se leyó el texto del consentimiento al entrevistado y este lo concedió	Sí _____ No _____	
Datos personales del entrevistado		
Datos personales		
07. Nombre:	08. Apellidos:	09. Fecha de nacimiento:
010. Género	M F	011. Edad:
012. Número celular:	013. Correo electrónico:	
014. Grado más alto de escolaridad que alcanzó	Sin instrucción formal	
	Finalizó la primaria	
	Finalizó la secundaria	
	Finalizó la universidad o enseñanza superior	
	Posee un postgrado	
015. Grupo étnico, racial, subgrupo cultural u otra colectividad semejante que ud se identifique.	Blanco	
	Negro	
	Mestizo	
	Otro:	
016. Estado civil	Soltero(a)	
	Casado(a)	
	Divorciado(a)	
	Viudo(a)	
	Unión libre	
017. Situación laboral en los últimos 12 meses	Empleado	
	Trabaja por cuenta propia	
018. Tiempo de trabajo Tiempo parcial _____ ¿HORAS? _____ Tiempo completo ___ ¿HORAS? _____	Trabajador no remunerado del hogar	
	Jubilado (a)	
	Desempleado	
	Datos sobre el comportamiento	
Consumo de tabaco		

019. ¿Ha consumido alguna vez productos de tabaco o derivados?	Sí _____ No _____ <i>Si la respuesta es NO, salte a la siguiente sección</i>
020. ¿Fuma usted actualmente algún producto de tabaco?	Sí _____ No _____
021. ¿Qué edad tenía usted cuando empezó a fumar?	Edad (en años) _____ No sabe _____
022. Aproximadamente, ¿cuántos de los siguientes productos fuma usted diariamente o semanalmente? (Si la frecuencia es inferior a un día, regístrelo por semana)	A Diario _____ Semanalmente _____
	Cigarrillos _____
	Otros (especificar) _____
Consumo de alcohol	
023. ¿Consume usted actualmente bebidas alcohólicas?	Sí _____ No _____ <i>Si la respuesta es NO, salte a la siguiente sección</i>
024. ¿Consume bebidas alcohólicas todos los días?	Sí _____ No _____
025. ¿Qué edad tenía usted cuando empezó a beber?	Edad (en años) _____ No sabe _____
026. Aproximadamente, ¿cuántos de los siguientes productos bebe usted al día o a la semana? (Si la frecuencia es inferior a un día, regístrelo por semana)	A Diario _____ Semanalmente _____
	Cerveza _____
	Vino _____
	Whisky _____
	Otros (especificar) _____
Régimen alimentario	
027. En una semana ordinaria, ¿cuántos días come usted frutas?	Número de días _____ No sabe _____
028. ¿Cuántas raciones de fruta come usted en uno de esos días?	Número de raciones _____ No sabe _____
0.29 En una semana ordinaria, ¿cuántos días come usted verduras?	Número de días _____ No sabe _____
0.30 ¿Cuántas raciones de verduras come usted en uno de esos días?	Número de raciones _____ No sabe _____
031. ¿Qué tipo de aceite o grasa usa con más frecuencia para cocinar en casa de usted? (SELECCIONE SOLO UNA)	Aceite vegetal _____ Manteca o sebo _____ Mantequilla _____ Margarina _____ Otro _____ No usa ninguno _____ No sabe _____
032. En promedio, ¿cuántas veces por semana come usted alimentos que no fueron preparados en casa? Por comida me refiero al desayuno, almuerzo o la cena.	Número de veces _____ No sabe _____ N/A _____
Actividad física	
Trabajo	
033. ¿Su trabajo supone realizar una actividad vigorosa, que aumenta mucho las frecuencias respiratoria y cardíaca [llevar o levantar objetos pesados, cavar o realizar tareas de construcción] durante al menos 10 minutos seguidos?	Sí _____ No _____
034. En una semana ordinaria, ¿cuántos días despliega usted actividades vigorosas como parte de su trabajo?	Número de días _____
035. En un día corriente, ¿cuánto tiempo pasa usted realizando actividades vigorosas?	Horas _____ minutos _____
036. ¿En su trabajo tiene usted que realizar actividades moderadas, que causan un pequeño aumento de las frecuencias respiratoria y cardíaca, como caminar a paso vivo [o llevar cargas ligeras] durante al menos 10 minutos seguidos?	Sí _____ No _____

037. En una semana ordinaria, ¿cuántos días despliega usted actividades de intensidad moderada como parte de su trabajo?	Número de días _____
038. En un día corriente, ¿cuánto tiempo pasa usted realizando actividades de intensidad moderada?	Horas _____ minutos _____
Desplazamientos	
039. ¿Camina o monta en bicicleta durante por lo menos 10 minutos seguidos para ir y volver a los distintos lugares?	Sí _____ No _____
040. En una semana ordinaria, ¿cuántos días camina o monta en bicicleta durante por lo menos 10 minutos seguidos para ir y volver a los distintos lugares?	Número de días _____
041. En un día corriente, ¿cuánto tiempo pasa usted caminando o en bicicleta para desplazarse?	Horas _____ minutos _____
Actividades recreativas	
042. ¿Cuáles son sus deportes favoritos/actividades físicas? (máximo 2)	R: _____
043. ¿Practica usted algún deporte, ejercicio físico o actividad recreativa vigorosa que aumente mucho las frecuencias respiratoria y cardiaca [correr o jugar al fútbol] durante al menos 10 minutos seguidos?	Sí _____ No _____
044. En una semana ordinaria, ¿cuántos días realiza usted actividades vigorosas practicando un deporte o haciendo ejercicio físico?	Número de días _____
045. En un día corriente, ¿cuánto tiempo pasa usted realizando actividades vigorosas en deportes, ejercicio físico o recreación?	Horas _____ minutos _____
046. ¿Practica usted algún deporte, ejercicio físico o actividad recreativa con una intensidad que acelere un poco la frecuencia respiratoria y cardiaca, como caminar a paso vivo [montar en bicicleta, nadar, jugar al volibol] durante por lo menos 10 minutos seguidos?	Sí _____ No _____
047. En una semana ordinaria, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada practicando un deporte, haciendo ejercicio físico o divirtiéndose?	Número de días _____
048. En un día corriente, ¿cuánto tiempo pasa usted realizando actividades de intensidad mediana practicando deportes o ejercicio físico?	Horas _____ minutos _____
Ambiente/entorno	
049. ¿Realizaría usted actividad física al aire libre aunque haya condiciones como calor o frío afuera?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
050. ¿Cree usted que participar de eventos relacionados a actividad física lo motivarían a ser más activo?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
Actitud	
051. ¿Realizaría actividad física a pesar de quedarse en casa?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
052. ¿Cuántas veces a la semana Ud. sale a caminar o hacer deporte?	0-1-2-3-4-5-6-7
Norma social	
053. ¿Considera usted que tener un amigo o familiar que lo ayude a ser más activo, o tener a alguien con quien caminar o hacer ejercicio contribuiría a que realice actividad física?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
054. ¿El/ ellos lo han invitado a hacer actividades al aire libre o al gimnasio?	Sí _____ No _____

055. ¿Cuántas veces a la semana Ud. sale a jugar con sus amig@s?	0-1-2-3-4-5-6-7
Auto-eficacia	
056. ¿Cree usted que posee la habilidad necesaria para practicar el deporte que desee o realizar ejercicio?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
057. ¿Continuaría realizando un deporte o actividad física específica luego de haber mejorado su condición de salud?	Sí _____ No _____ Tal vez _____
058. ¿Es usted capaz de realizar una actividad física específica o un deporte de su preferencia todos los días? Por ejemplo hay personas que empiezan a hacer caminatas pero en una semana dejan de hacerlos, aunque saben que es saludable.	Sí _____ No _____ Tal vez _____
Comportamiento sedentario	
059. En un día característico, ¿cuánto tiempo pasa usted sentado o reclinado?	Horas _____ minutos _____
Orientación sobre el modo de vida	
En los últimos tres años, ¿algún médico u otro agente sanitario le ha aconsejado hacer alguna de las cosas siguientes?	
060. Dejar de fumar	Sí _____ No _____
061. Reducir el consumo de sal	Sí _____ No _____
062. Comer por lo menos cinco raciones de frutas o verduras todos los días	Sí _____ No _____
063. Reducir el consumo de grasas saturadas	Sí _____ No _____
064. Empezar a realizar actividad física o aumentarla	Sí _____ No _____
065. Mantener un peso sano	Sí _____ No _____
066. Adelgazar si tiene peso elevado	Sí _____ No _____
Datos antropométricos	
067. Estatura	Centímetros (cm) _____
068. Peso	Kilogramos (kg) _____
069. Circunferencia abdominal	Centímetros (cm) _____
070. Circunferencia de la cadera	Centímetros (cm) _____
071. Frecuencia cardiaca _____	072. Presión arterial S _____ / D _____
Acerca de factores de riesgo sobre ENT	
Antecedentes de presión arterial alta	
073. ¿Alguna vez le ha medido la presión arterial un médico u otro agente sanitario?	Sí _____ No _____
074. ¿Alguna vez le ha dicho un médico u otro agente sanitario que tiene usted la presión arterial alta o hipertensión arterial?	Sí _____ No _____ <i>Si la respuesta es NO, salte a la siguiente sección</i>
075. ¿Se lo han dicho en los últimos 12 meses?	Sí _____ No _____
076. En las dos últimas semanas, ¿ha tomado usted algún medicamento (medicina) para tratar la hipertensión arterial, que haya sido recetado por un médico u otro agente sanitario?	Sí _____ ¿CUÁL? _____ No _____
077. ¿Toma usted actualmente algún remedio herbario o tradicional contra la presión arterial alta?	Sí _____ ¿CUÁL? _____ No _____
Antecedentes de diabetes	
078. ¿Alguna vez le ha medido el azúcar de la sangre un médico u otro agente sanitario?	Sí _____ No _____
079. ¿Alguna vez le ha dicho un médico u otro agente sanitario que tiene usted elevada el azúcar de la sangre o diabetes?	Sí _____ No _____ <i>Si la respuesta es NO, salte a la siguiente sección</i>
080. ¿Se lo han dicho en los últimos 12 meses?	Sí _____ No _____

081. En las dos últimas semanas, ¿ha tomado usted algún medicamento (remedio) para tratar la diabetes, que haya sido recetado por un médico u otro agente sanitario?	Sí _____ ¿CUÁL? _____ No _____
082. ¿Actualmente recibe usted insulina contra la diabetes, recetada por un médico u otro agente sanitario?	Sí _____ No _____
083. ¿Toma usted actualmente algún remedio herbario o tradicional contra la diabetes?	Sí _____ ¿CUÁL? _____ No _____
Antecedentes de enfermedades cardiovasculares	
084. ¿Alguna vez ha sufrido usted un ataque cardiaco o dolor de pecho causado por una enfermedad del corazón (angina de pecho) o un ataque cerebral (accidente cerebrovascular, apoplejía)?	Sí _____ No _____
085. ¿Actualmente toma usted regularmente ácido acetilsalicílico (aspirina) para prevenir o tratar una enfermedad del corazón?	Sí _____ No _____
Datos bioquímicos: HISTORIA CLÍNICA	
086. Glucosa sanguínea	_____
087. Colesterol total	_____
088. HDL _____ / 0.87 LDL	_____
089. Triglicéridos	_____
090. Prueba de tolerancia a la glucosa	_____

Figura A.1: Encuesta o cuestionario para la obtención de datos.

ANEXO B

Se observa en la Fig. B.1 la aplicación móvil diseñada en el presente proyecto, el menú principal de la aplicación el cual contiene iconos de consulta, agregar entradas, pasos, logros, cuestionario diabetes, test de Framingham información de la cuenta y el status.



Figura B.1: Menú principal de la aplicación.



En “Información de la cuenta”, encontraremos todos los datos con los que se creó la cuenta, los pasos que se han registrado en el aplicativo, y nos da opción a cambiar la contraseña de la cuenta.

INFORMACION DE LA CUENTA

Nombre: *Christian*

Apellido: *Franco*

Usuario: *franco*

Correo: *franco@hotmail.com*

Edad: *25*

Genero: *Hombre*

Pasos Realizados: *49*

Cambiar contraseña

Ingresar Anterior Contraseña:

Anterior

Ingrese Nueva Contraseña

Nueva

CAMBIAR

Figura B.2: Información de la cuenta.



En “Agregar Entrada”, se presentan dos secciones.

La sección inferior, permite el ingreso de valores de presión sistólica y diastólica.

La sección superior, permite elegir entre:

- Glucosa
- Hemoglobina
- Colesterol
- Triglicéridos
- Colesterol HDL
- Colesterol LDL
- Peso
- Circunferencia cintura
- Porcentaje de grasa



En “Consulta”, podemos elegir las variables antes mencionadas, y mostrar los resultados de forma textual y forma gráfica, como lo muestra la imagen izquierda. Si no existen valores, se mostrará un mensaje respecto a esto.

Si se presiona el botón “TEXTO”, se muestra una ventana emergente con todos los valores y las fechas de ingreso. Si presionamos “GRAFICO”, se mostrarán los últimos diez valores, como lo muestra la ventana derecha.



Figura B.3: Pantalla de consulta.



Para “Pasos”, se necesita tener encendido el GPS, caso contrario se mostrará una ventana emergente que direccionará a configuración como muestra la imagen B.4, seguidamente aparecerá la imagen del contador de pasos ver Figura B.5.

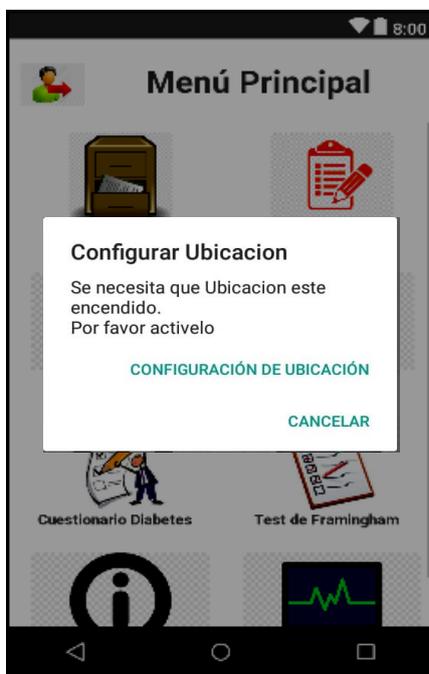


Figura B.4: Configuración de ubicación.



Figura B.5: Contador de pasos.



En “Logros”, se irán desbloqueando trofeos según el número de pasos se encuentren registrados en el aplicativo. Además se mostrará un mensaje con el número de pasos de diferencia con respecto al usuario con mayor número de pasos.



Figura B.6: ventana de logros.



En “Cuestionario diabetes”, se presenta un formulario donde se puede determinar si se está en riesgo de padecer diabetes tipo 2, para ver el resultado se presiona “Aceptar”, tal como muestra la Figura B.7.

Figura B.7: ventana de cuestionario diabetes.



En “Formulario de Framingham”, al responder el cuestionario, se puede ver el porcentaje de riesgo de padecer alguna enfermedad cardiovascular. El resultado se lo muestra luego de presionar “Aceptar”.

Figura B.8: Formulario Framingham.



Finalmente la ventana de “Status”, permite revisar el último valor de las variables ingresadas.

Si el valor está en un rango normal se presenta de color verde, si está en un rango intermedio se presenta en rojo tal como muestra la Figura B.9, y si está en un rango crítico se presenta en rojo. Cabe recalcar que esto es solo una herramienta, se aconseja visitar a un médico, para mayor información.



Figura B.9: Ventana de status.



Figura B.10: Pantallas de consejos.

Finalmente se observa el icono de la aplicación, tal como muestra la Figura B.11.



Figura B.11: Icono de la aplicación