



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Sistema Integrado para el tratamiento de lesiones o traumas en la articulación cúbito-radio.

Johan Ferney García Robayo.

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Facultad Tecnológica, Ingeniería en Telecomunicaciones
Bogotá, Colombia

2019

Sistema integrado para el tratamiento de lesiones o traumas en la articulación cúbito-radio.

Johan Ferney García Robayo.

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero(a) en Telecomunicaciones

Director (a):

Ing. José David Cely Callejas

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Facultad Tecnológica, Ingeniería en Telecomunicaciones
Bogotá, Colombia

2019

(Dedicatoria o lema)

A mis padres... por su apoyo incondicional en todo mi periodo de formación en la carrera.

A los docentes que aportaron con enseñanzas en este periodo de formación.

La preocupación por el hombre y su destino siempre debe ser el interés primordial de todo esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus diagramas y ecuaciones.

Albert Einstein

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a mis padres que me han apoyado a lo largo de mi carrera y han estado ahí para darme fuerzas en momentos adversos.

A mis docentes que a través de sus enseñanzas han aportado a formarme ética y profesionalmente, colocándome retos en el diario durante este proceso de formación

Resumen

En este documento se describe la realización de un proyecto destinado al tratamiento de lesiones de fracturas, enfermedad de Parkinson, túnel carpiano entre otros síndromes en la articulación cúbito-radio que afecta la vida de muchas personas en la actualidad.

Para ello se tomó el dispositivo ya existente llamado “Sistema de rehabilitación metacarpiana por medio de laberinto” realizado en el proceso académico en tecnología, donde se integra una red que comprende al médico fisioterapeuta como nodo central con los pacientes que maneje, donde el dispositivo del médico fisioterapeuta actúa como equipo servidor y se encargará de tomar los datos medidos a sus pacientes y generar gráficas que muestren el progreso del paciente que se está tratando, comparando sus datos medidos con datos tomados de una persona sin el síndrome o lesión que se esté tratando, para ello el dispositivo “cliente” o dispositivo del paciente estará integrado con 14 niveles que tratan los síndromes anteriormente expuestos, adicionalmente el médico fisioterapeuta tendrá una aplicación con conexión a la red donde será notificado cada vez que se realice una sesión de rehabilitación.

Palabras clave: base de datos, datos, lesiones, Red, rehabilitación, traumas.

Abstract

This document describes the implementation of a project aimed at treating fracture injuries, Parkinson's disease, carpal tunnel among other syndromes in the cubitus-radio joint that affects the lives of many people today.

To do this was taken the existing device called the "Metacarpal Rehabilitation System by Means of Labyrinth" made in the academic process academic in technology, where a network that includes the physical therapist as a central node is integrated with patients who manage, where the physical therapist's device acts as a server team and will take the measured data to your patients and generate graphs showing the progress of the patient being treated, comparing their measured data with data taken from a person without the syndrome or injury that is being treated, for this purpose the "client" device or device of the patient will be integrated with 14 levels that treat the syndromes exposed, in addition, the physical therapist will have a network-connected application where he will be notified every time a rehab session is held.

Keywords: Database, data, injuries, network, rehabilitation, trauma.

Contenido

	Pág.
Resumen	5
Lista de figuras	8
Lista de tablas	9
Lista de Símbolos y abreviaturas	10
Introducción	11
1. Capítulo 1: Problematización	13
1.1 Causas que generan el síndrome de túnel carpiano	13
1.2 Maneras Actuales de Tratamiento del Túnel Carpiano	14
1.3 Manera Actual de Tratamiento de Fracturas	16
1.4 Comparativo entre Dispositivos	16
1.5 Objetivos	16
1.5.1 Objetivo General	16
1.5.2 Objetivos Específicos	17
1.6 Justificación	17
2. Capítulo 2: Aspectos a tener en cuenta para el sistema	18
2.1 Adaptabilidad a los Multiniveles	18
2.1.1 Adaptabilidad de los Multiniveles a los pacientes	19
2.1.2 Adaptabilidad de los Multiniveles a la Red	19
2.2 Parámetros a tener cuenta de la Base de datos	20
2.3 Lógica del Proceso a implementar	21
2.4 Materiales para la realización del sistema	22
3. Capítulo 3: Recopilación de los aspectos y monte del sistema int.	24
3.1 Dispositivo Servidor o equipo del Médico Fisioterapeuta	25
3.2 Dispositivo Cliente o dispositivo del paciente	31
3.3 Dispositivo Celular del Médico Fisioterapeuta	33
4. Capítulo 4: Resultados	37
5. Conclusiones y recomendaciones	39
5.1 Conclusiones	39
5.2 Recomendaciones	40
A. Anexo A: Tabla de Datos del paciente durante 6 días	41

B. Anexo B: Base de Datos Completa	48
C. Anexo C: Multiniveles Desarrollados	57
Bibliografía	65

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Medidor de fuerza [6].	17
Figura 2: Muñequeras [7].	17
Figura 3: Diagrama de flujo en el proceso del sistema.	24
Figura 4: Diagrama de Bloques y subsistemas del proyecto.	27
Figura 5: Interfaz de menú principal del equipo servidor.	29
Figura 6: Gráficas generadas a partir de los datos censados.	30
Figura 7: Solicitud de datos para la generación de las gráficas de interés.	30
Figura 8: Visualización del último dato ingresado en la base de datos.	31
Figura 9: Solicitud del código del dato que se desea eliminar.	32
Figura 10: Mensaje de confirmación de la eliminación del dato seleccionado.	32
Figura 11: Mensaje final tras haber utilizado la aplicación.	33
Figura 12: Interfaz del menú principal del equipo "Cliente".	35
Figura 13: Solicitud de los datos del paciente.	35
Figura 14: Interfaz de la aplicación móvil del médico fisioterapeuta.	37
Figura 15: Interfaz de inicio de sesión de phpmyadmin (perfil administrador).	38

Figura 16:	Interfaz de phpmyadmin donde se muestra la tabla de la bd comp.	38
Figura 17:	Barra de opciones para la gestión de los datos dentro de la tabla.	39
Figura 18:	Mensaje de notificación al médico fisioterapeuta.	40
Figura 19:	Gráficas con los resultados del sujeto de prueba.	41

Lista de tablas

	Pág.	
Tabla 1:	Materiales y Herramientas para la realización del proyecto.	24

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
1. <i>NM</i>	Nervio Medio
2. <i>STC</i>	Síndrome de Túnel Carpiano
3. <i>FDR</i>	Fracturas Distales del Radio
4. SMS	Short Message Service (Servicio de mensajes cortos)
5. MMS	Multimedia Messaging Services (Servicio de Mensajería Multimedia)

Introducción.

Alrededor de la llegada del segundo milenio se ha visto un incremento masivo de los equipos tecnológicos gracias a la explotación petrolera y a los avances en programación que dieron un auge exponencial en los mismos, gracias a esto y de la mano se incrementaron varios tipos de problemáticas en la salud de los usuarios de estos equipos, entre estas se encuentra el problema del metacarpo.

A nivel mundial la fisioterapia ha jugado un papel importante al momento de tratar antes, durante y después esta problemática, sin embargo se ha vuelto casi una obligación para la mayoría de personas mantener un ritmo laboral muy relacionado con las tecnologías que producen esta enfermedad y esto hace que la recuperación se vea afectada de manera negativa.

En Colombia el síndrome de túnel carpiano es un padecimiento no tratado comúnmente ni de una forma adecuada. Las personas que no ignoran este padecimiento tratan de manera inadecuada su rehabilitación haciendo su progreso poco o nada efectivo, los ejercicios que se les recomienda son monótonos y poco atractivos para realizar esto conlleva a la implementación de inyecciones o cirugías para liberar el nervio que pueden traer consigo negativos efectos secundarios [1]

Sumado a esto algunos pacientes ignoran este padecimiento haciendo que se agrave cada vez que continúan ejerciendo sus actividades rutinarias; esto es debido a que sus ingresos económicos y motivación personal no están en sus mejores condiciones, por lo cual se propone un sistema integrado entre el dispositivo ya realizado en la etapa de tecnología que toma datos de tiempo y distancia recorrida durante la navegación en un juego de laberinto (equipo cliente).

Un servidor que únicamente controlará el médico fisioterapeuta, ambos montados en la tarjeta de desarrollo raspberry pi y el dispositivo celular del médico fisioterapeuta. El dispositivo servidor del médico fisioterapeuta es el único que tiene la potestad de eliminar algún dato de cualquier paciente y a su vez el manejo de todos los datos de todos los pacientes vinculados a la red, este fue desarrollado mediante la implementación de herramientas como apache2, phpmyadmin y php.

El dispositivo “cliente” o dispositivo del paciente fue desarrollado mediante el lenguaje de programación de Python y cuenta con 14 niveles de laberinto, cada uno con un grado mayor de dificultad, el sensor que toma la medida del movimiento del paciente fue desarrollado mediante la tarjeta de desarrollo mbed y su acelerómetro integrado permitiendo así la navegación por los diferentes niveles de laberinto propuestos para el tratamiento, cabe señalar que el dispositivo cuenta con su propia base de datos desarrollada en sqlite3 que le permite a cada paciente consultar sus datos de manera individual.

Este prototipo pretende ayudar a aquellas personas que por uno u otro motivo no les es posible realizar correctamente los ejercicios brindando un sistema integrado asequible que con el tiempo irá adaptándose a las necesidades de los pacientes y adoptando nuevas tecnologías e ideales para así realizar una correcta rehabilitación del metacarpo.

1. Capítulo 1: Problematicación

Regularmente en las grandes industrias, los trabajadores que administran los procesos de la empresa están ligados a permanecer una gran parte de su jornada laboral detrás de un computador, lo que repercute en un padecimiento silencioso que ataca a la articulación cúbito-radio y afecta la salud de los trabajadores, más conocido como **el síndrome de túnel carpiano**, de ahora en adelante nombrado “**STC**”, este síndrome puede darse a través de una mala postura o un mal movimiento al utilizar el ratón durante la jornada laboral y ya es considerado como una enfermedad profesional en el comercio por parte de la seguridad social, la entidad reconoce que este padecimiento se está dando en varios sectores de la industria donde se realicen actividades físicas [2]

Adicionalmente al STC, la articulación cúbito-radio tiene otro enemigo que es generado debido a un accidente que se haya podido tener, donde a través de un golpe repercute en una lesión de la articulación, privando a la persona en la realización de sus actividades diarias, por supuesto se trata de las **fracturas distales del radio** de ahora en adelante nombrado “**FDR**”, que ocurre cuando se quiebra el área del radio cerca de la muñeca en el antebrazo. [3]

1.1 Causas que generan el síndrome de túnel carpiano

Dentro del área de la muñeca en el antebrazo, existe un nervio llamado “Nervio Medio” que se denominará de ahora en adelante “**NM**” y dispone de un espacio justo en la zona central del antebrazo, si este espacio es reducido atrapa de manera inmediata al NM produciendo dolor e inflamación en esta área, existen diversas formas de que este suceso se dé, entre los que más se destacan son:

- 1) **Causa Idiopática:** Con varias causas posibles conocidas, pero que, en el caso concreto que se estudia, se desconoce la causa específica, porque no se puede demostrar ninguna de las posibles causas.

- 2) **Trauma o Micro traumas:** Trata de ocupaciones o actividades que cuenten con movimientos repetitivos, Fracturas mal curadas, callosidades entre otras.
- 3) **Artritis Inflamatoria:** La artritis inflamatoria es un grupo de enfermedades que comprende la artritis reumatoide la espondilitis anquilosante, la artritis psoriásica y otras espondilo artritis donde el sistema inmunitario que combate infecciones comienza a atacar las articulaciones, produciendo inflamación. [4]
- 4) **Embarazo:** Algunas hormonas durante el embarazo pueden producir STC.
- 5) **Infecciones:** Virus externo atacando las articulaciones.
- 6) **Anticonceptivos:** Los anticonceptivos al igual que el embarazo producen hormonas que afectan la articulación cúbito-radio. [5]

1.2 Maneras Actuales de Tratamiento del Túnel Carpiano

El STC es considerada una enfermedad ocupacional que afecta en su mayoría a mujeres, esto se debe a causas locales, regionales o sistemáticas, cuando se procede a investigar y tomar acciones contra el síndrome a los pacientes les surgen diversas dudas sobre su tratamiento, por lo cual recurren a un médico fisioterapeuta que a través de exámenes determinan la condición actual del paciente y proceden a tomar acciones las cuales son:

- **Farmacológico:** Es el procedimiento que se realiza a través de medicamentos que evitan la inflamación de la zona central del antebrazo y alivian el dolor producido en el NM.
- **Fisioterapéutico:** Es la manera donde a través de ejercicios específicos, se trata de liberar el NM de la zona central del antebrazo, esta manera es la que se aborda en este trabajo para el tratamiento del túnel carpiano, en la actualidad se han desarrollado dispositivos que ayudan al tratamiento del túnel carpiano entre los cuales se destacan:
 - a) **Medidor de fuerza:** Es un dispositivo que estimula el área de la muñeca y sustituye terapias de rehabilitación, este dispositivo fue realizado por la estudiante Luisa Fernanda Morales en la universidad Nacional de Colombia sede Manizales y tiene como fin pedirle al paciente que presione una pelota de hule durante 30 segundos y mediante un sensor de fuerza

registra la fuerza ejercida en un multímetro en un rango de 0 a 7 voltios donde cada voltaje equivale a una fuerza en específico en un rango de 0 a 1 kg (Kilogramo) este dispositivo puede verse en la Fig 1. [6]

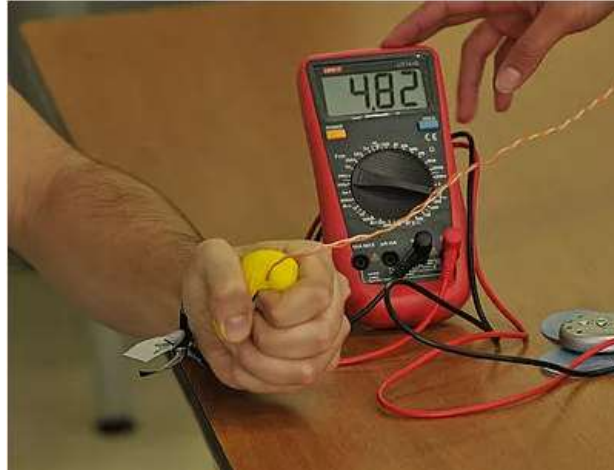


Fig 1. Medidor de fuerza

b) Muñequeras: Las muñequeras son una manera más enfocada a la prevención del túnel carpiano donde estas actúan como un corrector de posicionamiento de la muñeca, además ayudan a relajar la articulación y mantener el NM en una adecuada ubicación, estas se pueden observar en la Fig 2. [7]



Fig 2. Muñequeras

- **Quirúrgico:** Es el procedimiento que se aborda en los casos donde los dos métodos anteriores no surten efecto, consiste en realizar una incisión en el área de la articulación cúbito-radio accediendo a la zona central del antebrazo y liberando el NM manualmente. [8]

1.3 Manera Actual de Tratamiento de Fracturas

De igual manera que el STC, las FDR se tratan mediante procedimientos quirúrgicos, donde lo más difícil es recuperar las curvaturas normales del radio que posee lugares curvos y rectos en su fisonomía. Estos procedimientos varían según la afectación que se generó tras la deformación sufrida en la articulación donde principalmente se es afectada la curvatura del hueso, la longitud normal del hueso, el eje rotacional y la relación con el tacto normal. [9]

1.4 Comparativo entre Dispositivos

De las secciones 1.2 y 1.3 se puede observar las maneras de tratamiento a la articulación cúbito-radio, en donde sus maneras fisioterapéuticas son adecuadas, sin embargo carecen de interactividad que motive al paciente a realizar las terapias correspondientes, dando lugar a un abandono de las terapias y contribuyendo al agravio del síndrome, adicionalmente carece de un seguimiento por parte de un médico fisioterapeuta que aconseje al paciente en su rehabilitación, desde lo anterior este trabajo propone un medio que integre la manera adecuada e interactiva de realizar ejercicios y tener un seguimiento constante del médico fisioterapeuta tanto en la prevención como en el propio tratamiento del STC y de FDR, esto también ayuda al médico fisioterapeuta a realizar balances y estudios de sus pacientes con el propósito de innovar el dispositivo y tratamientos para los pacientes.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un dispositivo integrado con una red y multiniveles diseñados para distrofia muscular, túnel del metacarpiano o fracturas en la articulación cúbito-radio, capaz de informar de manera precisa y oportuna los datos almacenados en cada sesión interactiva al profesional en rehabilitación y que este pueda establecer sesiones diarias para una mejora del paciente.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1) Diseñar e implementar un servidor con un perfil administrador para el profesional de rehabilitación capaz de informar de manera inmediata los datos almacenados luego de cada sesión para que este pueda determinar la evolución del paciente y recomendar la cantidad de sesiones correspondientes.
- 2) Diseñar multiniveles con interfaces interactivas en Python con raspberry pi de aducción, abducción, flexión y reflexión (derecha, izquierda, arriba y abajo) con un perfil de paciente, que le permita adaptarse al sistema, realizar sesiones repetitivas, cada una con un grado mayor de dificultad y generar estiramiento de los carpos y la articulación cúbito-radio evaluando así la mejoría en su condición en cada sesión dependiendo de la lesión que padezca.
- 3) Diseñar e implementar una aplicación mediante app inventor de MIT, para un dispositivo celular con conexión a la red capaz de notificar los datos almacenados al profesional en rehabilitación.
- 4) Generar con el dispositivo un reporte mensual para el paciente y el profesional en fisioterapia donde muestre un grado de avance en la rehabilitación.

1.6 Justificación

El punto de partida es tomar el dispositivo desarrollado en la etapa de tecnología, que cuenta únicamente con base de datos y un solo nivel de tratamiento, se espera crear una red e implementarla en pacientes de escasos recursos que no cuenten con una ayuda para tratar su lesión, trauma o escasez motora de manera nada lucrativa inicialmente, hasta realizar un estudio detallado del impacto en un sector de la población que padezca estos traumas. Solucionando lo anteriormente descrito en la problematización, mediante una red privada capaz de tomar los datos en la sesión y transmitirlos a un servidor el cual los recibirá y hará posible su lectura de manera sencilla y cuyo acceso y visualización solo lo tendrá el profesional en la rehabilitación, además se pretende agregar niveles que ayudarán a una mejor interacción entre el dispositivo y el paciente.

2. Capítulo 2: Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo del sistema

En un primer plano lo que se debe tener en cuenta para la realización de dispositivos o sistemas que cuenten con base de datos es un diagrama de flujo donde se refleje la lógica y procesamiento en la que se verán afectados los datos censados con el dispositivo, esto le dará al autor una panorámica del esqueleto del sistema y le ayudará en el diseño de todo el dispositivo, lo primero a tener en cuenta es que el dispositivo en el cual se trabajara solo cuenta con una base de datos sencilla para un solo nivel de rehabilitación y esta solo se puede consultar desde el propio dispositivo, por lo cual al adicionarle multiniveles cambiará la estructura actual adaptada a estos multiniveles.

También se debe tener en cuenta que se le diseñará e integrará una red con el fisioterapeuta, en esto puede ocurrir que un dato no se envíe de la manera adecuada, no se logre realizar todos los niveles haciendo que la sesión quede incompleta y no se tengan datos reales, teniendo así un fallo en los datos para el profesional y no se logre el objetivo de la mejoría en los pacientes.

2.1 Adaptabilidad a los Multiniveles

Algo que se analizaba en el capítulo 1 eran las ventajas y desventajas de los dispositivos actuales en la rehabilitación tanto del STC como de las FDR, en las desventajas el autor habla de la poca incentivación que estos generan para una persona en proceso de rehabilitación.

2.1.1 Adaptabilidad de los Multiniveles a los pacientes

Lo primero a tener en cuenta es la cantidad de sesiones adecuadas para este proceso, en un artículo de Vitonica un portal para las actividades físicas en las personas Miguel Ángel López Pareja menciona que las sesiones en una rehabilitación deben darse en múltiplos de 5 [10], el autor escoge 10 sesiones debido a que prolongar demasiado una rehabilitación haría lo que precisamente se pretende evitar y es el abandono del proceso sin encontrarse completamente recuperado o completamente recuperada, a esto el autor también tiene en cuenta que para las personas que inicien a utilizar este dispositivo se les hará difícil en cuanto a la adaptabilidad y utilización del dispositivo por lo cual se le adicionan 4 niveles de más cada uno con un movimiento diferente (izquierda, derecha, arriba y abajo), esto garantiza un fácil aprendizaje para la utilización del dispositivo y se obtiene un total de 14 niveles que deben desarrollarse para cada sesión.

2.1.2 Adaptabilidad de los Multiniveles a la Red

Para esta parte el autor tuvo en cuenta la manera de envío de datos, en donde lo primero a tener en cuenta es hacia donde se enviarán los datos censados, de esto surge la necesidad de diseñar e implementar un servidor el cual reciba y almacene todos los datos que lleguen a este; Se debe designar un equipo que supla este rol, el autor escoge utilizar la tarjeta raspberry pi debido a su fácil accesibilidad en el mercado además de suplir las herramientas necesarias en un mini ordenador para esta necesidad.

En cuanto a la manera de envío de datos, se determinó el envío de estos vía web ya que se está implementando este proyecto para la comunicación de médico fisioterapeuta y pacientes en grandes distancias, la raspberry pi cuenta con el lenguaje de programación de Python donde este incluye una librería ideal para solicitudes HTTP que traduce los procesos del lenguaje de programación de Python y los lleva a solicitudes por métodos de GET y POST del lenguaje de programación de HTML además se destaca por su fácil utilización donde para este caso solo se requiere la URL de destino que en capítulos posteriores se obtendrá y se explicará su funcionamiento [11]. Ahora bien lo principal a tener en cuenta para el envío de datos es si es mejor el envío de un paquete de datos con todas las sesiones o enviar los datos por cada nivel que el paciente realice, el autor para

determinar esto tuvo en cuenta la utilización de la librería `urllib2` de Python donde por cada nivel se generan dos tipos de datos (Tiempo y Distancia censadas), tomando en cuenta esto si se enviaran todas los datos en un solo paquete habría dificultades en el tráfico de los datos ya que podrían haber colisiones entre ellos y una mala recepción por la cantidad de datos, si se envían de manera individual por niveles habría mayor flujo y evita colisiones de datos.

2.2 Parámetros a tener cuenta de la Base de datos

Como se mencionaba en el subcapítulo anterior el autor utilizara `urllib2` de Python para el envío de los datos de Tiempo y Distancia censados en cada nivel que el paciente realice; Y el dispositivo sobre el cual se hará el punto de partida cuenta con una base de datos local desarrollada en `sqlite3` que no cuenta con todas las herramientas para ser la base de datos de una red como la que se está diseñando, se debe migrar a otra alternativa, el autor escoge `MYSQL` por su gran salida y herramientas que suplen con lo solicitado por el proyecto y tiene la adaptabilidad con el lenguaje de programación de `PHP` para la recepción y el almacenamiento de datos vía web, ahora para el diseño de esta base lo primero que el autor tuvo en cuenta es la cantidad de datos que se almacenarán además se los ya mencionados (Tiempo y Distancia censados), el primer campo que debe tener toda base de datos que asocia una tabla de datos relacional es el campo de la llave o clave primaria en donde su función es listar los datos que se vayan ingresando [12], para este caso los datos que vayan llegando vía web de los pacientes, el segundo campo a tener en cuenta es el número de identificación del paciente que le facilite al médico fisioterapeuta poder buscar de manera individual los datos de uno de sus pacientes y poder generar reportes de su evolución, el tercer campo es el nombre del paciente que le indicara al médico fisioterapeuta de quien son los datos que se está generando el reporte, el cuarto campo es el nivel que el paciente realizó que ayudará en los reportes a observar la evolución del paciente con respecto a datos tomados de una persona sin el `STC` y sin `FDR` y el quinto campo es la fecha de realización de cada sesión que le indicará al médico fisioterapeuta si los datos tomados se realizaron de acuerdo a los tiempos que él estableció, por todo lo anterior se fijó un total de 7 columnas que brindaran al médico fisioterapeuta los datos necesarios para tratar el `STC` y las `FDR` en sus pacientes.

2.3 Lógica del Proceso a implementar

Debido a que se modificará de gran manera el uso del dispositivo sobre el cual se hará el punto de partida, es necesario establecer el proceso lógico sobre el cual estará regido el sistema que el autor desarrollara, esto servirá a observar falencias que se puedan presentar durante el desarrollo del mismo el así el autor tendrá la posibilidad de realizar las debidas correcciones que se crean pertinentes y teniendo en cuenta lo que se ha planteado en este capítulo 2, el autor diseña el diagrama de flujo que se observa en la Fig 3.

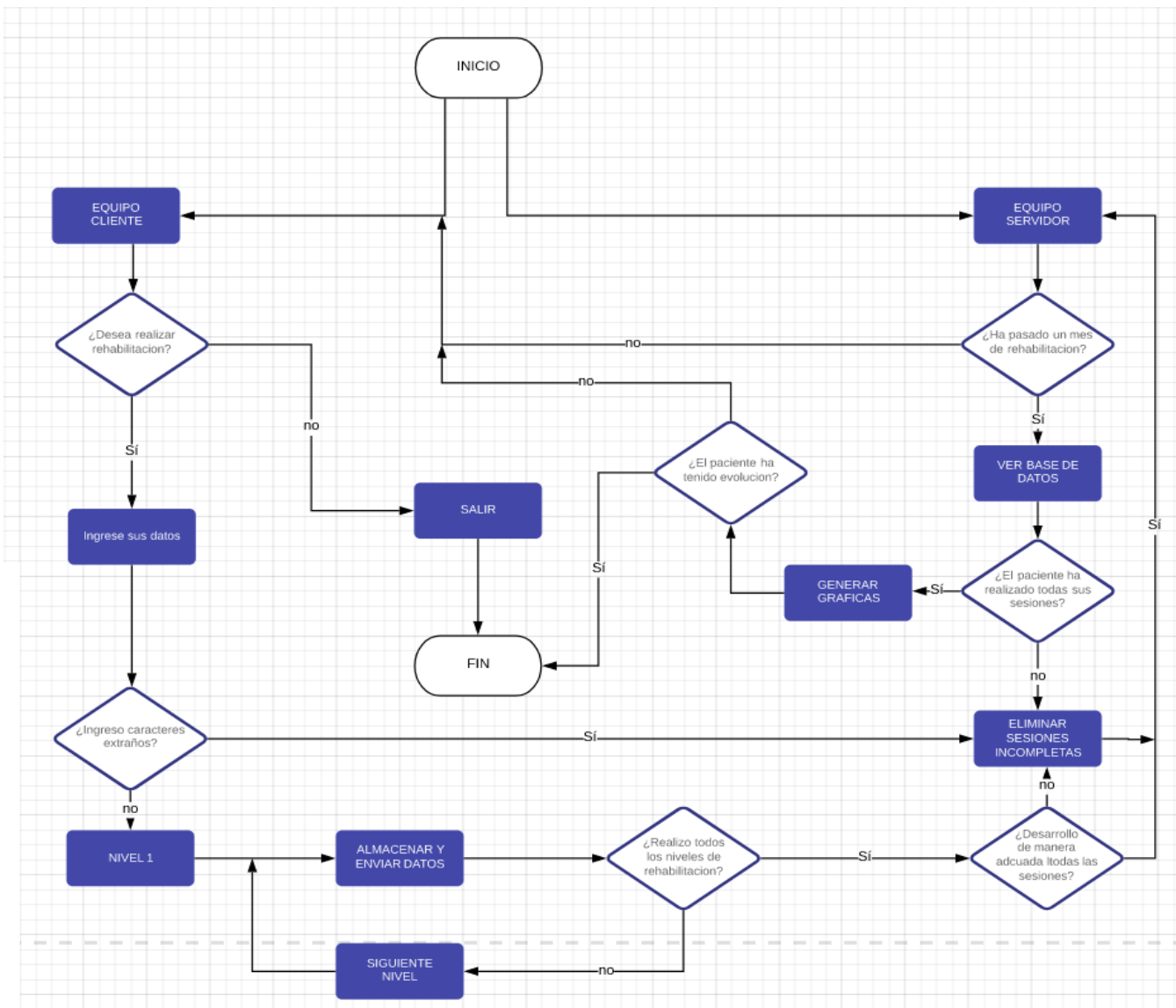


Fig 3. Diagrama de flujo en el proceso del sistema

Como se puede observar en la Fig 3, el proceso inicia de dos maneras desde el dispositivo servidor (perspectiva del médico fisioterapeuta) o desde el dispositivo cliente (perspectiva del paciente) donde en ambos casos derivará en que el paciente genere el proceso de rehabilitación en los multiniveles diseñados en donde a partir de la confirmación de los datos llegara a almacenarlos en el equipo servidor en una cantidad de tiempo que la determinará el médico fisioterapeuta.

2.4 Materiales para la realización del sistema

Como última medida para la realización del sistema son materiales que se usarán para el desarrollo los cuales se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1: Materiales y Herramientas para la realización del proyecto.

Materiales	Software y función	
	software o lenguaje	función
Raspberry pi 2 (Equipo Servidor)	Python	Es el lenguaje principal sobre el cual está programado el servidor y cumple el rol de consultar, procesar y mostrar los datos de cada paciente
	PHP	su función es recepcionar los datos que llegan vía web de los equipos clientes
	MYSQL	su función es almacenar y entregar los datos que se le soliciten
	PhpmyAdmin	su función es administrar la base de datos de MYSQL bajo un perfil administrador
	Apache2	Su función convertir el equipo en un servidor y que sea accesible a nivel web

Raspberry pi 3 (Equipo Cliente)	Python	Su función es tomar los datos del sensor, producir sus datos censados, almacenar sus propios datos y enviar vía web los datos al equipo servidor
Mbed KL25Z	C	Su función es censar datos de movimiento mediante un acelerómetro
Monitores de PC o video beam		Su función es servir como un medio de visualización de los datos procesados
Conectores Jumper		Sirven como medio guiado entre los dispositivos de censado y de procesamiento
Conectores HDMI y HDMI-DVI		Sirven como medio guiado hacia los monitores de PC

Como se puede observar en la Tabla 1 se requiere de pocos materiales para poner en marcha el sistema, en donde se necesitaran dos raspberry pi para establecer comunicación entre ellas, un sensor acelerómetro que viene incluido en la tarjeta de desarrollo MBED KL25Z, Medios para visualizar los datos y conectores entre ellos.

3. Capítulo 3: Recopilación de todos los aspectos y monte del sistema integrado

Para comenzar a realizar el dispositivo el autor tuvo en cuenta lo expresado en los capítulos anteriores, en donde lo primero es el montaje del equipo servidor, por lo cual se hizo una actualización de software inicial a los equipos Cliente y Servidor, Luego se procedió a la instalación de los software mencionados en la Tabla 1. Donde se configura un perfil administrador para el médico fisioterapeuta con todos los privilegios en MYSQL, seguidamente se empieza a tratar cada subsistema que es descrito en la fig. 4

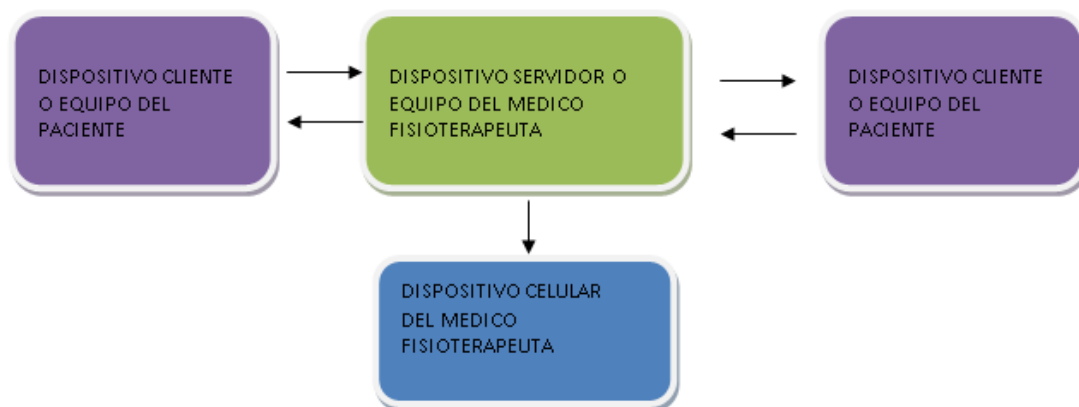


Fig 4. Diagrama de Bloques y subsistemas del proyecto

3.1 Dispositivo Servidor o equipo del Médico Fisioterapeuta

Este subsistema está conformado por el equipo servidor o más explícitamente la tarjeta raspberry pi que tiene el papel más importante y es el de recibir los datos que se midan con el dispositivo “cliente” o equipo del paciente, entregar estos datos al fisioterapeuta cada vez que este lo requiera, ya sea mediante el propio dispositivo servidor o mediante la aplicación desarrollada para el que se tratara en el subcapítulo 3.3, para el equipo servidor se realizó la instalación de apache 2 cuya función es adaptar la raspberry pi a ser un servidor de código abierto, donde funciona como puente de comunicación entre la raspberry pi y los diferentes servidores web que se encuentran en la red global internet, el lenguaje de programación y herramienta MYSQL es donde se creó la tabla considerada en el subcapítulo 2.2 para todos los pacientes, esta tabla comprende campos como:

- **Código:** Es la llave primaria de la base datos, cuya función es auto incrementarse cada vez que se ingrese un dato
- **Identificación:** Es el número de identificación que tiene cada paciente, este será solicitado en todos los dispositivos “clientes” o equipos de los pacientes, su función es facilitar la búsqueda de algún paciente para el médico fisioterapeuta.
- **Nombre:** Es el identificador que le informará al médico que paciente ingreso datos a la base de datos.
- **Distancia:** Es uno de los valores medidos en el dispositivo “cliente” o equipo del paciente cuya función es informar al paciente y médico fisioterapeuta, el objetivo del paciente será bajar el valor de este dato para generar progreso en el tratamiento hasta lograr un valor de una persona normal.
- **Tiempo:** Es el otro valor medido en el dispositivo “cliente” o equipo del paciente cuya función es igual a la variable distancia, la única diferencia es su unidad de medida.
- **Nivel:** Es el indicativo que indica tanto al paciente como al médico fisioterapeuta la dificultad que posee el medio por el cual se navega en el equipo “cliente”.
- **Fecha:** Es el dato que indica el momento en el cual se realiza la sesión de tratamiento, su función es el de marcar e identificar la evolución del paciente.

Otra aplicación utilizada por el autor fue phpmyadmin una herramienta poderosa en la gestión de base de datos y el lenguaje de programación de PHP, cuya función es recepcionar los datos que llegan vía web e introducirlos en la base de datos creada en MYSQL gestionada por phpmyadmin.

La interfaz del equipo servidor al médico fisioterapeuta ofrece 4 opciones suficientes para la administración y gestión de los datos que el equipo “cliente” o equipo servidor alimenta, esta opciones se pueden visualizar en la Fig 5.



Fig 5. Interfaz de menú principal del equipo servidor.

Las opciones mostradas en la Fig 5 son las siguientes

- **Generar gráficos:** Esta opción permite generar dos gráficas (una para ver la mejoría en el ítem de distancia y la otra para ver la mejoría en el ítem de tiempo) donde en cada gráfica se compara los datos censados con datos de una persona sin el STC y sin FDR como lo muestra la Fig 6.

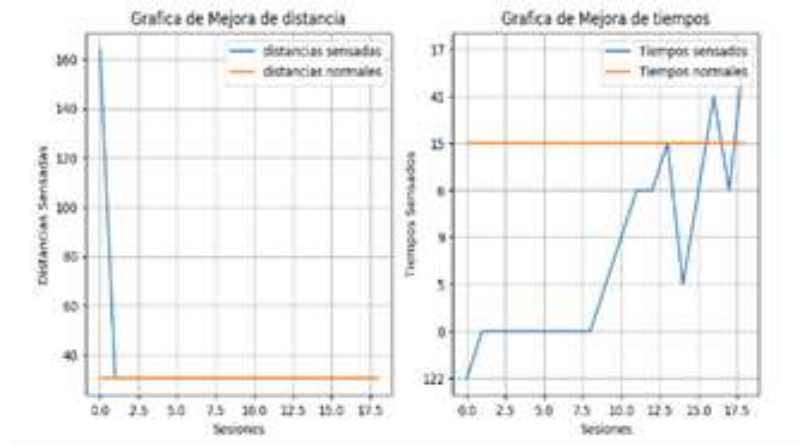


Fig 6. Gráficas generadas a partir de los datos censados.

En la Fig 6 se muestra las gráficas de los datos tomados en el dispositivo “cliente” y mostradas en el dispositivo “Servidor”, estas gráficas son generadas a partir del uso de la librería matplotlib que es compatible con scripts de Python, los Shell de Python e IPython, el cuaderno Jupyter [13], además de la consulta previa de la base de datos donde se debe consultar la cantidad de sesiones que ha realizado el paciente, esta cantidad de sesiones debe ser un número natural, de lo contrario los datos recopilados por el equipo “Cliente” son erróneos y se deben eliminar los registros que se tomaron de manera errónea, matplotlib es ideal para generar el procesamiento y visualización de los datos censados comparados con datos tomados a personas sin STC ni FDR donde la interpretación es que la curva de color azul se parezca a la curva de color naranja, cabe resaltar que los datos que se visualizan en la Fig 6 son datos tomados durante la realización de pruebas en el desarrollo del equipo servidor, por lo cual no corresponden a datos de un paciente real; inicialmente para la generación de las gráficas el dispositivo solicitará previamente los datos del paciente de interés, esta solicitud se muestra en la Fig 7 .

Fig 7. Solicitud de datos para la generación de las gráficas de interés.

En la Fig 7 se requieren dos campos para la generación de gráficas, número de cédula del paciente para realizar un filtro en la base de datos principal para sacar los datos solicitados y la cantidad de sesiones realizadas, este dato debe ser consultado previamente en la opción “Ver Base de datos Completa y Último Dato”, tiene como función adaptar los datos para generar las gráficas para una persona normal.

- **Ver Base de datos Completa y Último dato:** Esta opción permite al médico fisioterapeuta poder visualizar la base de datos completa de todos sus pacientes, en donde en una primera instancia solicitará los datos de un paciente como en la Fig 7, esto con el fin de procesar los datos del paciente y determinar las sesiones que ha realizado para generar las gráficas de su evolución, la visualización de la base de datos actual se muestra en el Anexo B

En el Anexo B se observa en la parte final, un mensaje “la cantidad de sesiones son:”, que nos indica que valor se debe colocar en la solicitud que se muestra en la Fig 7, otra funcionalidad de la segunda opción es consultar de manera más gráfica el último dato ingresado del paciente sobre el que se ingresaron los datos al realizar la consulta, donde se muestra la fecha de ingreso como lo podemos observar en la Fig 8.



Fig 8. Visualización del último dato ingresado en la base de datos.

Lo que se observa en la Fig 8 es la consulta de manera gráfica sobre el último dato que ingreso algún paciente en específico, esto con el fin de generar un control sobre los pacientes de parte del médico fisioterapeuta.

- **Eliminar Dato:** Esta opción solo la tendrá el equipo servidor y únicamente será utilizada por el médico fisioterapeuta, su función es muy importante ya que borrará definitivamente los datos basura que se puedan obtener durante la rehabilitación, inicialmente solicita el dato del valor del código que se desea eliminar, donde de igual manera se deberá consultar previamente la base de datos completa, este valor corresponderá al valor de la primera columna auto incremental, la petición de dicha información se puede observar en la Fig 9.



Fig 9. Solicitud del código del dato que se desea eliminar.

Durante las pruebas realizadas por el autor se eliminó el dato con código número 4, obteniendo el mensaje que se muestra en la Fig 10.

```
= RESTART: /home/pi/Desktop/ProyectoGradoIngenieriaJohan/ProgramaServidor.py =  
Selecione la opción 'Eliminar Dato.'  
El dato ha sido eliminado.
```

Fig 10. Mensaje de confirmación de la eliminación del dato seleccionado.

Como se observa en la Fig 10 se confirma la eliminación del dato y se corrobora al consultar la base de datos.

- **Salir:** Esta le permite al médico fisioterapeuta abandonar la sesión en el sistema, mostrando como mensaje final lo que se muestra en la Fig 11.

```
= RESTART: /home/pi/Desktop/ProyectoGradoIngenieriaJohan/ProgramaServidor.py =  
Selecciono la opción 'Salir.'  
Gracias por utilizar este programa.  
>>>
```

Fig 11. Mensaje final tras haber utilizado la aplicación.

Adicional a las opciones desarrolladas en Python mostradas en este subcapítulo, el autor desarrolló un programa para la recepción de los datos que llegan de los pacientes vía web mediante el lenguaje de programación de PHP y MYSQL, el lenguaje de PHP tiene una gran ventaja debido a que permite interpretar lógica de varios otros lenguajes de programación, entre los cuales se encuentra MYSQL [14], la lógica del programa diseñado es la recepción de los datos mediante el método POST y asignarlas a una variables declaradas, mediante el usos de la sentencia `mysql_connect` se tendrá el uso de las herramientas de MYSQL, que para este caso solo es necesario la conexión con la base de datos montada en el servidor y el uso de la sentencia “INSERT INTO” que permite almacenar las variables en la base de datos diseñada, este programa se ubicó en la carpeta de salida y entrada web con la que cuentan las raspberry pi 2 y raspberry pi 3 cuya ubicación es “/var/www/html” el nombre del programa es “**indexphp.php**”.

De igual manera para que el equipo del médico fisioterapeuta sea un equipo servidor el autor asignó una ipv4 fija al dispositivo la cual se determinó como “10.28.1.237”, teniendo esto en cuenta la url a la cual se envían los datos es:

<http://10.28.1.237/indexphp.php>

- **http://**: Extensión del protocolo Hypertext Transfer Protocol “HTTP”.
- **10.28.1.237**: IPV4 asignada a la raspberry o el dispositivo que se use.
- **indexphp.php**: Programa diseñado para la recepción y almacenamiento de datos vía web.

Para la gestión de la base de datos mediante phpmyadmin con el perfil administrador, durante su instalación se solicitó la configuración de un perfil donde se agregan o se privan los privilegios que el perfil va a tener, para este caso se le dejó todos los privilegios

de gestión al perfil del fisioterapeuta, esta instalación y programa de gestión queda bajo la extensión “**phpmyadmin**”, este programa queda por defecto en la carpeta de entrada y salida web de la raspberry pi “**/var/www/html**”, por lo cual al igual que el programa de recepción de datos queda con la url:

<http://10.28.1.237/phpmyadmin>

Esta url es indispensable para la gestión de la base de datos y que únicamente podrá ser manipulada por el médico fisioterapeuta es utilizada para el desarrollo de la aplicación móvil para el médico fisioterapeuta que se explicara y tratara en el subcapítulo 3.3

3.2 Dispositivo Cliente o dispositivo del paciente

El dispositivo “cliente” consta de dos tarjetas de desarrollo conocidas como lo son la raspberry pi y la mbed KL25Z, donde la función de la mbed es la de censar el movimiento del paciente mediante la utilización del acelerómetro incorporado en la tarjeta, la función de la raspberry pi es un poco más complejo ya que esta toma los datos censados y los procesa para la generación del desplazamiento de un cursor en varias interfaces de laberinto, inicialmente se produce la generación de los diferentes ámbitos virtuales con los que el usuario o paciente interactúa, el más importante es el menú principal que se muestra en la Fig 12.



Fig 12. Interfaz del menú principal del equipo “Cliente”.

Como se puede apreciar en la Fig 12, el dispositivo cuenta con 4 opciones al igual que en el equipo servidor y cada opción tiene la misma funcionalidad que se observó en el subcapítulo 3.1 pero se adiciona la opción “**Jugar y Realizar Ejercicios.**” Esta opción nos permite ingresar a los 14 diferentes niveles los cuales los primeros 4 niveles tienen la misión de enseñar y adaptar al paciente a la utilización del dispositivo además de generar estiramiento de la articulación cúbito-radio ayudando en una mayor medida a los pacientes con STC, los siguientes 10 niveles están enfocados al cambio de estiramiento y movilidad en el área de la articulación cúbito-radio proporcionando así la movilidad y resultados que se esperan en la rehabilitación y utilización de este proyecto, estos niveles se pueden visualizar en el Anexo C.

Se puede observar en el Anexo C que cada nivel posee un grado mayor de dificultad conforme se va ascendiendo en los niveles hasta el nivel 14 donde se emplean todos los movimientos continuamente, de igual manera que en el equipo servidor antes de abordar a estos 14 niveles nos el programa nos solicitará dos campos vitales para la gestión de los datos solicitados y censados durante la utilización del dispositivo como se muestra en la Fig 13.

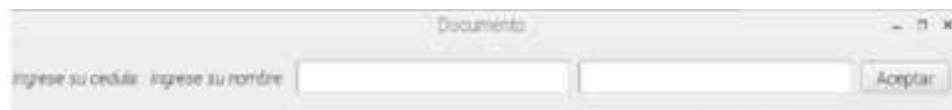
A screenshot of a web browser window showing a form titled "Documento". The form contains two input fields: "ingrese su cédula:" followed by a text box, and "ingrese su nombre:" followed by another text box. To the right of the second text box is a button labeled "Aceptar". The browser window has standard minimize, maximize, and close buttons in the top right corner.

Fig 13. Solicitud de los datos del paciente.

En la Fig 13 se muestra la solicitud del número de cedula y nombre del paciente, los datos que se ingresen en estos campos serán los que se ingresen en la base de datos general y el nombre que se ingrese será el que se envíe a la aplicación móvil que se desarrollara para notificar al médico fisioterapeuta, en términos generales los datos censados estarán asignados al paciente que se registre en estos dos campos.

Para el envío de los datos vía web el autor hace uso de la librería urllib2 de Python, que maneja el protocolo HTTP y ofrece una amigable vista, pues la interfaz es gráfica

y no tiene que entender el tedioso código que esta traduce internamente [15], simplemente toma los datos suministrados por Python los traduce a lenguaje HTTP y realizar la transferencia de archivos mediante una cadena de caracteres denominada dirección WEB o URL [16]. Para este caso se envían los datos a la url <http://10.28.1.237/index.php.php> explicada en el subcapítulo 3.1.

El equipo Cliente solo puede realizar consultas de la base de datos interna en sqlite3, cuyos datos deben coincidir con la base de datos principal, la opción de eliminar los datos solo la tiene el médico fisioterapeuta ya que es el que determina si se tomaron bien los datos o no.

3.3 Dispositivo Celular del Médico Fisioterapeuta

En esta parte del trabajo se desarrolla una aplicación móvil que le permita ejecutar consultas de los datos almacenados en la base de datos general, el medico fisioterapeuta solo debe contar con servicio de datos o wifi en su dispositivo móvil, esta aplicación es desarrollada en la herramienta de App Inventor 2 de MIT que se encuentra disponible online; La necesidad de realizar esta aplicación se da a través de generar una manera en la cual el médico pueda realizar la consulta desde un lugar diferente a la ubicación del equipo servidor, la aplicación móvil debe contar con una interfaz fácil de comprender para los usuarios, por tal razón se desarrolla la interfaz que se muestra en la Fig 14.



Fig 14. Interfaz de la aplicación móvil del médico fisioterapeuta.

Como se muestra en la Fig 14 la interfaz es muy sencilla, se le da el nombre de RehabTun y cuenta con un botón que genera la conexión con la red, donde se desplegará una pantalla de inicio de sesión, donde el usuario y contraseña son los configurados durante el proceso de instalación de phpmyadmin realizado en el subcapítulo 3.1, dicha interfaz se muestra en la Fig 15.



Fig 15. Interfaz de inicio de sesión de phpmyadmin (perfil administrador).

Cuando se han validado el usuario y contraseña, desplegará una lista para la creación de bases de datos nuevas y actuales, esta interfaz de inicio y gestión se muestra en la Fig 16.

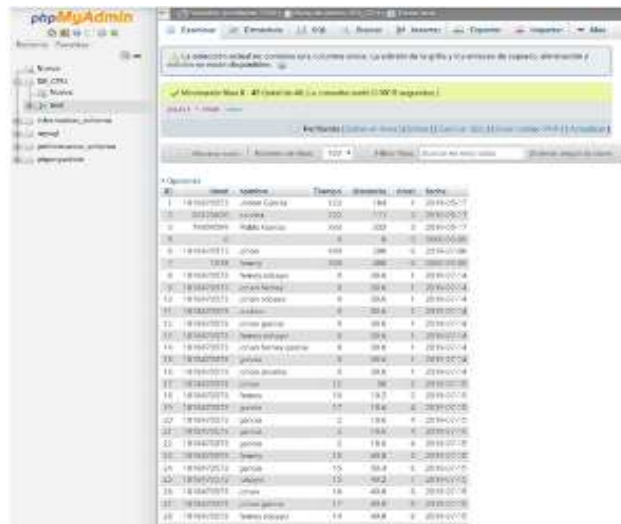


Fig 16. Interfaz de phpmyadmin donde se muestra la tabla de la base de datos completa.

En la Fig 16 adicionalmente a las opciones mencionadas, la interfaz muestra la primera parte de la tabla que se tiene creada y abastecida por Python y los pacientes, en dado caso que el médico fisioterapeuta desee filtrar la base de datos general y observar los datos de un paciente en específico lo podrá realizar desde la barra de herramientas mostrada en la Fig 17.



Fig 17. Barra de opciones para la gestión de los datos dentro de la tabla.

Para el envío de la notificación al médico fisioterapeuta el autor utilizó una librería de Python llamada Twilio, explícitamente el autor utilizó la herramienta de mensajería, que facilita el envío y la recepción de mensajes SMS y MMS, así como la consulta de metadatos sobre mensajes de texto [17], ideal para la notificación en tiempo real al médico fisioterapeuta, donde su uso en el dispositivo

es la inclusión de la librería en el programa del equipo cliente y cuando este haga el envío de datos llegando a la meta de cada laberinto se accionara el uso de un mensaje de texto a la persona que sea registrada en Twilio (médico fisioterapeuta), Twilio proporciona un código "Token" para cada usuario que será validado en servidor principal de Twilio para su uso, por lo cual dentro del programa del cliente se realiza el login con estos datos y así poder utilizar sus funciones para la funcionalidad del dispositivo, una vez realizado este proceso el médico fisioterapeuta será notificado con el mensaje que aparece en la Fig 18.

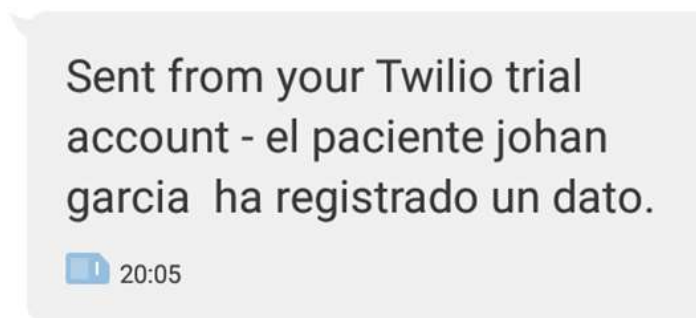


Fig 18. Mensaje de notificación al médico fisioterapeuta.

El nombre que se muestra en la Fig 18, es el nombre que se registró en la interfaz de solicitud de datos de la Fig 13, la notificación al dispositivo móvil del médico fisioterapeuta tarda aproximadamente entre 3 a 5 segundos mientras realiza el proceso anteriormente explicado, según esto se cumple que la notificación al médico fisioterapeuta sea en tiempo real y este esté notificado permanentemente de las actividades de sus pacientes.

4. Capítulo 4: Resultados

Para este capítulo el autor pone a prueba todo lo mencionado de los capítulos anteriores en una persona allegada al autor que se denominará desde este momento “el paciente” que sufre del STC hace aproximadamente 1 año, donde en consulta con su médico fisioterapeuta se acordó la utilización del dispositivo durante un periodo de 6 días, para cada día realizar una sesión de fisioterapia, los datos tomados durante este periodo de tiempo se pueden visualizar en el Anexo A.

Inicialmente al paciente le costó adaptarse al funcionamiento del sistema, y se vio reflejado en sus tiempos iniciales, luego en el segundo día al haberse adaptado y al transcurrir los días empezó a mostrar un trabajo realizado y una mejoría en sus tiempos como se muestra en la Fig 19

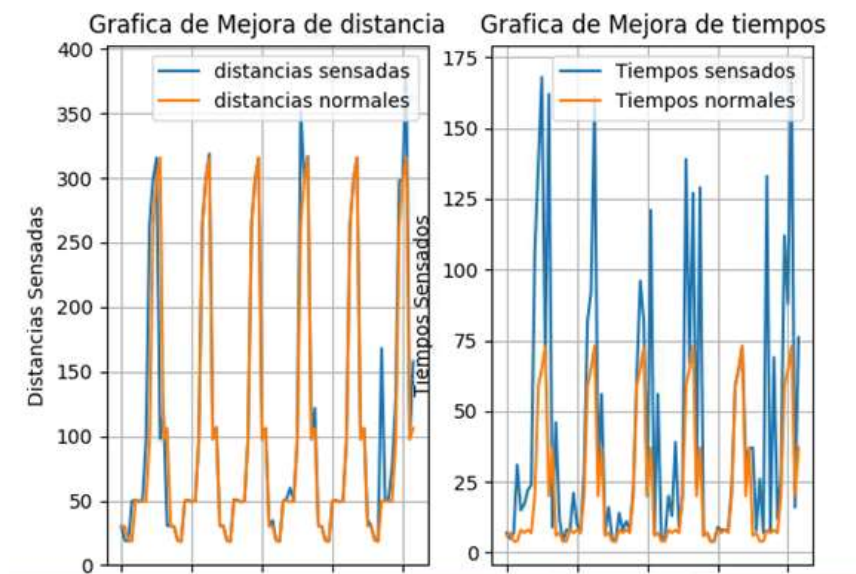


Fig 19. Gráficas con los resultados del sujeto de prueba.

La Fig 19 muestra dos gráficas, cada gráficas con dos curvas, una de color azul y la otra de color naranja, la curva de color naranja refleja el patrón normal de distancias y tiempos en una persona que no posee STC ni FDR; La curva de color azul refleja las distancias y tiempos censados en el paciente, cabe resaltar que cada onda o cada periodo de la gráfica refleja una sesión de fisioterapia, para un total de 6 ondas o periodos en 6 días de sesiones.

La gráfica de las distancias no posee mucha relevancia ya que se realiza en un mismo recorrido y no debería haber mayor diferencia, sin embargo su función es indicarle al médico fisioterapeuta en qué sesión y en qué nivel de fisioterapia hubo complicaciones y que este pueda tomar medidas en la rehabilitación.

La gráfica de los tiempos es la encargada de mostrar el avance y el trabajo que realice el paciente, en donde como se mencionó inicialmente al paciente le costó la adaptabilidad al dispositivo y de allí sus tiempos altos (ver Fig 19), sin embargo al transcurrir los días se nota una mejoría y se puede observar al ver que sus tiempos disminuyen lo que demuestra que el dispositivo genera un trabajo de fisioterapia adecuado e interactivo sobre el paciente, donde se espera que al transcurrir un mes se muestre de manera más clara su evolución y superación de este síndrome ampliando la zona central del antebrazo y liberando el NM, aliviando el dolor y brindando una movilidad normal en su articulación cúbito-radio.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se logró realizar una red funcional con multiniveles capaz de brindar un adecuado tratamiento a personas con síndromes o lesiones en la articulación cúbito-radio, proporcionando una constante comunicación con el médico fisioterapeuta y evitando desplazamientos innecesarios en pacientes con escasos recursos.
- Se logró el mejoramiento del dispositivo realizado en la etapa de tecnología que tenía dificultades en cuanto a la adaptabilidad del paciente al dispositivo y de su interactividad que motive al paciente a realizar sus sesiones de rehabilitación.
- El sujeto de prueba mostró resultados prometedores y una clara muestra de trabajo sobre la articulación cúbito-radio que garantiza la ayuda a las personas que padecen de estos síndromes y lesiones, gracias a la manera interactiva de realizar el tratamiento y los multiniveles con los que este cuenta.
- El dispositivo elimina la necesidad de transportarse hasta el médico fisioterapeuta reduciendo gastos y tiempo en los pacientes gracias a la red creada con los diversos pacientes que este tenga.
- Se logra crear un dispositivo que proporcione relajación e interactividad para los trabajadores en Colombia que padecen de túnel carpiano que cada vez son más [18], logrando generar una iniciativa para implementar el dispositivo en diferentes ámbitos laborales.

5.2 Recomendaciones

Dentro de la industria colombiana no es frecuentemente implementado este tipo de dispositivos en STC ni FDR por lo que se espera un gran impacto dentro de la industria, lo que conllevara adaptaciones para el dispositivo existente que comprenderán otros tipos de padecimientos en diferentes partes del cuerpo, desde un punto de partida se pretende la mejora de aspectos como el rango de distancia del sensor a la raspberry que permita una mayor comodidad a los pacientes que estén realizando su rehabilitación.

A. Anexo A: Tabla de datos del paciente durante 6 días

El presente anexo se trata de los datos tomados a un paciente allegado al autor, donde el realizo las sesiones de rehabilitación durante 6 días obteniendo los datos presentados a continuación

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
50	1026579088	Norbey Bustamante	7	30	2	2019-08-13
51	1026579088	Norbey Bustamante	5	19.2	3	2019-08-13
52	1026579088	Norbey Bustamante	7	18.6	4	2019-08-13
53	1026579088	Norbey Bustamante	31	49.8	5	2019-08-13
54	1026579088	Norbey Bustamante	15	50.4	6	2019-08-13
55	1026579088	Norbey Bustamante	17	49.2	7	2019-08-13
56	1026579088	Norbey Bustamante	22	49.8	8	2019-08-13
57	1026579088	Norbey Bustamante	24	96.6	9	2019-08-13

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
58	1026579088	Norbey Bustamante	106	263.4	10	2019-08-13
59	1026579088	Norbey Bustamante	137	298.8	11	2019-08-13
60	1026579088	Norbey Bustamante	168	315.6	12	2019-08-13
61	1026579088	Norbey Bustamante	68	97.8	13	2019-08-13
62	1026579088	Norbey Bustamante	162	116.4	14	2019-08-13
64	1026579088	Norbey Bustamante	9	30.6	1	2019-08-14
65	1026579088	Norbey Bustamante	46	30.6	1	2019-08-14
66	1026579088	Norbey Bustamante	12	30	2	2019-08-14
67	1026579088	Norbey Bustamante	4	19.2	3	2019-08-14
68	1026579088	Norbey Bustamante	8	18.6	4	2019-08-14
69	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	5	2019-08-14
70	1026579088	Norbey Bustamante	21	50.4	6	2019-08-14
71	1026579088	Norbey Bustamante	10	49.2	7	2019-08-14

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
72	1026579088	Norbey Bustamante	7	49.8	8	2019-08-14
73	1026579088	Norbey Bustamante	28	96.6	9	2019-08-14
74	1026579088	Norbey Bustamante	82	264	10	2019-08-14
75	1026579088	Norbey Bustamante	92	299.4	11	2019-08-14
76	1026579088	Norbey Bustamante	161	318.6	12	2019-08-14
77	1026579088	Norbey Bustamante	28	97.8	13	2019-08-14
78	1026579088	Norbey Bustamante	56	106.8	14	2019-08-14
79	1026579088	Norbey Bustamante	7	30.6	1	2019-08-15
80	1026579088	Norbey Bustamante	16	30.6	2	2019-08-15
81	1026579088	Norbey Bustamante	5	19.2	3	2019-08-15
82	1026579088	Norbey Bustamante	4	18.6	4	2019-08-15
83	1026579088	Norbey Bustamante	14	51	5	2019-08-15
84	1026579088	Norbey Bustamante	8	50.4	6	2019-08-15

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
85	1026579088	Norbey Bustamante	11	49.2	7	2019-08-15
86	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	8	2019-08-15
87	1026579088	Norbey Bustamante	22	97.8	9	2019-08-15
88	1026579088	Norbey Bustamante	62	264.6	10	2019-08-15
89	1026579088	Norbey Bustamante	96	298.8	11	2019-08-15
90	1026579088	Norbey Bustamante	82	315.6	12	2019-08-15
91	1026579088	Norbey Bustamante	20	97.8	13	2019-08-15
92	1026579088	Norbey Bustamante	121	106.2	14	2019-08-15
93	1026579088	Norbey Bustamente	7	30.6	1	2019-08-16
94	1026579088	Norbey Bustamente	56	34.8	2	2019-08-16
95	1026579088	Norbey Bustamente	5	19.2	3	2019-08-16
96	1026579088	Norbey Bustamente	5	18.6	4	2019-08-16
97	1026579088	Norbey Bustamente	20	49.8	5	2019-08-16

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
98	1026579088	Norbey Bustamente	13	51.6	6	2019-08-16
99	1026579088	Norbey Bustamente	39	60	7	2019-08-16
100	1026579088	Norbey Bustamente	9	49.8	8	2019-08-16
101	1026579088	Norbey Bustamente	20	96.6	9	2019-08-16
102	1026579088	Norbey Bustamente	139	352.2	10	2019-08-16
103	1026579088	Norbey Bustamente	67	299.4	11	2019-08-16
104	1026579088	Norbey Bustamante	127	316.8	12	2019-08-16
105	1026579088	Norbey Bustamante	23	97.8	13	2019-08-16
106	1026579088	Norbey Bustamante	129	121.8	14	2019-08-16
107	1026579088	Norbey Bustamante	6	30.6	1	2019-08-17
108	1026579088	Norbey Bustamante	7	30	2	2019-08-17
109	1026579088	Norbey Bustamante	4	19.2	3	2019-08-17
110	1026579088	Norbey Bustamante	4	18.6	4	2019-08-17

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
111	1026579088	Norbey Bustamante	9	49.8	5	2019-08-17
112	1026579088	Norbey Bustamante	8	50.4	6	2019-08-17
113	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.2	7	2019-08-17
114	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	8	2019-08-17
115	1026579088	Norbey Bustamante	23	96.6	9	2019-08-17
116	1026579088	Norbey Bustamante	59	263.4	10	2019-08-17
117	1026579088	Norbey Bustamante	65	298.8	11	2019-08-17
118	1026579088	Norbey Bustamante	73	315.6	12	2019-08-17
119	1026579088	Norbey Bustamante	31	97.8	13	2019-08-17
120	1026579088	Norbey Bustamante	37	106.2	14	2019-08-17
121	1026579088	Norbey BUstamante	37	35.4	1	2019-08-18
122	1026579088	Norbey BUstamante	8	30.6	2	2019-08-18
123	1026579088	Norbey BUstamante	26	20.4	3	2019-08-18

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
124	1026579088	Norbey BUstamante	7	18.6	4	2019-08-18
125	1026579088	Norbey BUstamante	133	168	5	2019-08-18
126	1026579088	Norbey BUstamante	7	50.4	6	2019-08-18
127	1026579088	Norbey BUstamante	69	51.6	7	2019-08-18
128	1026579088	Norbey BUstamante	12	76.2	8	2019-08-18
129	1026579088	Norbey BUstamante	27	128.4	9	2019-08-18
130	1026579088	Norbey BUstamante	112	297.6	10	2019-08-18
131	1026579088	Norbey BUstamante	88	299.4	11	2019-08-18
132	1026579088	Norbey BUstamante	171	384.6	12	2019-08-18
133	1026579088	Norbey BUstamante	16	97.8	13	2019-08-18
134	1026579088	Norbey BUstamante	76	157.8	14	2019-08-18

B. Anexo B: Base de Datos Completa

El presente Anexo trata de los datos almacenados en la base de datos hasta la fecha, en él se podrá encontrar los datos del Anexo A del paciente que utilizo el dispositivo por 6 días de rehabilitación.

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
1	1018470573	Johan Garcia	122	164	1	2019-05-17
2	52125620	sandra	222	111	2	2019-05-17
3	79499599	Pablo Garcia	444	333	3	2019-05-17
6	1018470573	johan	400	200	8	2019-07-08
8	1018470573	ferney robayo	0	30.6	1	2019-07-14
9	1018470573	johan ferney	0	30.6	1	2019-07-14
10	1018470573	johan robayo	0	30.6	1	2019-07-14
11	1018470573	andres	0	30.6	1	2019-07-14
12	1018470573	johan garcia	0	30.6	1	2019-07-14
13	1018470573	ferney robayo	0	30.6	1	2019-07-14
14	1018470573	johan ferney garcia	0	30.6	1	2019-07-14
15	1018470573	garcia	0	30.6	1	2019-07-14

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
16	1018470573	johan prueba	5	30.6	1	2019-07-14
17	1018470573	johan	12	30	2	2019-07-15
18	1018470573	ferney	10	19.2	3	2019-07-15
19	1018470573	garcia	17	18.6	4	2019-07-15
20	1018470573	garcia	2	18.6	4	2019-07-15
21	1018470573	garcia	2	18.6	4	2019-07-15
22	1018470573	garcia	2	18.6	4	2019-07-15
23	1018470573	ferney	15	49.8	5	2019-07-15
24	1018470573	garcia	15	50.4	6	2019-07-15
25	1018470573	robayo	15	49.2	7	2019-07-15
26	1018470573	johan	16	49.8	8	2019-07-15
27	1018470573	johan garcia	17	49.8	8	2019-07-15
28	1018470573	ferney robayo	14	49.8	8	2019-07-15
32	1018470573	ferney	231	315.6	12	2019-07-16
35	1018470573	johanMS	9	30.6	1	2019-07-17
36	1018470573	JohanSMS2	6	30.6	1	2019-07-17
37	1018470573	johanSMS3	6	30.6	1	2019-07-17
38	1018470573	johan	15	30.6	1	2019-07-22
39	1018470573	johan	5	30.6	1	2019-07-22

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
40	1018470573	johan	6	30.6	1	2019-07-22
41	1018470573	johan	41	30.6	1	2019-07-23
42	1018470573	johan	6	30.6	1	2019-07-23
43	1018470573	johan	17	30.6	1	2019-07-31
44	1018470573	johan	27	30	2	2019-07-31
45	1018470573	johan	806	19.2	3	2019-07-31
46	1018470573	johan garcia	19	30.6	1	2019-08-12
47	1018470573	johan garcia	6	30.6	1	2019-08-12
50	1026579088	Norbey Bustamante	7	30	2	2019-08-13
51	1026579088	Norbey Bustamante	5	19.2	3	2019-08-13
52	1026579088	Norbey Bustamante	7	18.6	4	2019-08-13
53	1026579088	Norbey Bustamante	31	49.8	5	2019-08-13
54	1026579088	Norbey Bustamante	15	50.4	6	2019-08-13
55	1026579088	Norbey Bustamante	17	49.2	7	2019-08-13
56	1026579088	Norbey Bustamante	22	49.8	8	2019-08-13
57	1026579088	Norbey	24	96.6	9	2019-08-13

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
		Bustamante				
58	1026579088	Norbey Bustamante	106	263.4	10	2019-08-13
59	1026579088	Norbey Bustamante	137	298.8	11	2019-08-13
60	1026579088	Norbey Bustamante	168	315.6	12	2019-08-13
61	1026579088	Norbey Bustamante	68	97.8	13	2019-08-13
62	1026579088	Norbey Bustamante	162	116.4	14	2019-08-13
64	1026579088	Norbey Bustamante	9	30.6	1	2019-08-14
65	1026579088	Norbey Bustamante	46	30.6	1	2019-08-14
66	1026579088	Norbey Bustamante	12	30	2	2019-08-14
67	1026579088	Norbey Bustamante	4	19.2	3	2019-08-14
68	1026579088	Norbey Bustamante	8	18.6	4	2019-08-14
69	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	5	2019-08-14
70	1026579088	Norbey Bustamante	21	50.4	6	2019-08-14

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
71	1026579088	Norbey Bustamante	10	49.2	7	2019-08-14
72	1026579088	Norbey Bustamante	7	49.8	8	2019-08-14
73	1026579088	Norbey Bustamante	28	96.6	9	2019-08-14
74	1026579088	Norbey Bustamante	82	264	10	2019-08-14
75	1026579088	Norbey Bustamante	92	299.4	11	2019-08-14
76	1026579088	Norbey Bustamante	161	318.6	12	2019-08-14
77	1026579088	Norbey Bustamante	28	97.8	13	2019-08-14
78	1026579088	Norbey Bustamante	56	106.8	14	2019-08-14
79	1026579088	Norbey Bustamante	7	30.6	1	2019-08-15
80	1026579088	Norbey Bustamante	16	30.6	2	2019-08-15
81	1026579088	Norbey Bustamante	5	19.2	3	2019-08-15
82	1026579088	Norbey Bustamante	4	18.6	4	2019-08-15
83	1026579088	Norbey Bustamante	14	51	5	2019-08-15

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
84	1026579088	Norbey Bustamante	8	50.4	6	2019-08-15
85	1026579088	Norbey Bustamante	11	49.2	7	2019-08-15
86	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	8	2019-08-15
87	1026579088	Norbey Bustamante	22	97.8	9	2019-08-15
88	1026579088	Norbey Bustamante	62	264.6	10	2019-08-15
89	1026579088	Norbey Bustamante	96	298.8	11	2019-08-15
90	1026579088	Norbey Bustamante	82	315.6	12	2019-08-15
91	1026579088	Norbey Bustamante	20	97.8	13	2019-08-15
92	1026579088	Norbey Bustamante	121	106.2	14	2019-08-15
93	1026579088	Norbey Bustamente	7	30.6	1	2019-08-16
94	1026579088	Norbey Bustamente	56	34.8	2	2019-08-16
95	1026579088	Norbey Bustamente	5	19.2	3	2019-08-16
96	1026579088	Norbey Bustamente	5	18.6	4	2019-08-16

<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
97	1026579088	Norbey Bustamente	20	49.8	5	2019-08-16
98	1026579088	Norbey Bustamente	13	51.6	6	2019-08-16
99	1026579088	Norbey Bustamente	39	60	7	2019-08-16
100	1026579088	Norbey Bustamente	9	49.8	8	2019-08-16
101	1026579088	Norbey Bustamente	20	96.6	9	2019-08-16
102	1026579088	Norbey Bustamente	139	352.2	10	2019-08-16
103	1026579088	Norbey Bustamente	67	299.4	11	2019-08-16
104	1026579088	Norbey Bustamante	127	316.8	12	2019-08-16
105	1026579088	Norbey Bustamante	23	97.8	13	2019-08-16
106	1026579088	Norbey Bustamante	129	121.8	14	2019-08-16
107	1026579088	Norbey Bustamante	6	30.6	1	2019-08-17
108	1026579088	Norbey Bustamante	7	30	2	2019-08-17
109	1026579088	Norbey Bustamante	4	19.2	3	2019-08-17

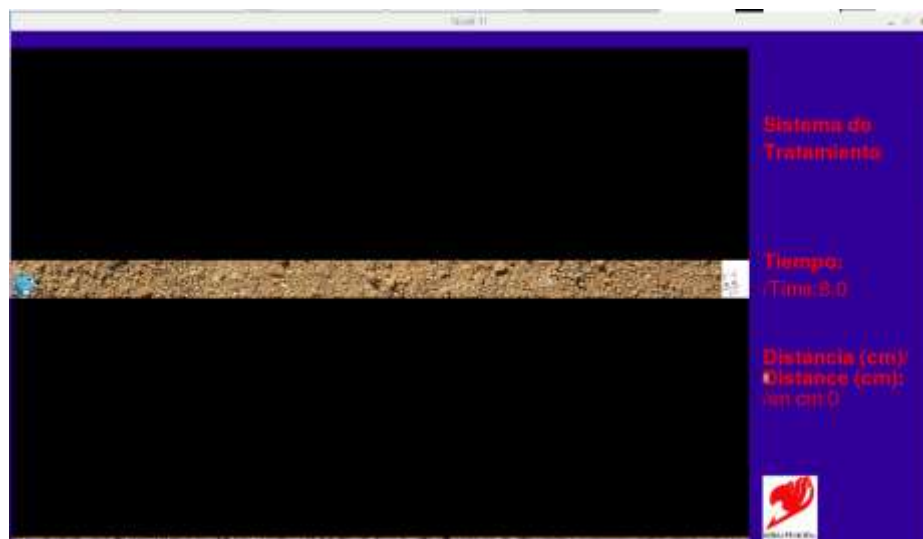
<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
110	1026579088	Norbey Bustamante	4	18.6	4	2019-08-17
111	1026579088	Norbey Bustamante	9	49.8	5	2019-08-17
112	1026579088	Norbey Bustamante	8	50.4	6	2019-08-17
113	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.2	7	2019-08-17
114	1026579088	Norbey Bustamante	8	49.8	8	2019-08-17
115	1026579088	Norbey Bustamante	23	96.6	9	2019-08-17
116	1026579088	Norbey Bustamante	59	263.4	10	2019-08-17
117	1026579088	Norbey Bustamante	65	298.8	11	2019-08-17
118	1026579088	Norbey Bustamante	73	315.6	12	2019-08-17
119	1026579088	Norbey Bustamante	31	97.8	13	2019-08-17
120	1026579088	Norbey Bustamante	37	106.2	14	2019-08-17
121	1026579088	Norbey BUstamante	37	35.4	1	2019-08-18
122	1026579088	Norbey	8	30.6	2	2019-08-18

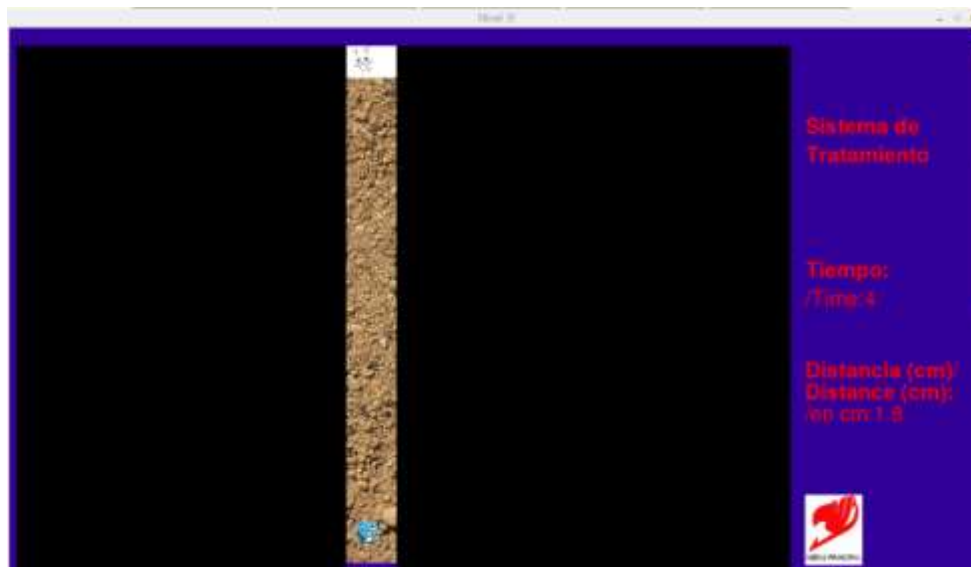
<u>ID</u>	<u>ident</u>	<u>nombre</u>	<u>Tiempo</u>	<u>distancia</u>	<u>nivel</u>	<u>fecha</u>
		BUstamante				
123	1026579088	Norbey BUstamante	26	20.4	3	2019-08-18
124	1026579088	Norbey BUstamante	7	18.6	4	2019-08-18
125	1026579088	Norbey BUstamante	133	168	5	2019-08-18
126	1026579088	Norbey BUstamante	7	50.4	6	2019-08-18
127	1026579088	Norbey BUstamante	69	51.6	7	2019-08-18
128	1026579088	Norbey BUstamante	12	76.2	8	2019-08-18
129	1026579088	Norbey BUstamante	27	128.4	9	2019-08-18
130	1026579088	Norbey BUstamante	112	297.6	10	2019-08-18
131	1026579088	Norbey BUstamante	88	299.4	11	2019-08-18
132	1026579088	Norbey BUstamante	171	384.6	12	2019-08-18
133	1026579088	Norbey BUstamante	16	97.8	13	2019-08-18
134	1026579088	Norbey BUstamante	76	157.8	14	2019-08-18

A. Anexo C: Multiniveles Desarrollados

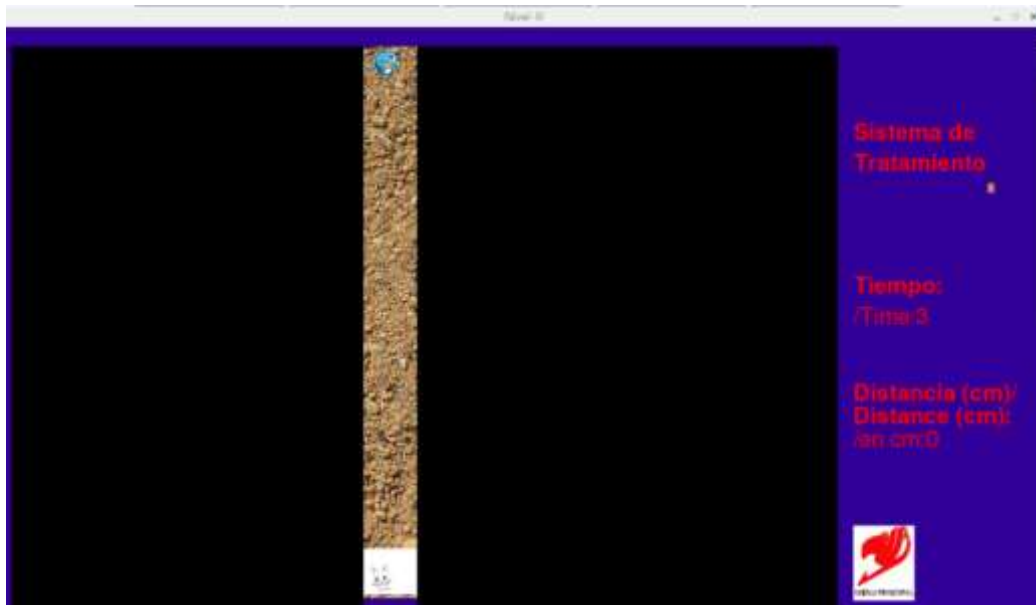
En el presente Anexo se muestran los Multiniveles desarrollados para el tratamiento del STC y FDR, estos multiniveles son un total de 14, y estarán identificados con el subtítulo "Nivel x", donde x corresponderá al nivel de dificultad.

Nivel 1

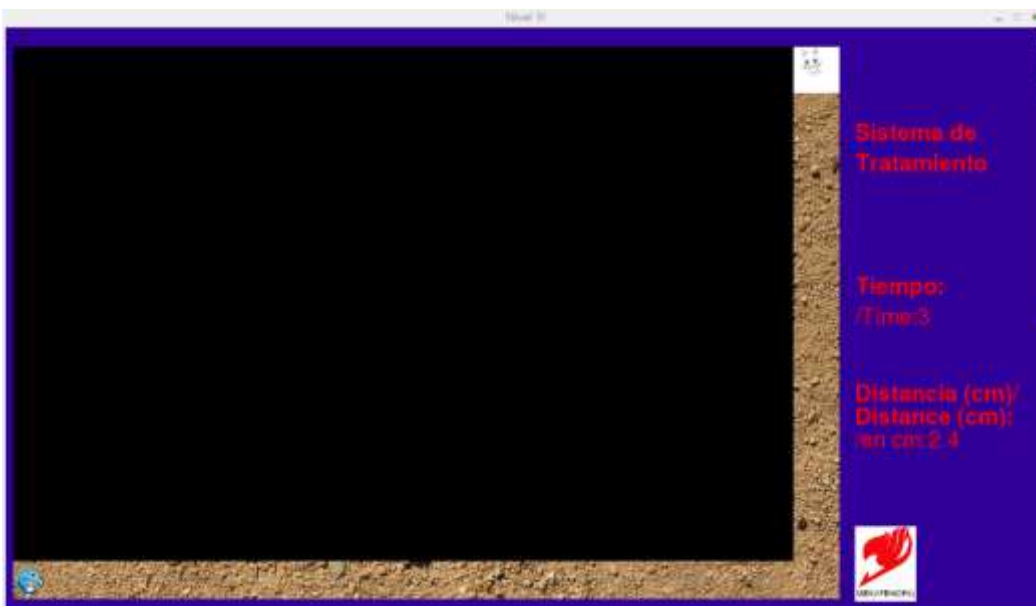


Nivel 2**Nivel 3**

Nivel 4



Nivel 5



Nivel 6



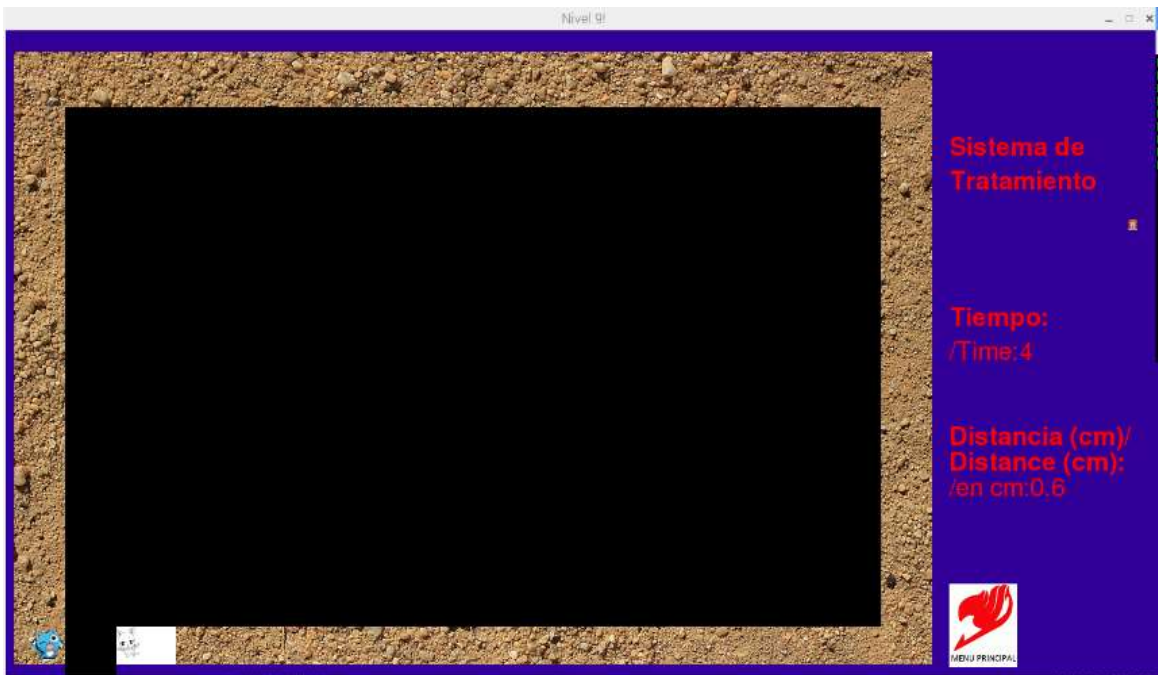
Nivel 7



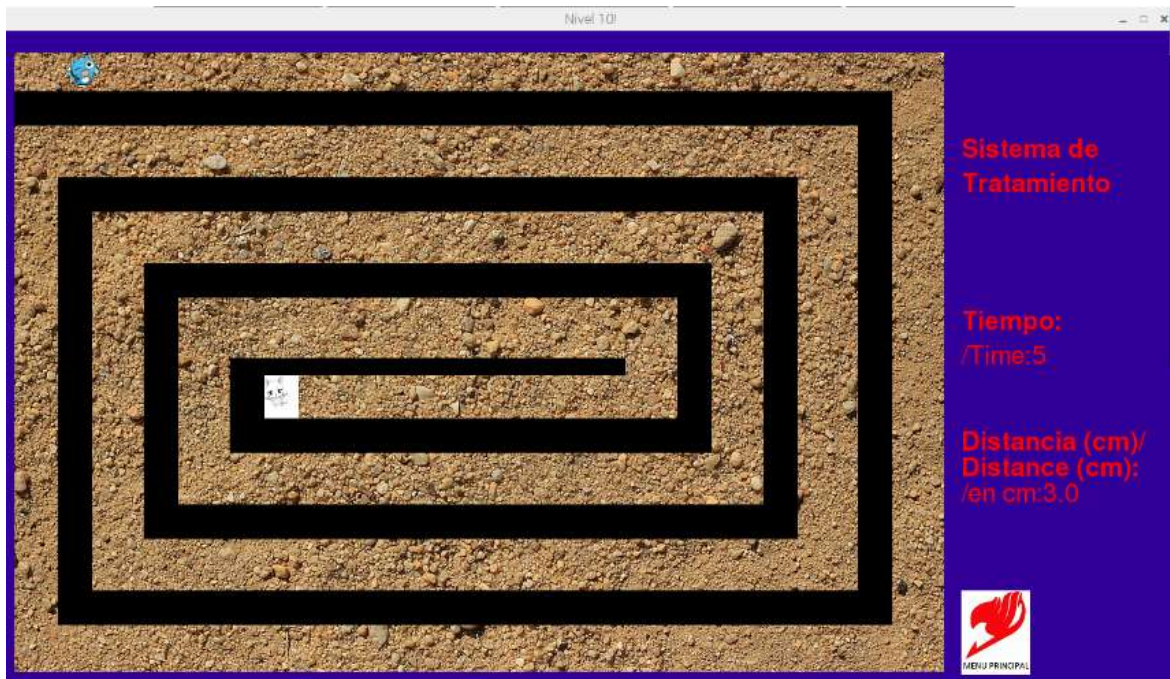
Nivel 8



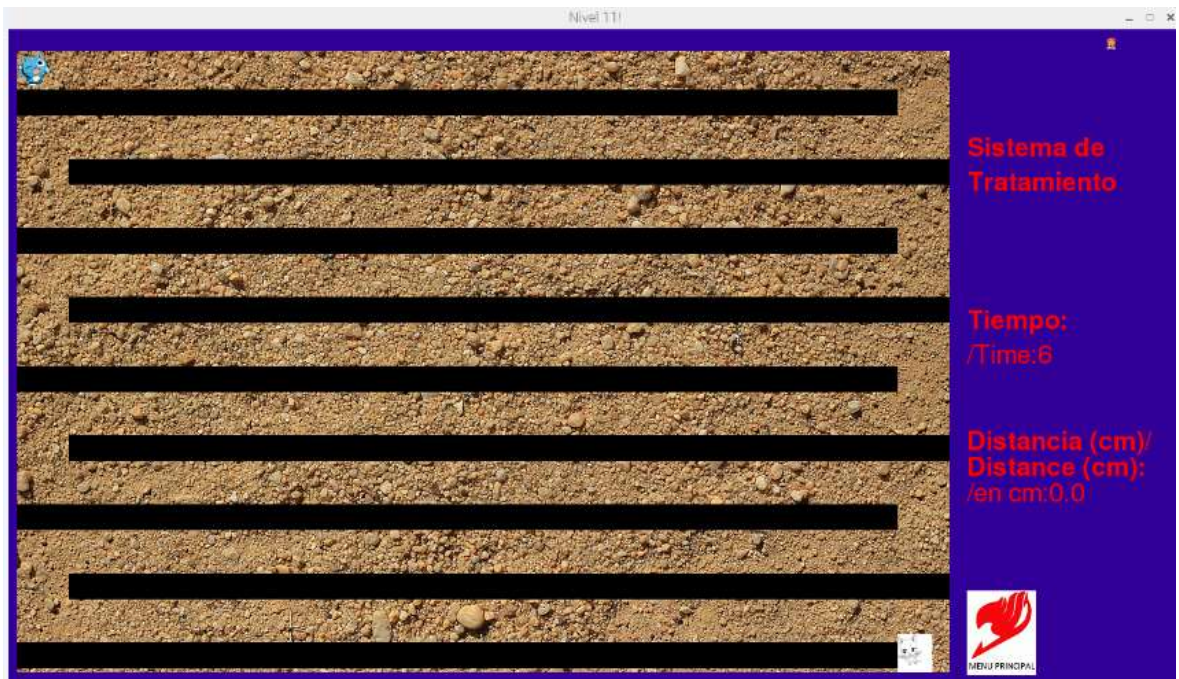
Nivel 9



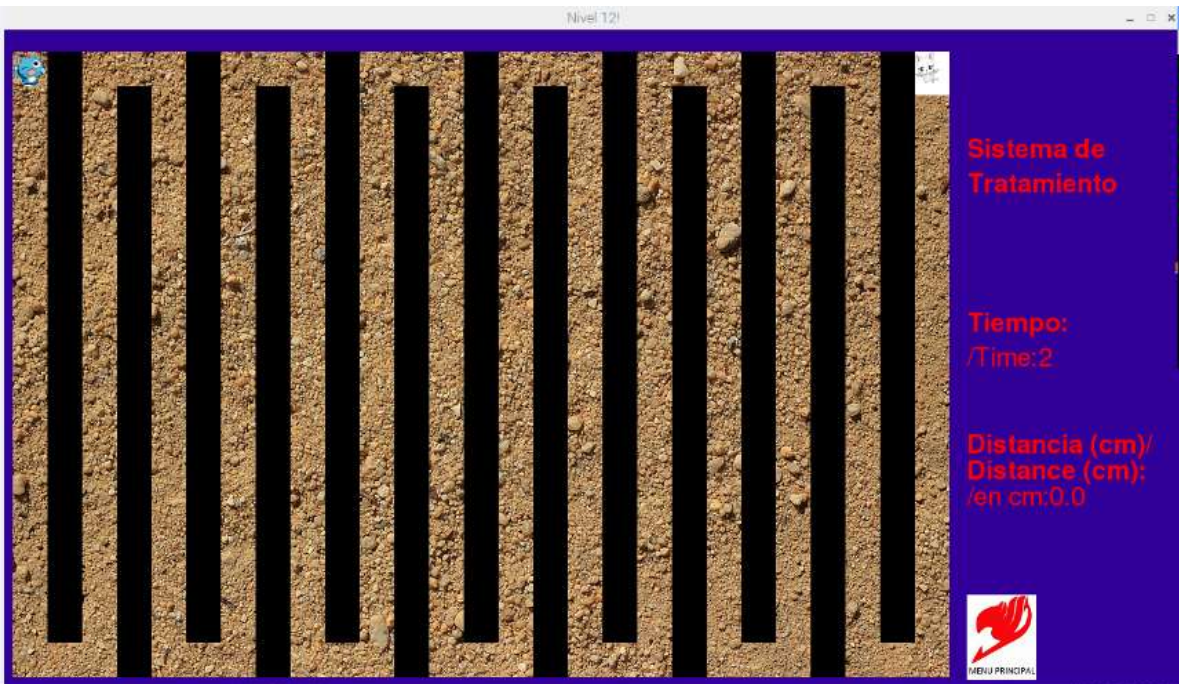
Nivel 10



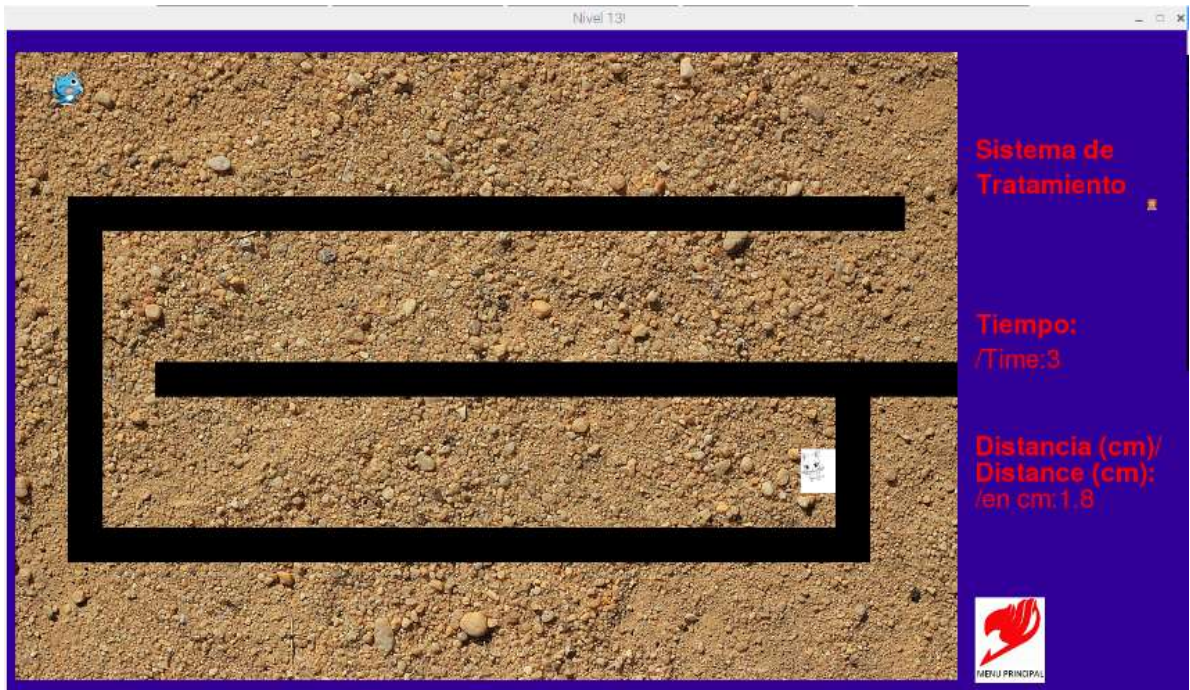
Nivel 11



Nivel 12



Nivel 13



Nivel 14



- Bibliografía

- [1] Grupo Sura, «blog.segurossura.com.co,» 15 Abril 2012. [En línea]. Available: <https://blog.segurossura.com.co/articulo/salud/tunel-carpiano>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [2] J. Pastor, «Xataka,» 22 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/el-sindrome-del-tunel-carpiano-como-enfermedad-profesional-ahora-tambien-afecta-al-comercio>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [3] OrthoInfo, «<https://orthoinfo.aaos.org>,» Enero 2014. [En línea]. Available: <https://orthoinfo.aaos.org/es/diseases--conditions/fracturas-distales-del-radio-muneca-quebrada-distal-radius-fractures/>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [4] H. R. D. v. d. H. A. v. T. R. B. D. A. R. B. L. Sofia Ramiro, «Cochrane,» 05 Octubre 2011. [En línea]. Available: <https://www.cochrane.org/es/CD008886/tratamiento-combinado-para-el-control-del-dolor-en-la-artritis-inflamatoria-artritis-reumatoide>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [5] Igenomix, «nace.igenomix.es,» 26 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://nace.igenomix.es/blog/sindrome-del-tunel-carpiano-en-el-embarazo-que-es-y-como-aliviarlo/>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [6] Agencia de Noticias UN, «Unimedios - Agencia de Noticias UN,» 21 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/dispositivo-ayudaria-a-prevenir-cirugia-de-tunel-carpiano.html>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [7] A. M. L. Azcona, «OrtoWeb,» OrtoWeb.com, 25 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.ortoweb.com/blogortopedia/munequeras-para-el-sindrome-del-tunel-carpiano/>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [8] A. F. G. E. G. Gabriela Cristina García Parra, «Síndrome del túnel del carpo,»

Morfología Año 1 - Vol. 3, Bogotá D.C., 2009.

- [9] D. F. B. Borrero, «Las Fracturas del Antebrazo en el Adulto y el Compromiso de los Elementos Ligamentarios Asociados a Ellas,» *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, vol. 11, nº 2, p. Ortopedia, 1997.
- [10] M. L. PAREJA, «vitonica.com,» 12 Diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.vitonica.com/fisioterapia/cuantas-sesiones-de-fisioterapia-son-necesarias-para-recuperarse-de-una-lesion>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [11] M. Foord, «python.org,» 04 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://docs.python.org/2/howto/urllib2.html>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [12] DBA Dixit, «<http://dbadixit.com>,» 01 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://dbadixit.com/lave-primaria-primary-key-una-tabla/>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [13] matplotlib.org, «matplotlib.org,» 26 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://matplotlib.org>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [14] <http://mercurio.ugr.es>, «<http://mercurio.ugr.es>,» [En línea]. Available: <http://mercurio.ugr.es/pedro/tutoriales/php/php.html>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [15] C. Villagómez, «El protocolo HTTP,» CCM, 17 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/contents/264-el-protocolo-http>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [16] C. Villagómez, «es.kioskea.net,» 17 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/contents/264-el-protocolo-http>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [17] twilio, «twilio Docs,» [En línea]. Available: <https://www.twilio.com/docs/api>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].
- [18] REDACCION EL TIEMPO, «El Tiempo.com,» El Tiempo, 04 Abril 2005. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1623544>. [Último acceso: 08 Septiembre 2019].