

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y  
Telecomunicaciones

TRABAJO DE TITULACIÓN

DESARROLLO DE UN ROBOT SOCIAL PARA TERAPIA DEL ADULTO MAYOR  
CON PROBLEMAS DE DEMENCIA SENIL

Autor(es):

Mario David Guillén Gavilanes  
Iván Marcelo Tapia Ochoa

Tutor: Ingeniero José Jinez

Riobamba – Ecuador

AÑO 2017

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal Examinador revisan y aprueban el informe de investigación, sobre: DESARROLLO DE UN ROBOT SOCIAL PARA TERAPIA DEL ADULTO MAYOR CON PROBLEMAS DE DEMENCIA SENIL. Trabajo de grado para obtener el Título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, aprobado en nombre de la Universidad Nacional de Chimborazo, por el siguiente jurado examinador, de los estudiantes Mario David Guillén Gavilanes e Iván Marcelo Tapia Ochoa.

Para constancia de lo expuesto firman:

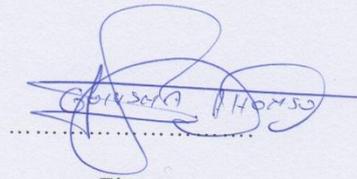
Ing. José Jinez



Firma

**TUTOR**

Ing. Alfonso Gunsha



Firma

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Riobamba, noviembre de 2017

Ing. Giovanni Cuzco



Firma

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. José Luis Jinez Tapia

C.I. 060289900-7

**TUTOR**

## DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

En calidad de tutor del siguiente tema de investigación titulado, DESARROLLO DE UN ROBOT SOCIAL PARA TERAPIA DEL ADULTO MAYOR CON PROBLEMAS DE DEMENCIA SENIL. Realizado por los señores Mario David Guillén Gavilanes e Iván Marcelo Tapia Ochoa, para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sustentada públicamente y evaluada por el jurado examinador que se designe.

Riobamba, noviembre de 2017.

Riobamba, noviembre de 2017

Mario David Guillén Gavilanes

Ing. José Luis Jinez Tapia

C.I 060289900-7

**TUTOR**

Iván Marcelo Tapia Ochoa

C.I 060402931-4

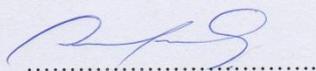
**DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA**

Nosotros, Mario David Guillén Gavilanes e Iván Marcelo Tapia Ochoa, expresamos mediante la presente, ser responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuesta realizada en la presente investigación titulada: DESARROLLO DE UN ROBOT SOCIAL PARA TERAPIA DEL ADULTO MAYOR CON PROBLEMAS DE DEMENCIA SENIL. El mismo que ha sido realizado bajo la dirección del ING. José Jínez, en calidad de tutor y los derechos le corresponde a la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Riobamba, noviembre de 2017.

Este proyecto se lo dedico enteramente a mi familia que siempre me han apoyado de manera incondicional y en el transcurso de mi formación académica siempre me guiaron de la mejor manera.

Mario Guillén



Mario David Guillén Gavilanes

C.I 060469407-5



Iván Marcelo Tapia Ochoa

C.I 060402931-4

## **DEDICATORIA**

Dedico el esfuerzo realizado en este proyecto a mi familia que pese a los malos momentos que he pasado ellos siempre estuvieron y están presentes justo para brindarme apoyo, aportando consejo para ser mejor ser humano.

Iván Tapia

Este proyecto se lo dedico enteramente a mi familia que siempre me han apoyado de manera incondicional y en el transcurso de mi formación académica siempre me guiaron de la mejor manera.

Mario Guillén

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familias, por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de nuestros estudios y logros alcanzados como estudiante.

A nuestro asesor Master José Jinez, quien nos brindó su valiosa y desinteresada orientación para la elaboración de este trabajo de investigación.

Mario Guillen

A mi familia y amigos que siempre me apoyaron y supieron darme buenos consejos para seguir adelante.

A la Psicóloga Isabel Cando y Master José Jinez por ayudarme con su valiosa experiencia como profesionales para el desarrollo del robot y las terapias cognitivas.

Y a todas las demás personas que de una u otra forma generaron parte esencial para la elaboración de este trabajo.

Iván Tapia

## Contenido

1. RESUMEN.....	9
2. ABSTRACT .....	10
3. INTRODUCCIÓN .....	11
4. OBJETIVOS.....	13
5. MARCO TEÓRICO.....	14
6. METODOLOGÍA .....	24
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
9. BIBLIOGRAFÍA.....	37
10. ANEXOS.....	38

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Robot de Toyota Kirobo. (Ude, 2015) .....	19
Ilustración 2: Robot Pardo. (Gulis, 20Minutos, 2015) .....	19
Ilustración 3 Tarjeta Raspberry Pi 3b, (Raspberrypi, 2012).....	21
Ilustración 4 Tarjeta Desarrollo Arduino Nano 328, (Arduino, 2017).....	21
Ilustración 5 Sensor Pulsos Cardiacos, (Rosales Rodrigez, 2016) .....	22
Ilustración 6 Modulo Bluetooth HC-06, (Prometec, 2017) .....	22
Ilustración 7 Características de Batería Lipo, (Aran, 2012).....	23
Ilustración 8 Modulo Convertidor DC-DC Step Down Mini LM2596 3 <sup>a</sup> , (Mega, 2014) .....	23
Ilustración 9 Puntuación Test Minimenta, Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979). ...	24
Ilustración 10 Interfaz Principal del Programa en el Robot .....	26
Ilustración 11 Interfaz de contraseña.....	27
Ilustración 12 Interfaz de configuración.....	27
Ilustración 13 Imagen del documento de resultados. ....	27
Ilustración 14 Robot forma física. ....	28
Ilustración 15 Tarjeta RASBERY, etapa disipación de calor.....	28
Ilustración 16 Conducto de disipación de calor, malla de protección. ....	29
Ilustración 17 Brazaletes, medidor de ritmo cardiaco.....	29
Ilustración 18 Modelo de resultados obtenidos por el robot .....	29
Ilustración 19 Diferencia de puntaje debido al descanso de fin de semana .....	31
Ilustración 20 Interfaz de resultados y signos vitales .....	31
Ilustración 21: Grafica Chi-cuadrado de aceptación a Hipótesis Alternativa .....	34
Ilustración 22 : Paciente 2, Carlos Alulema .....	40
Ilustración 23 : Paciente 1 Mercedes .....	40
Ilustración 24: Paciente 1 Mercedes Llansa .....	41
Ilustración 25: Mercedes Llansa.....	41

## TABLAS

Tabla 1:Tabla de Analfabetismo en Ecuador. (INEC, 2010) .....	25
Tabla 2: Tabla de contingencia.....	32
Tabla 3: Frecuencias Esperadas.....	33
Tabla 4: Valores: Calculados para CHI-CUADRADO.....	33
Tabla 5: Distribución CHI CUADRADO .....	34
Tabla 6: Resultados de terapias .....	39

## ECUACIONES

Ecuación 1: Grado de Libertad.....	32
Ecuación 2: Ecuación General del CHI CUADRADO .....	33
Ecuación 3: Cálculo del CHI CUADRADO .....	33
Ecuación 4: Valor del parámetro (P) .....	34

## 1. RESUMEN

El presente proyecto realiza terapias para el tratamiento del sistema cognitivo a un adulto mayor que se encuentra diagnosticado con un deterioro mental o demencia senil, proyecto ejecutado con dos pacientes que padecen demencia senil en el “Centro de Atención Integral al Adulto Mayor” ubicado en el cantón Guano provincia Chimborazo, mediante la generación de terapias digitales basadas en un test mini-mental para mejorar su estado psíquico cognitivo, memoria y entorno social.

El robot social presenta una estructura amigable, brindando confianza al adulto mayor al momento de su utilización, además de contar con una interfaz gráfica de fácil manejo para que su interacción sea llevada a cabo sin complicaciones. Se encuentra programado para almacenar el resultado obtenido de cada terapia realizada con el paciente.

El monitoreo de ritmo cardiaco se realiza mediante un accesorio que se sujeta a la muñeca y se conecta inalámbricamente al robot para enviar la información cuando lo solicite.

La interacción de los pacientes con el robot social demostró ser una herramienta que mejora el estado cognitivo a través de las terapias realizadas. La estructura y diseño del robot resultó ser aceptado por los pacientes generando confianza, permitiendo que el trabajo se realice sin complicaciones.

El trabajar con un robot social que realice terapias a personas con demencia senil, representa un gran aporte, debido a que complementa las terapias que se realizan diariamente a los pacientes, evitando un avance de la enfermedad.

## 2. ABSTRACT

### ABSTRACT

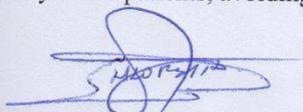
The present project realizes therapies for the treatment of the cognitive system to an older adult who is diagnosed with a mental deterioration or senile dementia, this project was executed with two patients suffering from senile dementia in the "Centro de Atención Integral al Adulto Mayor" located in the Guano Canton Chimborazo province, by generating digital therapies based on a mini-metal test to improve their cognitive psychic status, memory and social environment.

The social robot has a friendly structure, providing confidence to the older adult at the time of its use, besides it has a graphical interface of easy handling so that its interaction can be carried out without complications. It is programmed to store the result obtained from each therapy performed with the patient.

An accessory that attaches to the wrist and connects wirelessly to the robot to send the information when it is requested performs heart rate monitoring.

The interaction of patients with the social robot proved to be a tool that improves the cognitive state through the therapies performed. The structure and design of the robot showed to be accepted by the patients generating confidence, allowing the work to be performed without complications.

Working with a social robot that performs therapies for people with senile dementia, represents a great contribution, because it complements the therapies that are performed daily to the patients, avoiding an advance of the disease.

  
Reviewed by: López, Ligia  
LANGUAGE CENTER TEACHER



### **3. INTRODUCCIÓN**

#### *3.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA*

La demencia senil es una enfermedad que afecta la parte cognitiva de una persona, generalmente este tipo de enfermedad se presenta sólo en adultos mayores debido a la pérdida de neuronas y conexiones neuronales en el cerebro. Esto se genera por la falta de ejercicios físicos y mentales que tiene una persona adulta mayor, pero también influyen otras causas, como es una mala alimentación o drogas que la persona ha consumido en el transcurso de su vida.

La capacidad psíquica cognitiva en un individuo con demencia senil es muy baja generando así una pérdida de memoria, dificultando el reconocimiento de rostros o lugares conocidos (por dicho individuo), desorientación, la dificultad para comprender y expresar de una manera entendible su lenguaje. Todo esto conlleva a una frustración, cambios de ánimo y sin olvidar su disminución intelectual. Por lo tanto, se trata de disminuir los efectos que esta enfermedad genera, con la ayuda de un robot social presente en la vida del individuo que aportará con terapias estratégicas.

El prototipo interactuará de manera directa con el paciente, con la intención de refrescar su memoria (recuerdos), encontrar un balance de entretenimiento y a la vez realizar una recepción de ritmo cardíaco.

El robot social genera una rehabilitación cognitiva para complementar las terapias que se realiza a un paciente que presenta demencia senil o deterioro mental, impidiendo que la enfermedad se agrave y mejorando su capacidad psíquica cognitiva.

### *3.2. JUSTIFICACIÓN*

En la medicina la robótica va formando parte fundamental debido a la precisión que esta aporta a los pacientes, ayudándolos a mejorar ciertas crisis patológicas. Pero, no se han realizado proyectos los cuales intervengan a pacientes con problemas de deterioro cognitivo o demencia senil.

La implementación de este proyecto en un hogar o institución tiene como objetivo, mejorar la calidad de vida y de su comunicación con su entorno social y familiar, el prototipo genera confianza como una mascota electrónica la cual no necesita cuidados de aseo o comida, pero ayuda a refrescar la mente mediante la ejecución de una secuencia de preguntas elegidas por el sistema para la terapia, siendo estas en el área de orientación temporal y espacial, fijación, memoria, concentración, cálculo, y lenguaje.

De esta manera la persona empezará a trabajar el sistema cognitivo intentando estabilizar su memoria y deteniendo su deterioro cognitivo, manteniendo activas las neuronas, lo cual en avanzada edad no se realiza con frecuencia.

## **4. OBJETIVOS**

### *4.1. GENERAL*

Desarrollar de un robot social para terapia del adulto mayor con problemas de demencia senil.

### *4.2. ESPECÍFICOS*

- Investigar los distintos estados mentales que implica la enfermedad y como tratarlos.
- Diseñar el sistema electrónico capaz de generar alertas, recopilar información y ejecutar interacciones pre programadas a través de una pantalla táctil.
- Adaptar el equipo biomédico, medidor de ritmo cardiaco, al prototipo, que ayudará a la recolección de información.
- Desarrollar una estructura adecuada para un fácil manejo y adaptación con el paciente, para generar un ambiente cómodo y de confianza.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### *5.1. ANTECEDENTES DE LA DEMENCIA SENIL*

La demencia es la pérdida de la capacidad intelectual que evita poder llevar a cabo con normalidad una vida social y profesional, que en los países desarrollados afecta al 1,3 por ciento de la población y sobre todo a personas mayores de 65 años, duplicándose la proporción cada cinco años y aumentando de manera preocupante.

Junto con el cáncer y los problemas cardiovasculares, es una de las grandes preocupaciones sanitarias y la que mayor gasto produce, puesto que es una enfermedad crónica que requiere cuidados constantes. Algunos tipos de demencia, como la neurosífilis, han podido controlarse; existen algunos tratamientos para la esquizofrenia y los más optimistas suponen que determinados hábitos de vida podrían rebajar el aumento de la incidencia de la demencia vascular. Sin embargo, para prevenir el aumento de casos de demencia senil, la enfermedad de Alzheimer por ejemplo, todavía no existen soluciones.(Avila, 2016)

Según Ferri et al. (2005), 24,3 millones de personas sufren de demencia, con 4,6 millones de casos nuevos cada año. El número de personas afectadas se duplicará a cada 20 años, llegando a 81,1 millones en el 2040. La mayoría de las personas con demencia viven en países en desarrollo. Muchos estudios han demostrado que el analfabetismo y bajos niveles de educación son factores de riesgo para el deterioro cognitivo y la demencia.

Recientemente, los conjuntos de datos de estudios epidemiológicos en seis países (ocho estudios) sobre la demencia en América Latina indican prevalencia diferencial entre los analfabetos (15,67%) y los alfabetizados (7.16%), con una tasa general del 7,1% entre las personas con 65 años o más (Nitrini et al., 2009).

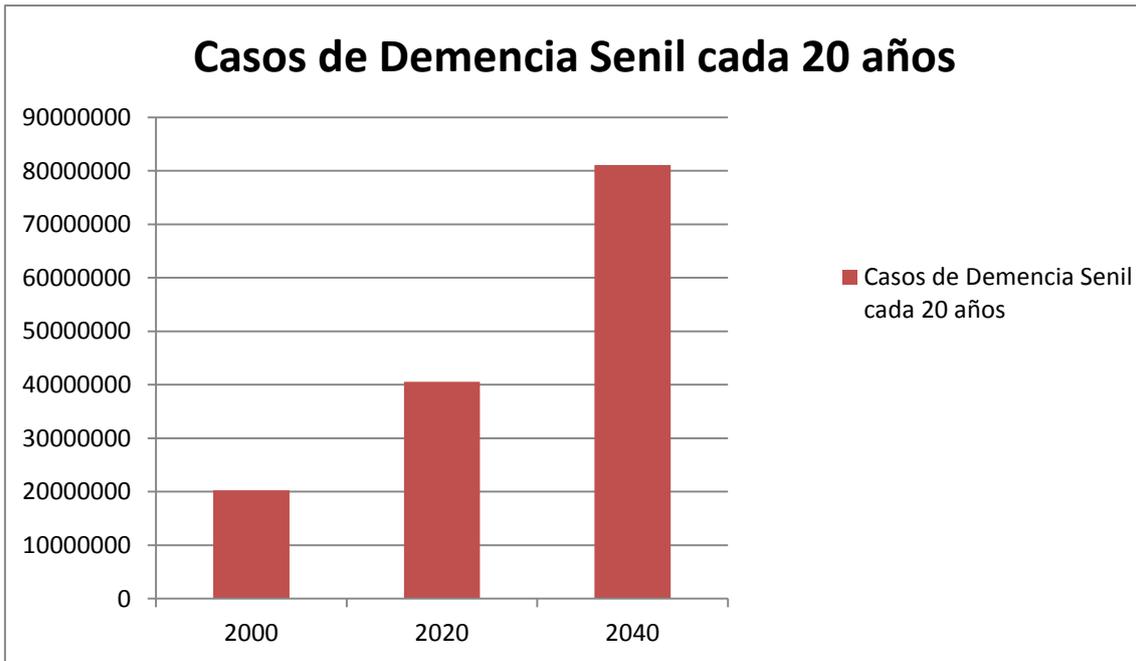


Grafico 1: Proyección de personas con demencia senil. Según Ferri et al. (2005)

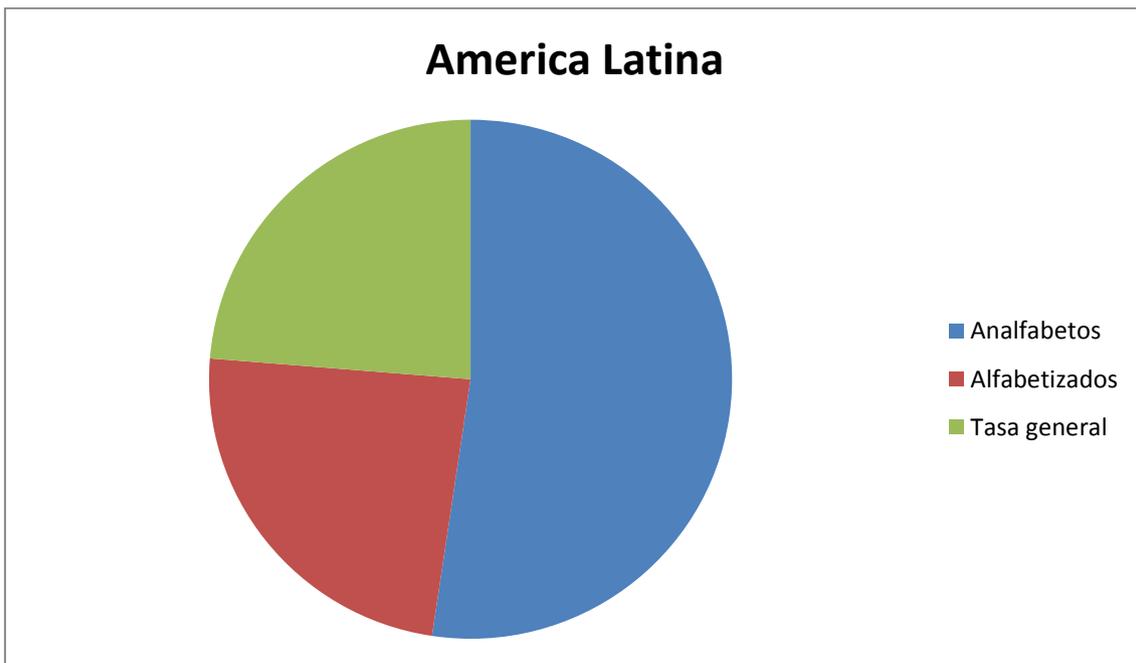


Grafico 2 : Porcentajes de casos detectados con demencia senil. (Nitrini et al., 2009)

La demencia senil es considerada como una patología cerebral irreversible, que se encuentra presente en personas de la tercera edad, mostrandosíntomas que provocan un mal desempeño intelectual del paciente, incidiendo en la realización de acciones ilógicas en la vida cotidiana o desorientación y pérdida de memoria.

Se considera que una persona padece de demencia senil cuando el deterioro intelectual afecta a varias actividades o funciones básicas como la pérdida del lenguaje, total o parcial, pérdida de la memoria, del razonamiento o de la percepción de la realidad del paciente. En muchos pacientes se llega a perder el control de las emociones, se producen importantes cambios de personalidad y de comportamiento y pierden completamente las habilidades básicas para resolver cualquier problema o inconveniente casero.(S.L., 2013)

El ser humano llega a una etapa en la cual el cuerpo se deteriora de manera física y mental debido a la falta de ejercicios y actividades mentales, es por esto que las patologías psicológicas se presentan en altos porcentajes con los adultos mayores, para lo cual existen pequeñas recomendaciones las cuales son detalladas en BonomédicoBlog(2013) Demencia senil: causas, síntomas y tratamiento.

- *Se deben practicar ejercicios para mejorar la memoria y ejercicios de estimulación cerebral.*(S.L., 2013)
- *Conviene estimular sus funciones intelectuales con juegos como las cartas, sudokus, sopas de letras, damas o ajedrez. Se debe estimular el cerebro del paciente con demencia senil.*(S.L., 2013)
- *Se debe estimular el cerebro del paciente con demencia senil.*(S.L., 2013)
- *Cuando se quiera hablar de algo concreto con el enfermo se deben evitar o eliminar las distracciones y ruidos como la televisión, radio, animales domésticos, etc que puedan distraer su atención.*(S.L., 2013)
- *El ejercicio físico como pasear es muy importante ya que aumenta el riego sanguíneo del cerebro lo que supone un mayor aporte de alimentos en esa zona.*(S.L., 2013)
- *Es muy importante destacar que la demencia senil ataca a la memoria y otras habilidades cognitivas pero parece demostrado que sí pueden percibir emociones observando la expresión facial o el tono de voz de sus cuidadores. Los estudios realizados con cuidadores profesionales demuestran que los enfermos mantienen su percepción del ambiente emocional que les rodea y muchos de ellos pueden entender emociones como alegría, enfado, miedo en el rostro de su familiar o cuidador. Por tanto, el familiar debe tener muy en cuenta que el enfermo puede*

*percibir su estado de ánimo e identificar las expresiones del rostro por lo que se deben utilizar esos mecanismos de comunicación no verbal.*(S.L., 2013)

La Dra. E. Rodriguez (2013) en su publicación *¿Es buena la lectura para combatir el Alzheimer?* Menciona: “*que la lectura es el salón de gimnasia para prevenir esta enfermedad, es un hábito que debemos desarrollar desde la niñez, para que nuestro cerebro desarrolle todas sus funciones cognitivas.*”(Rodriguez, 2013)

Los tratamientos existentes para la demencia senil tienen en común el eliminar las posibles consecuencias que aún no son permanentes como la pérdida de memoria, desorientación espacial y temporal. La suspensión de fármacos en los pacientes con deterioro mental y la no aplicación de las terapias mencionadas incrementan las posibilidades de que la enfermedad avance de manera acelerada sin la previa detección de la misma, debido a la composición química que los fármacos contienen.

Con frecuencia existe dificultad al tratar los trastornos como agitación, alucinaciones, delirios y confusión, estos problemas conductuales mencionados pueden ser un motivo importante para que los familiares decidan internar a las personas en asilos o en instituciones.

Para su tratamiento existen dos estudios comparativos que confrontan fármacos con intervenciones conductuales: Se afirma que el tratamiento de agitación, depresión, y alteraciones de memoria no pueden ser tratados sin la ayuda de fármacos como ser inhibidores de colesterasa sin embargo el uso de estos hace necesario el uso de otros fármacos.(Aquino & Apasa, 2012)

## *5.2. Antecedentes de la robótica en la medicina.*

La palabra robot se deriva de robota, que en checoslovaco significa trabajo compulsivo. Este término fue utilizado primeramente por el escritor Karen Kapek en su obra *Robots Universales Rossum* en 1921. El Instituto Americano de Robótica define robot como “una máquina de forma humana que realiza tareas de un ser humano, pero sin sensibilidad;1 por su parte, el Diccionario de la Real Academia Española lo señala como “una máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar

operaciones antes reservadas sólo a las personas".(Dueñas García, Olvera, & Beltrán Montoya, 2008)

En el campo médico la robótica ha dirigido sus desarrollos a dos áreas específicas: la asistencia a los pacientes y la asistencia a los médicos. En la primera se tienen igualmente dos sub-áreas: primero, los dispositivos orientados hacia la rehabilitación de los pacientes, y como tal son herramientas temporales (robots para terapia física y ocupacional); segundo, los dispositivos orientados a asistir de manera permanente a personas discapacitadas o en la tercera edad (prótesis, electroestimulación, asistentes personales, etc). En cuanto a los robots para asistencia a los médicos, se encuentran los robots diseñados para cirugía, exploración, diagnóstico y terapia.(Vivas Albán, 2007)

Los robots industriales pueden realizar muchos movimientos tridimensionales. Son precisos, potentes y obedientes, y pueden ejecutar muchas de las tareas repetitivas que hasta ahora han tenido que hacer los fisioterapeutas. La idea de utilizar robots para ayudar a los fisioterapeutas en el tratamiento de miembros lesionados es atractiva en principio, pero ¿no será demasiado simplista? Esta pregunta fue objeto de un proyecto de investigación basado en robots industriales construidos por ABB. Con la llegada de robots sumamente fiables, fabricados en serie, la perspectiva de la fisioterapia de neuro rehabilitación con la ayuda de robots ha pasado a ser realidad.(Toth & Ermolaev, 2006)

Toyota presentó este lunes un pequeño robot llamado Kirobo Mini, capaz de tener conversaciones simples y responder a las emociones que está destinado a hacer compañía a los humanos que se sientan solos."Queremos hacer frente al creciente problema social de las personas que no tienen a nadie con quien hablar", dijo MoritakaYoshida, un alto responsable de Toyota, que además de fabricar coches está invirtiendo grandes montos en robótica.(AFP, 2016)



**Ilustración 1: Robot de Toyota Kirobo.(Ude, 2015)**

Gracias a los avances tecnológicos, y en concreto de la robótica –una disciplina basada en las matemáticas y la electrónica–, se está dando un salto de la zooterapia a la roboterapia (Ilustración 2). Hace tiempo que los beneficios de usar mascotas en la rehabilitación o el tratamiento de enfermedades crónicas o patologías psicológicas están ampliamente aceptados.

Los animales pueden tener un impacto positivo en el plano social, emocional y cognitivo del paciente, e incluso en aspectos físicos como “normalizar el ritmo cardiaco”, explica la ingeniera Elena García Armada, del Centro de Automática y Robótica del CSIC. Sin embargo, a veces “es complicado introducir animales en los hospitales por problemas sanitarios, posibles pacientes con alergias, etc. Por eso un robot que tenga los mismos efectos terapéuticos puede ser muy beneficioso”(Gulis, 2015)



**Ilustración 2: Robot Pardo.(Gulis, 20Minutos, 2015)**

La idea de Rudzicz, F. y Cols (2014) fue integrar una pantalla en un robot con la intención de ayudar al tratamiento de personas con enfermedades cerebrales como son el Alzheimer y la demencia senil casi siempre presentada en adultos mayores. Tiene como objetivo plasmar distintos mensajes tanto texto como de imágenes orientadas al tratamiento de estas enfermedades, dichos textos además de leer en pantalla eran leídas por el robot mediante un programa text-to-speech obteniendo resultados positivos en las neuro-rehabilitación.

### *5.3. Antecedentes de imágenes para tratamientos médicos*

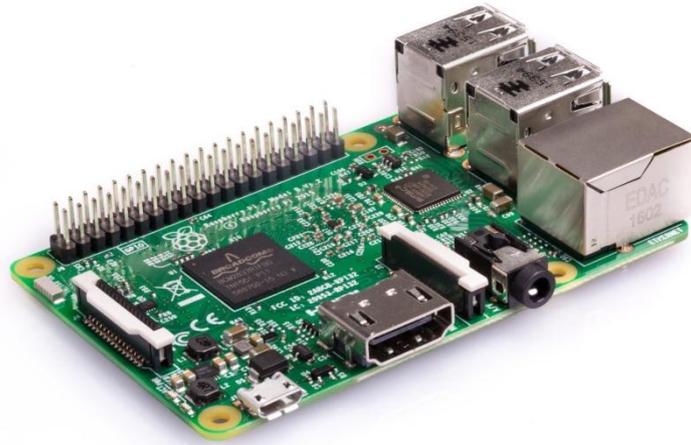
El reconocimiento del poder terapéutico de las imágenes mentales se remonta desde la psicología filosófica de Aristóteles (siglo IV a. d C.), quien sitúa la actividad imaginativa como una frontera entre lo psíquico y lo somático. Dicho reconocimiento se ha mantenido con la misma vigencia e importancia a lo largo de la historia.(Huguet, 2009)

Una de las mejores opciones que se han considerado para evitar el continuo desgaste de la memoria que se presenta en las diversas patologías cognitivas se basa en una correcta alimentación, un descanso adecuado (sueño), evasión del aislamiento de las personas, actividades que involucran el ejercicio mental. El contar con un sistema que ayude a mantener activo el cerebro, facilita el trabajo a los centros de atención de adultos mayor debido a que no cuentan con programas electrónicos capaces de incorporar dichas terapias mencionadas anteriormente, no solo ayudan a mantener la memoria lucida.

### *5.4. Antecedentes electrónicos*

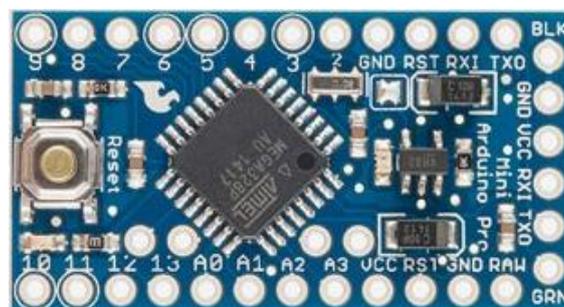
En la última década la robótica ha tomado un papel importante en la educación. Este papel en ocasiones ha tenido el cuestionamiento de "fashioneducation". Sin embargo, las metodologías de enseñanza-aprendizaje evolucionan constantemente y es posible asegurar que enseñar ya no es lo mismo que hace algunas décadas; el centro de la educación ya no es el conocimiento sino el desarrollo de competencias en los estudiantes.(Morales Guerrero, 2014).

Este método de desarrollo educativo llega a tener un impacto trascendental en las personas de tal modo que se llegan a usar la tarjeta de desarrollo como lo es Raspberry Pi 3B, que de manera física es tan sólo la placa base con el microprocesador, siendo un tarjeta flexible al acoplamiento de periféricos de entrada y salida contando una salida HDM, 2 GB de RAM y llegando a trabajar a 900 Mhz, contando con un disco duro extraíble que en realidad termina siendo una tarjeta microSD.



**Ilustración 3 Tarjeta Raspberry Pi 3b,(Raspberrypi, 2012)**

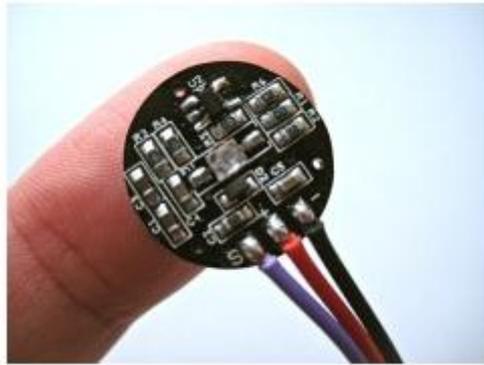
Una de las tarjetas de desarrollo utilizadas actualmente es Arduino debido a su fácil acceso económico y su plataforma de programación sencilla. Arduino cuenta con una diversidad de modelos de tarjetas, dependiendo de sus requerimientos, tomando como ejemplo la tarjeta pro-mini que cuenta con 14 pines de entrada/salida de señales analógicas/digitales, 6 de ellas son salidas PWM, 6 pines analógicos, basado en el microcontrolador ATMEGA628, contando con comunicación UART y 8 Mhz en su versión de 3.3V.



**Ilustración 4 Tarjeta Desarrollo Arduino Nano 328,(Arduino, 2017)**

Existen una gran variedad de accesorios disponibles que son compatibles con las tarjetas de desarrollo que facilitan la recopilación o envío de datos, por ejemplo un sensor de

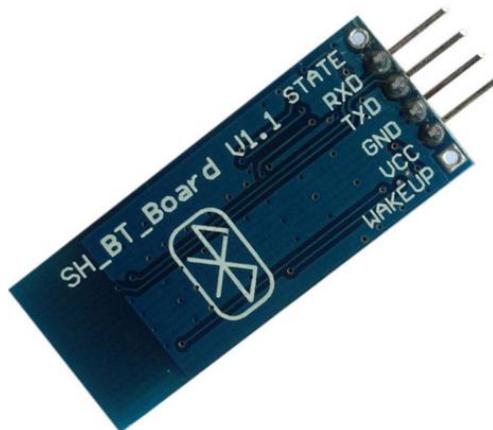
pulso de código abierto con característica de tamaño reducido y una fácil conexión que consta de alimentación y señal, en su hardware se encuentra de un sensor óptico, posee un reloj de sincronización, una etapa de filtrado para ruido y amplificación.



**Ilustración 5 Sensor Pulsos Cardiacos,(Rosales Rodriguez, 2016)**

Uno de los métodos de conectividad inalámbrica más utilizados para el envío y recepción de datos es la tecnología bluetooth, estas tecnologías pueden trabajar de dos maneras siendo de maestro o esclavo. Trabajando bajo una velocidad de transmisión desde 1200 hasta los 115200 baudios, constan de una alimentación de trabajo de 3.3 y 6 voltios de corriente directa.

Un ejemplo de estos módulos es el HC-06 que trabaja bajo el protocolo UART RS 232 serial.



**Ilustración 6 Modulo Bluetooth HC-06,(Prometec, 2017)**

La necesidad de crear robots móviles obligo a que las baterías mejoren sus características como es el amperaje, ya que en la mayoría de dispositivos y elementos electrónicos requieren una carga alta de energía debido al consumo que estos generan.

Estas baterías son las de Li-PO y Li-Tio que son el tipo de baterías más usadas en el ámbito de la robótica. Al ser más eficientes también tienen sus desventajas como lo es al momento de su carga, no deben exceder sus limitaciones de cargas ya que estas podrían explotar, para evitar este tipo de problemas se han creado cargadores balaceados que evitan el daño de la misma.

Otra desventaja de esta batería es que no se deben descargar menor a un 30% debido a que entran a un estado de inestabilidad.

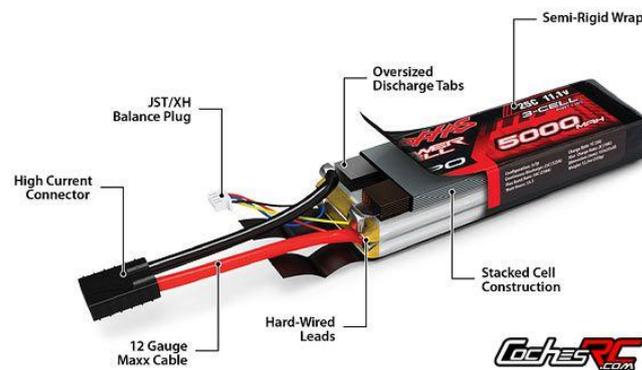


Ilustración 7 Características de Batería Lipo,(Aran, 2012)

El trabajar con distintos voltajes y corrientes para los diferentes elementos electrónicos encontrados en la industria, obligan a la creación de tarjetas reductoras y elevadoras de voltaje, siendo su principal función la regulación de voltaje a tal modo que pueda llegar a trabajar sin complicaciones, pero siempre manteniendo un amperaje estable, evitando el sobre calentamiento de los elementos.

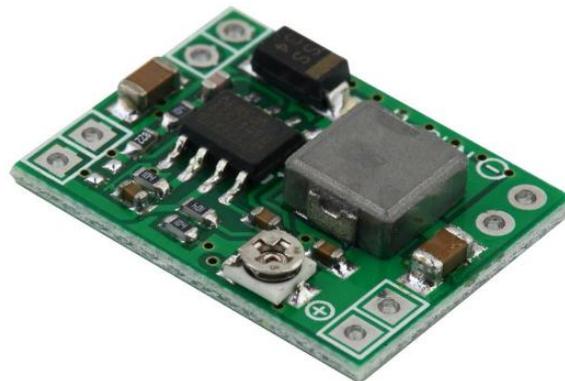


Ilustración 8Modulo Convertidor DC-DC Step Down Mini LM2596 3º,(Mega, 2014)

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Hipótesis

- Hipótesis nula.

La implementación de un robot social que realiza terapias de rehabilitación cognitiva no mejora el estado mental del paciente.

- Hipótesis alternativa.

La implementación de un robot social que realiza terapias de rehabilitación cognitiva mejora el estado mental del paciente.

### 6.2. Investigación de la patología

El primer paso realizado en este proyecto fue la parte investigativa, para lo cual se requirió de un profesional en el área de psicología clínica, quien fue proporcionado por la Universidad Nacional de Chimborazo la que aportó con conocimientos y experiencia en cuanto al tema de la demencia senil, aclarando los síntomas principales o más notorios que se presentan en dicha enfermedad. Tomando como consideraciones el trabajar con adultos mayores y el cuidado que ellos requieren debido a sus diferentes discapacidades o enfermedades presentes en cada una de las personas.

Teniendo claro las actitudes que presenta un adulto mayor con dicha enfermedad el siguiente paso fue el evaluar a personas con un Test Mini-mental, el cual califica en rangos de deterioro cognitivo, este test da una calificación en la cual se encuentra la persona y determina su nivel de deterioro.

Puntuación de referencia		
Puntos	Patología psicológica	PUNTUACIÓN TOTAL (máximo 30 puntos)
$\geq 27$	Normal	
$\leq 24$	Sospecha patológica	
12 - 24	Deterioro	
9 - 12	Demencia	

Ilustración 9 Puntuación Test Minimental, Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979).

La selección de pacientes fue determinada por el test mini-mental realizado en el Centro de Atención Integral para Adultos Mayores o comúnmente llamado Centro Gerontológico ubicado en el Canto Guano, Provincia Chimborazo. La cantidad de

pacientes requeridos para las pruebas a realizarse con el proyecto fueron dos, debido a una comparación que se debe realizar de una mejoría en distintas personas.

Luego de haber seleccionado los pacientes en los cuales se realizarán las pruebas se debe tomar en cuenta que, a más de su deterioro cognitivo, también influye el nivel de educación que haya tenido la persona, por ejemplo, si una persona tiene demencia senil pero no tiene estudios básicos, no califica para poder realizar las terapias con el robot móvil debido a que esta persona debe leer las preguntas generadas por el robot y así responderlas. Esto crea un pequeño inconveniente porque en Ecuador el nivel de analfabetismo en adultos mayores es considerable.

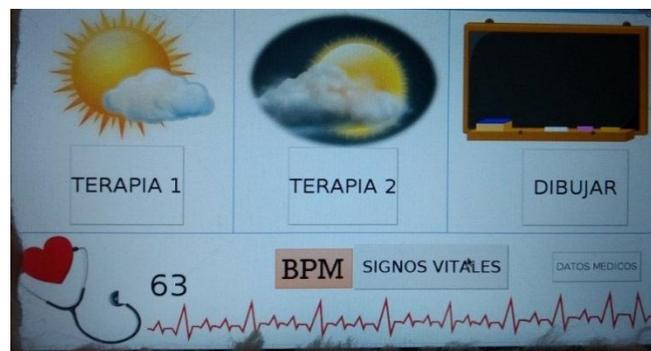
A continuación, se muestra unos resultados importantes obtenidos por el INEC realizado en el año 2010 que detalla el porcentaje de analfabetismo en la provincia de Chimborazo y en el rango que califica a adultos mayores.

GRUPOS ETÁREOS	POBLACIÓN TOTAL	TASA DE ANALFABETISMO
De 15 a 19 años	1.419.537	1,30%
De 20 a 24 años	1.292.126	2,00%
De 25 a 29 años	1.200.564	2,50%
De 30 a 34 años	1.067.289	3,00%
De 35 a 39 años	938.726	3,60%
De 40 a 44 años	819.002	4,90%
De 45 a 49 años	750.141	6,60%
De 50 a 54 años	610.132	9,30%
De 55 a 59 años	515.893	12,10%
De 60 a 64 años	400.759	15,50%
De 65 a 69 años	323.817	21,40%
De 70 a 74 años	240.091	26,40%
De 75 a 79 años	165.218	30,40%
De 80 a 84 años	115.552	33,30%
De 85 a 89 años	60.735	35,30%
De 90 a 94 años	25.500	37,60%
De 95 a 99 años	9.992	40,60%
<b>TOTAL</b>		<b>6,80%</b>

Tabla 1:Tabla de Analfabetismo en Ecuador.(INEC, 2010)

### 6.3. Creación del Robot terapéutico

Lo primero que se realizó es seleccionar el sistema operativo sobre el cual se va a montar el programa, tomando como primera opción la distribución RASPBIAN la cual es la más estable que se puede ejecutar en la tarjeta Raspberry pi 3 modelo B. Este sistema operativo es el más flexible en el cual se puede operar los pines GPIO que tiene la tarjeta y además cuenta con programas que facilitan la creación de la interfaz gráfica, como es el programa Python en la versión 2.x en la cual se trabajó. El lenguaje de programación es Python y en ella no incluye la opción de creación automática de ventanas o alertas, sino que requiere de conocimientos más que básicos de programación para poder crear la interfaz.



**Ilustración 10** Interfaz Principal del Programa en el Robot. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

La terapia programada se decidió trabajar en tres distintas etapas como son la terapia 1 en la mañana la cual consta de 10 preguntas de orientación, 10 preguntas de terapia 2 en la tarde con preguntas de cálculo, memoria, reconocimiento, etc., y la opción de dibujar en la que al paciente se le pide dibujar cualquier cosa como por ejemplo un árbol, y luego se lo calificará según su dibujo. Hay que tomar en cuenta que el robot calificará de manera automática en la terapia 1 y 2, pero en la sección de dibujar se califica de manera manual por una persona.

La secuencia de preguntas que muestra el robot son pre programadas según el día, es decir que consta de 3 bancos de preguntas que se ejecutaran según la configuración. Esta configuración se modifica al inicio por la cual se tiene que pasar por una contraseña básica creada para evitar la manipulación de datos.

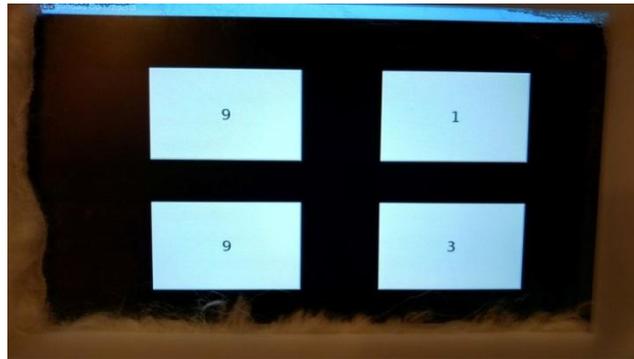


Ilustración 11 Interfaz de contraseña. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

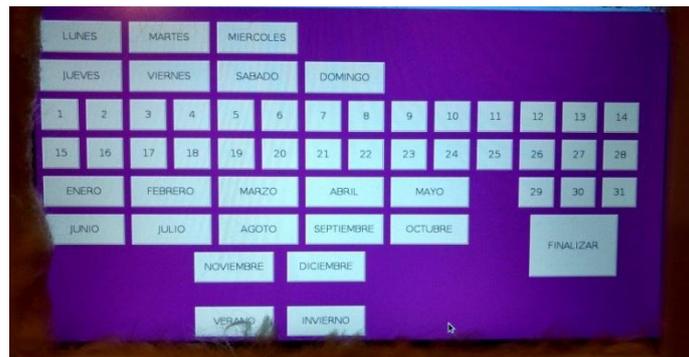


Ilustración 12 Interfaz de configuración. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

El programa cuenta con un registro de terapias realizadas que se puede observar en un archivo de extensión txt, de tal forma que se puede ir viendo los avances que va teniendo el paciente conforme pasen las terapias. Este archivo no se pierde si el robot se apaga de manera inesperada, ya que se guarda en el momento de culminación de la terapia.

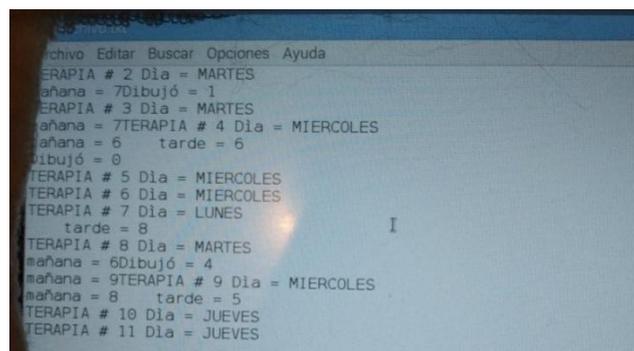


Ilustración 13 Imagen del documento de resultados. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

La imagen del robot fue decidida a ser semejante a una mascota que cause agrado en las personas adultas mayores y así genere un ambiente de confianza en la cual esta persona se sienta tranquila y mantenga su atención en el robot. La idea fue tomada por la creación del robot PARO de la empresa robótica social Adele Robots, la cual fue una

creación orientada a personas de la tercera edad teniendo resultados positivos con relación al sistema cognitivo. Este robot PARO cumple la función de un robot de compañía ayudando al paciente en su estado de ánimo, pero sin generar ningún tipo de terapias.

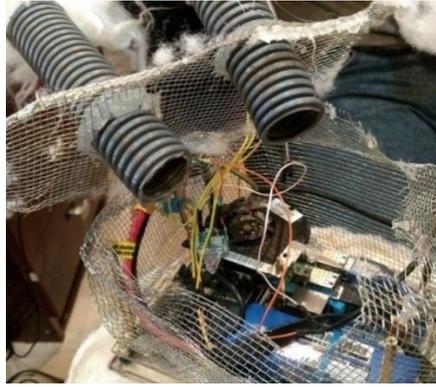


**Ilustración 14 Robot forma física. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**

Debido al calentamiento generado por los elementos y tomando en cuenta las indicaciones del manual, la tarjeta debe tener una ventilación adecuada y no estar en espacios cerrados como una caja, para evitar daños generados por el calor se agregó un sistema de ventilación, disipador y grasa térmica que proporcionan un ingreso considerable de aire que empuja al procesador.



**Ilustración 15 Tarjeta RASBERRY, etapa disipación de calor. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**



**Ilustración 16** Conducto de disipación de calor, malla de protección. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

El accesorio inalámbrico para el brazo fue creado para recopilar periódicamente el ritmo cardíaco durante el uso del robot. Cumple también la función de dar alarmas de manera luminosa o vibratoria al momento de responder bien o mal las preguntas.



**Ilustración 17** Brazaletes, medidor de ritmo cardíaco. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

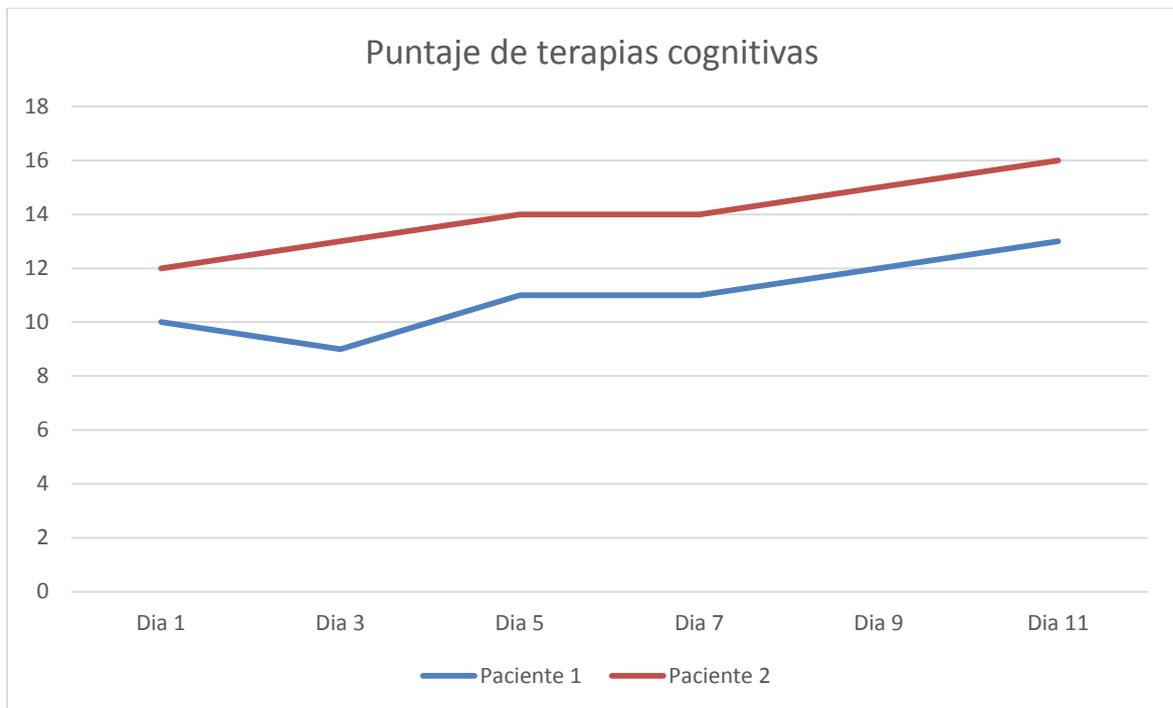
### 7.1. Resultados.

A continuación, se muestran unos de los resultados obtenidos por el robot en el que detalla la puntuación de cada terapia. Tomando en cuenta que existirán dos resultados por terapia debido a que existen dos pacientes.

```
TERAPIA # 1 Día = LUNES  
mañana = 6 tarde = 4  
Dibujó = 0  
mañana = 7 tarde = 5  
Dibujó = 0  
TERAPIA # 2 Día = MARTES  
mañana = 7 tarde = 4  
Dibujó = 0  
mañana = 7 tarde = 6  
Dibujó = 1
```

**Ilustración 18** Modelo de resultados obtenidos por el robot. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

En el anexo 1 se muestran los resultados completos obtenidos durante el tiempo de pruebas realizado en el centro Gerontológico con los pacientes. A través de estos resultados podemos demostrar de manera gráfica el corto avance que han tenido los pacientes al utilizar el programa de estimulación cognitiva integrado en el robot social.



**Grafico 3 : Puntaje de terapias cognitivas. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**

En la gráfica N°3 muestra el puntaje de las terapias obtenidas en rangos de 2 días, mostrando un avance generado por los pacientes. El día 1 revela el resultado generado por el Test inicial del robot el cual afirma un estado de demencia senil evaluado por el Test Mini mental como detalla la Ilustración N° 9.

Un punto importante que cabe mencionar es que la constancia de la aplicación diaria del programa ayuda a los pacientes a mantener o mejorar un estado de orientación, a diferencia de los días en los que no se trabaja con el robot los pacientes muestran un estado de confusión en orientación, como se muestra en la ilustración N° 19, el resultado del paciente 1 obtiene una puntuación de 17 el día viernes y el día lunes una puntuación de 13, de igual manera con el paciente 2 existiendo una diferencia de 1 punto en el transcurso de fin de semana que no se genera la terapia..

```

TERAPIA # 10 Día = VIERNES
mañana = 8 tarde = 8
Dibujó = 1
mañana = 9 tarde = 7
Dibujó = 1
TERAPIA # 11 Día = LUNES
mañana = 7 tarde = 6
Dibujó = 0
mañana = 9 tarde = 6
Dibujó = 1

```

Ilustración 19 Diferencia de puntaje debido al descanso de fin de semana. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

El programa cuenta con una interfaz que muestra los resultados obtenidos por el paciente durante la terapia, y como dato adicional el ritmo cardiaco que la persona tuvo en el transcurso que la de la terapia se ejecutó. En la ilustración N° 20 nos muestra como es la interfaz y los resultados de una de las terapias realizadas durante el tiempo de pruebas.



Ilustración 20 Interfaz de resultados y signos vitales. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

## 7.2. Discusión.

El físico del robot genera un entorno confortable al momento de su manipulación. Mostrando actitudes positivas de confianza, afecto con el robot debido a su forma y superficie suave que simula un pelaje de un animal casi real. Su diseño final se lo puede apreciar en la ilustración N°14.

La investigación de la patología llamada demencia senil se la realizo bajo la tutoría de una especialista en el área de psicología clínica. Este estudio no solo llevo a determinar el

tipo de terapia a realizar con los pacientes, sino que también a comprender los diferentes tipos de deterioro cognitivo que puede llegar a tener una persona adulto mayor. Esto hace que el proyecto no se ejecute solo en personas con demencia senil, sino que también puede ser utilizado como un programa de estimulación mental para personas que presenten síntomas de deterioro cognitivo.

Estos programas de estimulación cognitiva que genera el robot social mediante sus bancos de preguntas son una herramienta muy útil para mejorar cada día el estado mental de una persona. Aunque no existan documentos que corroboren esta hipótesis, actualmente se han desarrollado robots que aportan al área de enfermería (MARIO) y psicología (PARO).

Dentro del diseño electrónico creado en este proyecto el trabajar con una manilla que integra el sistema de recopilación de datos (ritmo cardiaco), sistema bluetooth y el sistema de alertas, permite que el manejo del robot se realice de manera cómoda y sin complicaciones al momento de maniobrarlo, siendo esta manilla un accesorio inalámbrico al robot que no genera estrés ni distracción al paciente. Ilustración N° 17.

### 7.3. Método CHI-CUADRADO

Para la comprobación de la hipótesis se usa el método de chi cuadrado.

	ESTADO DEL PACIENTE			
PACIENTES	DEMENCIA	DETERIORO	SOSPECHA	TOTAL
Mercedes Llanza	7	4	0	11
Carlos Alulema	1	10	0	11
TOTAL	8	14	0	22

Tabla 2: Tabla de contingencia. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

$$\text{Grado de Libertad} = (\#Filas - 1) \times (\#Columnas - 1)$$

$$\text{Grado de Libertad} = 1 \times 2$$

$$\text{Grado de Libertad} = 2$$

Ecuación 1: Grado de Libertad.

FRECUENCIA ESPERADA				
PACIENTES	DEMENCIA	DETERIORO	SOSPECHA	TOTAL
Mercedes Llanza	4	7	0	11
Carlos Alulema	4	7	0	11
TOTAL	8	14	0	22

Tabla 3: Frecuencias Esperadas. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

TABLA DE DATOS - CHI CUADRADO					
CASILLAS X, Y	DATOS OBSERVADOS (fo)	FRECUENCIA ESPERADA (fe)	fo-fe	(fo-fe) ^2	((fo-fe) ^2) /fe
Mercedes LLanza- <b>Demencia</b>	7	4	3	9	2.25
Carlos Alulemaa - <b>Demencia</b>	1	4	-3	9	2.25
Mercedes LLanza- <b>Deterioro</b>	4	7	-3	9	1.285714286
Carlos Alulemaa - <b>Deterioro</b>	10	7	3	9	1.285714286
Mercedes LLanza- <b>Sospecha</b>	0	0	0	0	0
Carlos Alulemaa - <b>Sospecha</b>	0	0	0	0	0

Tabla 4: Valores: Calculados para CHI-CUADRADO. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

$$x^2_{calc} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Ecuación 2: Ecuación General del CHI CUADRADO

$$x^2_{calc} = 2.25 + 2.25 + 1.285714286 + 1.285714286 + 0 + 0$$

$$x^2_{calc} = 7.07143$$

Ecuación 3: Cálculo del CHI CUADRADO

Valor del parametro (P) = 1 – Nivel de Significancia

Valor del parametro (P) = 1 – 0.05

Valor del parametro (P) = 0.95

Ecuación 4: Valor del parámetro (P)

$\frac{V}{P}$	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055
2	13,815	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	<b>5,9915</b>	4,6052
3	16,266	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2515
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363

Tabla 5: Distribución CHI CUADRADO

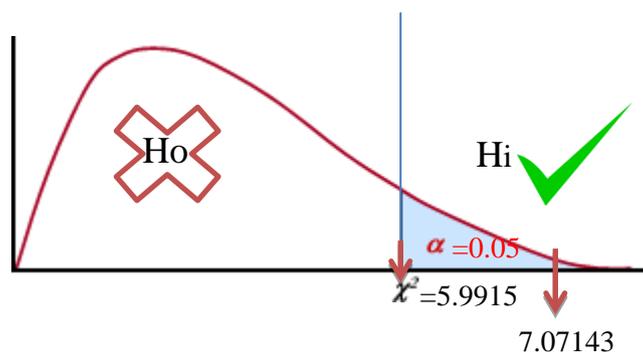


Ilustración 21: Grafica Chi-cuadrado de aceptación a Hipótesis Alternativa. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

La comprobación de la hipótesis nula queda descartada debido a que el valor de chi cuadrado calculado (Ecuación 3) es mayor al valor de chi cuadrado crítico obtenido de la tabla (Tabla 5).

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### *8.1. Conclusiones*

- El contar con una estructura física amigable genera un cierto vínculo de amistad entre el robot social y la persona, generando confianza en el paciente, haciéndolo sentir seguro al momento de la realización de las terapias.
- El trabajar con una tarjeta embebida en una estructura que no exista una ventilación adecuada implica que la emisión de calor realizada por los elementos electrónicos produzca un deterioro, un mal funcionamiento o daño de los mismos.
- La investigación fue parte fundamental a la comprensión y determinación de actitudes que presenta una persona con demencia senil, pero el llevar a cabo una terapia implica no solo el estudio de la enfermedad, sino que además el realizar los métodos de tratamiento que existen para este. Todo esto conlleva a una intervención profesional por parte de un especialista con experiencia en el área.
- El haber trabajado con un sistema de recopilación de datos de manera inalámbrica ayudó a que no exista por parte del paciente una preocupación de sufrir algún tipo de daño por parte del robot. Facilitando el manejo y movilidad del robot para su compañía.
- Al momento de utilizar una pantalla táctil crea un mecanismo que ayuda a que el paciente se enfoque totalmente en la terapia al momento de la interacción, este estado de concentración no ocurre en terapias cognitivas realizadas de manera externa, debido a la fácil distracción que los pacientes pueden llegar a tener.

### *8.2. Recomendaciones*

- Se recomienda el trabajar con personas capacitadas en el área de la investigación acorde al proyecto, debido a la experiencia y conocimientos que ellos pueden aportar como una fuente verídica.

- Es recomendable tener presente que todo dispositivo electrónico genera calor, es por esto por lo que se debe utilizar un sistema de ventilación para evitar el sobrecalentamiento y todos los problemas que esto implica.
- El trabajar con personas adultas mayores implica tratar con el estado emocional inestable debido a la edad e inconformidad que ellos muestran durante una actividad, es por esto que el robot debe mostrar una estructura física capaz de generar conformidad y confianza.
- Al momento de utilizar los distintos métodos de recopilación de datos y transmisión de los mismos, se recomienda usar tecnologías que permitan una conexión directa, como programar 2 módulos bluetooth uno maestro y otro como esclavo, teniendo como objetivo una vinculación directa sin una intervención de conectividad externa.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- AFP. (3 de Octubre de 2016). El pequeño robot creado para hacer compañía a personas solitarias. *EL ESPECTADOR*, pág. 20.
- Aquino, J., & Apasa, J. (2012). Demencia Senil. *Revistas Bolivianas*, 4.
- Aran. (1 de Enero de 2012). *Coches RC*. Obtenido de cochesrc: <http://www.cochesrc.com/baterias-lipo-de-traxxas-a1157.html>
- Arduino. (1 de Enero de 2017). *Arduino* . Obtenido de Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>
- Avila, J. (2016). *La Demencia* . Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Los libros de la Catarata.
- Dueñas García, O., Olvera, H., & Beltrán Montoya, J. (2008). Telemedicina y cirugía robótica en ginecología. *medigraphic*, 2.
- Folstein et al. (1975), L. e. (s.f.).
- Gulis, M. (28 de Mayo de 2015). *20Minutos*. Obtenido de 20Minutos: <https://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2015/05/28/este-es-paro-el-robot-mascota-terapeutico/>
- Gulis, M. (28 de Mayo de 2015). *blogs 20minutos*. Obtenido de blogs.20minutos.es: <https://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2015/05/28/este-es-paro-el-robot-mascota-terapeutico/>
- Huguet, S. (2009). Fantasías Dirigidas. *Instituto de Terapia GESTALT*, 8.
- INEC. (2010). Censo Informativo 2010. En INEC, *Censo Informativo 2010* (pág. 7). Quito: INEC.
- Kazuyoshi, W., Takanori, S., Kayoko, S., & Kazuo, T. (2005). Long-term Interaction between Seal Robots and Elderly People — Robot Assisted Activity at a Health Service Facility for the Aged —. *IEEE*, 1-2.
- Mega, A. (1 de Enero de 2014). *electrotekmega*. Obtenido de electrotekmega: <http://electrotekmega.com/producto/step-down-mini-lm2596/>
- Morales Guerrero, A. (2014). *ROBÓTICA AMBIENTAL: DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIUDADANAS*. *Secretaría De Educación de Bogotá, Colombia.*, 2.
- Prometec. (1 de Enero de 2017). *Prometec*. Obtenido de Prometec: <http://www.prometec.net/mbock-coche-hc06/>

- Raspberrypi. (29 de Febrero de 2012). *Raspberrypi*. Obtenido de Raspberrypi: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Rodriguez, D. E. (23 de Abril de 2013). *www.institutoneurociencias.med.ec*. Obtenido de Institutoneurociencias: <https://www.institutoneurociencias.med.ec/component/k2/item/855-importancia-de-la-lectura-en-pacientes-con-alzheimer>
- Rosales Rodriguez, A. (13 de Enero de 2016). *InventoresMX*. Obtenido de Blog Inventores MX: <http://blog.inventores.mx/2016/01/13/sensores-para-medir-el-pulso-para-arduino/>
- S.L., B. (4 de 1 de 2013). *BonomédicoBlog*. Obtenido de BonoMédico.es: <https://www.bonomedico.es/blog/demencia-senil-causas-sintomas-tratamiento/>
- Toth, A., & Ermolaev, I. (2006). Robots para los pacientes ¿Es posible que los robots y los humanos cooperen para mejorar los programas. *Revista ABB*, 1.
- Ude. (12 de Mayo de 2015). *LuneGate*. Obtenido de LuneGate: <http://www.lunegate.net/2015/12/toyota-presenta-kirobo-mini.html#.WXZsZoSGPZ5>
- Vivas Albán, O. (2007). Aplicaciones De La Robótica Al Campo De La Medicina. *Universidad del Cauca, Popayán, Colombia*, 1.

## 10. ANEXOS.

### Anexo 1.-

Resultados generados a través del robot de los 2 pacientes a lo largo de las semanas de pruebas.

PACIENTE	NÚMERO DE TERAPIA	RESULTADOS
1	TERAPIA # 1 Día = LUNES	mañana = 6 tarde = 4 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 1 Día = LUNES	mañana = 7 tarde = 5 Dibujó = 0
1	TERAPIA # 2 Día = MARTES	mañana = 7 tarde = 4 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 2 Día = MARTES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 3 Día = MIÉRCOLES	mañana = 5 tarde = 4 Dibujó = 0

2	TERAPIA # 3 Día = MIERCOLES	mañana = 7 tarde = 5 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 4 Día = JUEVES	mañana = 6 tarde = 6 Dibujó = 1
2	TERAPIA # 4 Día = JUEVES	mañana = 8 tarde = 6 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 5 Día = VIERNES	mañana = 6 tarde = 5 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 5 Día = VIERNES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 6 Día = LUNES	mañana = 5 tarde = 6 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 6 Día = LUNES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 0
1	TERAPIA # 7 Día = MARTES	mañana = 6 tarde = 5 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 7 Día = MARTES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 8 Día = MIERCOLES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 1
2	TERAPIA # 8 Día = MIERCOLES	mañana = 8 tarde = 7 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 9 Día = JUEVES	mañana = 7 tarde = 5 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 9 Día = JUEVES	mañana = 8 tarde = 6 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 10 Día = VIERNES	mañana = 8 tarde = 8 Dibujó = 1
2	TERAPIA # 10 Día = VIERNES	mañana = 9 tarde = 7 Dibujó = 1
1	TERAPIA # 11 Día = LUNES	mañana = 7 tarde = 6 Dibujó = 0
2	TERAPIA # 11 Día = LUNES	mañana = 9 tarde = 6 Dibujó = 1

Tabla 6: Resultados de terapias. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.

## Anexo 2.-

Realización de terapias con los pacientes.



**Ilustración 22: Paciente 2, Carlos Alulema. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**



**Ilustración 23 : Paciente 1 Mercedes. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**



**Ilustración 24: Paciente 1 Mercedes Llansa. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**



**Ilustración 25: Mercedes Llansa. Autores: Mario Guillén, Iván Tapia, 2017.**